

Gıda ve Beslenme

Multidisipliner Yaklaşımlar II

Editör
PİNAR SÖKÜLMEZ

BİDGE Yayınları

Gıda ve Beslenmede Multidisipliner Yaklaşımlar II

Editör: Prof. Dr. Pınar Sökölmez KAYA

ISBN: 978-625-372-137-4

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2023

BİDGE Yayınları

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

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

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

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

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



ÖNSÖZ

Son yıllarda dünyamızda yaşanan; iklim değışiklikleri, çevre kirliliğı, gıda israfı, salgınlar, tedarikçi ülkeler ile diğerk ülkeler arasındaki politik anlaşmazlıklar gibi sorunlar, gıda güvenliğini ve insan sağığını olumsuz etkilemektedir. Her geçen gün artan nüfusa paralel olarak insanların yaşamı ve sağığı için gerekli güvenli gıdaya olan talep gittikçe artmaktadır. Bu nedenle çevreci ve sürdürülebilir gıda üretimi, insan sağığı ve gıda güvenliğine odaklanmış durumdadır. Gıdalar, Gıda ve Beslenmede Multidisipliner Yaklaşımlar kitabının amacı; bazı gıdaların özellikleri ve önemi teorik bilgilerin ışığında sağığımızdaki yeri fonksiyonlarını, gıda güvencesi hakkında güncel bilgilere kaynak olmaktır. Kitabın diğerk bir hedefi ise son günlerde popüler olan ketojenik diyetler ve aralıklı oruç gibi diyetlerin sağığımızdaki önemine katkı sağlamaktır. Bu bağlamda kitabın içeriğı; gıda tekniklerinin, diyetisyenlerin ve gıda mühendislerinin çalışma alanlarını kapsamaktadır. Bununla birlikte kitap; Gıda Teknolojisi, Beslenme ve Diyetetik ve Gıda Mühendisliğı bölümleri için önemli bir ders kaynağı olacaktır.

Editör

Prof. Dr. Pınar Sökölmez KAYA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	4
Aralıklı Oruç ve Çeşitli Sağlık Parametrelerine Etkileri	6
Gökçe ÇAKMAK KAFADAR	6
Sağlıklı Beslenme ve Gıda Güvenliğinde Gıdaomiks Uygulamaları	24
Gözde PARLAK.....	24
Lox-1'in Aterosklerotik Sürece Etkisi	35
Katip KORKMAZ.....	35

Karaciğer Nakli ve Beslenme Tedavisi.....	50
Hakan TOĞUÇ.....	50
Sürdürülebilir Beslenme	67
Aslı Ayça ÖZYAZGAN TOKAY ¹	67

BÖLÜM I

Aralıklı Oruç ve Çeşitli Sağlık Parametrelerine Etkileri

Gökçe ÇAKMAK KAFADAR¹

Giriş

Yiyecek ve içeceklerden gönüllü olarak uzak durma (yani oruç tutma), dünyanın dört bir yanındaki insanlar tarafından en eski çağlardan beri uygulanmaktadır (Patterson & ark., 2015). Bazı hayvan çalışmalarında oruç, 24 saat boyunca gıda alımının olmaması olarak tanımlanırken, insanlarda gıda tüketiminin sınırlandırılması saatlerden haftalara kadar olabilir ve bu nedenle oldukça değişkendir. Son yıllarda, farklı oruç biçimleri, dini pratikle ilgili olmasa da genel halkın yanı sıra sağlık uzmanları ve araştırmacılardan büyük ilgi görmüştür (Santos & ark., 2022).

¹Dr. Öğr. Üyesi, Kırklareli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kırklareli, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0364-1546>, gokceckmk@gmail.com

Aralıklı oruç (IF), vücut kompozisyonunu ve genel sağlığı iyileştirmek için kısa süreli oruç kullanarak yemek zamanını manipüle eden çeşitli programları kapsayan geniş bir terimdir (Nowosad & Sujka, 2021). Bu çalışma aralıklı oruç türleri, metabolik ve mikrobiyota etkileri incelenmesi ve aralıklı orucun kalori kısıtlamalı diyet ile kıyaslamasını yapmak amacıyla planlanmıştır.

Aralıklı Oruç Türleri

Aralıklı oruç protokolleri arasındaki ortak tema, bireylerin tipik gece orucundan daha uzun süreler boyunca periyodik olarak yemekten kaçınmalarıdır. Bu programlar tipik olarak enerji kısıtlamasına yol açmaktadır ancak kısıtlamanın her gün sürdürülmesi zorunlu değildir (Tinsley & La Bounty, 2015). Tablo 1’de aralıklı oruç türleri özetlenmiştir.

Alternatif gün orucu

Kilo vermek için yaygın olarak kullanılan bir strateji kalori kısıtlamasıdır. Uyumu iyileştirmek için aralıklı kalori kısıtlama rejimleri tasarlanmıştır. Son zamanlarda ortaya çıkan aralıklı bir kalori kısıtlama rejimi, alternatif gün orucudur (Alhamdan & ark., 2016). Alternatif gün orucu, enerji içeren yiyecek veya içeceklerin tüketilmediği "oruç günleri" ile yiyecek ve içeceklerin ad libitum tüketildiği günlerin dönüşümlü olarak tüketildiği günleri içermektedir (Patterson & ark., 2015). Alternatif gün orucu uzun süreli insan denemelerinde (2-3 ay), vücut ağırlığında yaklaşık %3-7 oranında eksilmeyle birlikte arter hastalığı riskini ve insan vücudunun diğer biyokimyasal indekslerini (düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol, trigliseridler) azaltmıştır (Cui & ark., 2020).

Değiştirilmiş alternatif gün orucu

Değiştirilmiş rejimler, programlanmış oruç günlerinde enerji ihtiyacının %20-25’inin tüketilmesine izin vermektedir. Yapılan çalışmalarda değiştirilmiş alternatif gün orucunun obez bireylerin

kilo vermelerine ve toplam vücut yağ kütlelerini kaybetmelerine yardımcı olmak için etkili, kısa vadeli bir diyet müdahalesi olduğu gösterilmektedir (Eshghinia & ark., 2013).

Tablo 1. Aralıklı Oruç Türleri (Attina & ark., 2021)

	Zaman Kısıtlı Beslenme	Aralıklı Oruç		Uzun Süreli Oruç
		Alternatif Gün Orucu	Değiştirilmiş Alternatif Gün Orucu	
Tanım	Bu, gıda alımının her gün 8-12 saat veya daha kısa bir zaman penceresiyle sınırlandırıldı ıgı bir yeme modelidir.	Bu aralıklı oruç formu, iki günde bir veya haftanın belirli günlerinde oruç tutmayı içerir. Aç kalınmayan günlerde ad libitum kalori alımı izlenir.	Bu, oruç günlerinde ciddi ve spesifik bir kalori kısıtlaması olan alternatif gün orucuna benzer bir aralıklı oruç şeklidir. Oruç günlerinde, kalori alımı diyet gereksinimleri nin %15-25'ini oluşturur. Oruç olmayan günlerde ad libitum diyeti uygulanır.	4 ila 7 gün arasında uzun bir süre oruç tutmaktan oluşur. İnsanlarda daha az sıklıkla daha uzun süre çalışılmıştır.
Özellikler	Yeme süresini sınırlamak, toplam kalori alımını azaltmak için etkili bir	Bir gün aç, ertesi gün ziyafet çekiyor. Sadece oruç günlerinde bir kalori	Kısıtlama günleri ardışık değildir ve yalnızca küçük bir yiyecek girişini	Ardışık oruç günlerinde genellikle sadece suya izin verilir .

	Zaman Kısıtlı Beslenme	Aralıklı Oruç		Uzun Süreli Oruç
		Alternatif Gün Orucu	Değiştirilmiş Alternatif Gün Orucu	
	strateji olabilir. Mutlaka kalori kısıtlaması içermesi gerekmez .	kısıtlaması beklenir.	içerir. Oruç tutulmayan günlerde, yiyecek alımı serbesttir.	
Yaygın Olarak Uygulanan Yöntem	16/8: yemek yemeye ve 16 saat aç kalmaya izin verilen 8 saat/gün beslenme penceresi . 12/12: beslenme ve aç kalma süreleri aynı. Bunun, sağlığı iyileştirmek ve kiloyu korumak için en basit zaman kısıtlı beslenme türü olduğu iddia edilmektedir .	5/2: Bu, Alternatif gün orucunun en yaygın örneğidir. Kaloriler 2 gün ciddi şekilde kısıtlanır (tercihen ardışık olmayan) ve ardından haftanın diğer 5 günü normal yemek yeme gerçekleşir.	5/2: Toplam Günlük Enerji harcamasının %15–25'i, haftada birbirini takip etmeyen 2 oruç günü boyunca önerilir. Geri kalan 5 gün boyunca ad libitum gıda alımı .	Yaygın olarak uygulanan yöntemler tanımlanmamıştır . Katı gıda alımının kısıtlandığı kasıtlı oruç dönemleri uygulanmaktadır.

Zaman kısıtlı beslenme

Zaman kısıtlı beslenme terimi, aralıklı orucun bir alt kategorisi olarak “gıda alımının her gün 8 saat veya daha az bir zaman penceresiyle sınırlandırıldığı bir yeme modelini” tanımlamak

için kullanılmaktadır. Zaman kısıtlı beslenmenin bir aralıklı oruç diyeti türü olarak sınıflandırılması sıkıntılıdır çünkü zaman kısıtlı besleme, tam bir gün oruç tutmaktan veya hatta değiştirilmiş bir oruç gününden (genellikle bireylerin günlük enerji ihtiyaının %25'ini tükettiği bir gün olarak tanımlanmaktadır) temelden farklıdır (Rynders & ark., 2019). Zaman kısıtlı beslemede gözlemlenen uzamış sabah oruç sresinin ad libitum ögle yemeği sırasında telafi edici alıma neden olmadığı ve öğleden sonra iştahi arttırmadığı bilinmektedir. Bu nedenle zaman kısıtlı besleme, günlük alışkanlıklarını önemli ölçüde değiştiren kısıtlayıcı diyetlerle mücadele eden kişiler için bir alternatif olabilmektedir (Schroder & ark., 2021).

Dini oruç

Diyet, çeşitli inançların dini geleneklerinde ayrılmaz bir rol oynamaktadır. Birçok din için bu rol, özel oruç dönemleri şeklinde kendini göstermektedir. Dini oruç genellikle büyük bir ruhsal gelişim zamanı olsa da, kişinin fiziksel sağlığında büyük bir gelişme zamanı da olabilmektedir (Trepanowski & Bloomer, 2010). Hristiyanlık, Yahudilik ve İslam'da birçok dini oruç biçimi bulunmaktadır (Hoddy & ark., 2020).

Müslümanlar için zorunlu bir yükümlülük olan Ramazan orucu, dini oruç biçimlerinden biri olarak kabul edilen en yaygın uygulanan aralıklı oruç formlarından biridir. Ardışık 29-30 gün boyunca şafaktan gün batımına kadar su da dahil olmak üzere tüm yiyecek ve içeceklerden tamamen uzak durmayı içermektedir (Madkour & ark., 2023). Rum Ortodoks Hristiyanlar için ise  temel oruç dönemi vardır. İlki Noel'den önceki toplam 40 gün (et, süt ürünleri ve yumurtaya izin verilmezken, arşamba ve cuma günleri hariç balık ve zeytinyağına izin verilmektedir. İkincisi Paskalya'dan 48 gün öncedir ve paskalya sırasında balığa sadece iki gün izin verilirken et, süt ürünleri ve yumurtaya izin verilmemektedir. Aynı zamanda zeytinyağı tüketimine sadece hafta sonları izin verilmektedir. Üçüncüsü ise sadece 6 Ağustos'ta izin verilen balık tüketimi hariç, paskalya ile aynı diyet kurallarının

geçerli olduğu ağustos ayında toplam 15 gün tutulan oruçtur.Yıl boyunca tüm oruç günlerinde karides, kalamar, mürekkep balığı, ahtapot, ıstakoz, yengeç ve salyangoz gibi deniz ürünlerine izin verilmektedir (Sarri & ark., 2003). İncil'e dayalı Daniel Fast ise hayvansal ürünlerin, rafine karbonhidratların, gıda katkı maddelerinin, koruyucuların, tatlandırıcıların, kafein ve alkolün tüketimini yasaklamaktadır. 10 ve 40 günlük oruçlar şeklinde tutulmasına rağmen en sık 21 gün boyunca uygulanmaktadır (Trepanowski & Bloomer, 2010).

Aralıklı Orucun Çeşitli Parametrelere Etkileri

Aralıklı orucun vücut kompozisyonu üzerine etkisi

Aralıklı oruç, vücut kompozisyonunu ve genel sağlığı iyileştirmek için kısa süreli oruçlardan yararlanarak yeme durumlarının zamanlamasını değiştiren çeşitli programları kapsayan geniş bir terimdir (Tinsley & La Bounty, 2015). İnsanlarda aralıklı oruç ile ilgili çalışmaların çoğu, aralıklı orucun obez ve fazla kilolu denekler arasında ağırlığı azaltmak ve olumsuz metabolik parametreleri düzeltmek için potansiyel bir strateji olup olamayacağını değerlendirmiştir. Kilo yönetimi için sürekli enerji kısıtlamasına uzun vadeli uyum sorunları iyi bilindiği için bu önemlidir (Mattson & ark., 2017). Pratikte günlük kalori kısıtlamasının daha uygulanabilir olabilecek başka bir diyet stratejisi ise alımın bireyin enerji ihtiyacının %25'i (yaklaşık 500) ile sınırlı olduğu bir "oruç günü"nden oluşan alternatif bir gün oruç rejimidir (Razavi & ark., 2021). BKI>30 olan astım hastası olan on deneğin, 8 hafta boyunca bir alternatif gün orucuna tabi tutulmuştur. Diyete bağlı kalan deneklerden dokuzunun ağırlıklarında ortalama %8'lik azalma gözlemlenmiştir. Aynı zamanda pulmoner fonksiyonda ve oksidatif stres ve inflamasyon belirteçlerinde iyileşmeler yaşanmıştır. Buna rağmen alternatif gün kalori kısıtlamasının astımlı kişilerde oksidatif stresi ve enflamasyonu azalttığı mekanizmalar net değildir (Johnson & ark., 2007).

Normal kilolu veya fazla kilolu (BKI 20–29.9 kg/m²) otuz iki denek, 12 hafta boyunca bir alternatif gün orucu grubuna veya bir kontrol grubuna randomize edilmiştir. 12. haftada kontrol grubuna göre alternatif gün orucu grubunda vücut ağırlığı $5,2 \pm 0,9$ kg (%6,5 $\pm$ 1,0) ve yağ kütlesi $3,6 \pm 0,7$ kg azalmıştır. Bunun yanında yağsız kütle, kontrollere göre değişmeden kalmıştır. Bu çalışmada örneklem büyüklüğü yeterli olmamakla birlikte çalışma boyunca fiziksel aktivite değerlendirilmemiştir. Bu nedenle egzersizden artan enerji harcamasıyla ilişkili kilo kaybı derecesi bilinmemektedir (Varady & ark., 2013). Bir başka çalışmada da dahil edilen 30 aşırı kilolu veya obez kadından 15'i, 2 hafta gözlemden ve 6 haftalık alternatif gün orucu diyetini içeren 8 haftalık bir çalışmayı tamamlamıştır. Alternatif gün orucunun, 6 haftalık diyetin ardından başlangıca göre deneklerde ortalama %7,1'lik bir kilo kaybıyla sonuçlandığını göstermiştir. Aynı zamanda visseral yağ kütlesibel çevresi başlangıca göre %5,7 azalmıştır. Bu çalışmada da örneklem sınırlılığı ve 8 haftadan kısa süreli olduğu da göz önüne alınmalıdır (Eshghinia & ark., 2013).

Öte yandan kemirgen çalışmaları, günlük yeme süresini azaltmanın kilo, vücut kompozisyonu ve metabolizma üzerinde yararlı etkileri olduğunu göstermiştir. Daha da önemlisi, bu etkiler günlük enerji alımında bir azalma olmadan bile görülebilmektedir (Rynders & ark., 2019). Yapılan bir çalışmada; direnç eğitimi almış otuz dört erkek rastgele olarak zaman kısıtlamalı beslenme veya normal diyet grubuna atanmıştır. Normal diyet grubundakiler ve zaman kısıtlı beslenme grubundaki denekler enerji ihtiyaçlarının %100'ünü tüketmişlerdir. Zaman kısıtlı besleme grubundaki denekler her gün 8 saatlik bir süre içinde tüketmişlerdir. Sonuç olarak, direnç eğitimi ile birlikte her gün 8 saatlik bir pencerede tüm kalorilerin tüketildiği aralıklı bir oruç programının sağlıkla ilgili bazı biyobelirteçleri iyileştirebileceğini, yağ kütlesini azaltabileceğini ve direnç eğitimi erkeklerde kas kütlesini koruyabileceğini göstermektedir (Moro & ark., 2016). Fazla kilolu ve obez olan ve yemek yeme pencerelerini ad libitum 8 saat ile sınırlayan daha yaşlı, sedanter yetişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada vücut ağırlığında

önemli azalmalar sağlamıştır. Bunun yanında erkeklerde visseral yağ kitlesi ve bel çevresinde anlamlı bir azalma gözlenmişken, kadınlarda anlamlı bir fark görülmemiştir. Ayrıca zaman kısıtlamalı beslenme planına (16/8) bağlı kalabildiklerinden bu diyet yaklaşımının yaşlı yetişkinler tarafından kabul edildiğini ve iyi tolere edildiğini de göstermektedir (Domaszewski & ark., 2023).

Aralıklı ve sürekli enerji kısıtlaması, 6 aylık randomize bir pilot çalışmada ise hem sürekli veya günlük enerji kısıtlaması hem de aralıklı enerji kısıtlaması, 12 haftalık bir kilo verme programında klinik olarak anlamlı kilo kaybı ve yağ kaybı ile sonuçlanmıştır. Bunun yanında gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Bu da aralıklı enerji kısıtlamasının kilo yönetimi için sürekli enerji kısıtlamasına göre alternatif ancak üstün bir seçenek olmadığına dair daha fazla kanıt sağlamaktadır (Steger & ark., 2021).

Aralıklı orucun biyokimyasal bulgular üzerine etkisi

Çalışmalar, terapötik açlığın klinik riski azaltmak için önemli faydalar sağlayabileceğini göstermektedir. İnsanlarda yağ kütlesi, LDL-kolesterol partikül boyutu, LDL kolesterol, trigliseritler ve C-reaktif proteindeki azalmalar gibi terapötik açlık denemelerinde daha fazla dikkate alınmaya değer önemli metabolik ve kardiyovasküler yararlar bildirilmiştir (Horne & ark., 2015). Ayrıca glikoz toleransını iyileştirme gibi birçok yönden insan sağlığına olumlu etkisi de gösterilmiştir (Zang & ark., 2022).

Obez on altı erişkinde kontrollü olarak uygulanan alternatif gün orucunun koroner arter hastalığı risk göstergeleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. 8 haftalık diyetin ardından vücut ağırlığı $5,6 \pm 1,0$ kg ($\%5,8 \pm 1,1$) ve Vücut yağ yüzdesi de $\%45 \pm 2$ 'den $\%42 \pm 2$ 'ye azalmıştır. Toplam kolesterol, LDL kolesterol ve triasilgliserol konsantrasyonları, Alternatif gün orucunun 8 haftasından sonra sırasıyla $\%21 \pm \%4$, $\%25 \pm \%10$ ve $\%32 \pm \%6$ azalırken HDL kolesterol değişmeden kalmıştır. Sistolik kan basıncı ise 124 ± 5 'ten 116 ± 3 mm Hg'ye düşüş göstermiştir (Cienfuegos & ark., 2020).

Obezite ve hafif kilolu olmak artan insülin direnci ile bağlantılıdır. HOMA-IR ve kantitatif insülin duyarlılığı hesaplama indeksi (Quicki) gibi, insülin direncini değerlendiren yaygın olarak bulunan ve bunu açlık glukozu ve insülin konsantrasyonlarından kolayca hesaplayan birçok gösterge vardır (Stanek & ark., 2022). Yapılan başka bir çalışmada obez yetişkinler 4 saatlik zaman kısıtlı beslenme (yalnızca 15:00 ile 19:00 arasında yemek), 6 saatlik zaman kısıtlı beslenme (yalnızca 13:00 ile 19:00 arasında yemek) veya bir kontrol grubu (yemek zamanlaması kısıtlaması yok) olarak randomize edilmiştir. 8 hafta boyunca 4 saatlik ve 6 saatlik zaman kısıtlı beslenmenin, obezite ve insülin direnci olan kişilerde açlık hiperinsülinemisini ve insülin direnci indeksinin (HOMA-IR) homeostatik model değerlendirmesini eşit derecede iyileştirdiğini, ancak açlık plazma glukozunda ve hbA1c'de değişiklik olmadığını bildirmiştir (Cienfuegos & ark., 2020).

Bu çalışmalara ek olarak kilolu veya obez kadınlara 3 ay boyunca aralıklı açlık ve günlük enerji kısıtlaması uygulanmıştır. Hem aralıklı oruç ve karbonhidrat kısıtlamasının hem de günlük enerji kısıtlamasının önemli kilo kaybına ve metabolik hastalık risk belirteçlerinde iyileşmelere yol açtığı bulunmuştur. Aralıklı enerji ve karbonhidrat kısıtlama grubu, günlük enerji kısıtlama grubuna kıyasla insülin direncinde, açlık insülin seviyelerinde ve inflamatuvar belirteçlerde daha fazla azalmaya sahip olduğu görülmüştür (Harvie & ark., 2013). 18-65 yaş arası metabolik sendromlu 70 hasta üzerinde yapılan bir başka çalışmada; denekler aralıklı enerji Kısıtlaması müdahale grubu ve sürekli enerji kısıtlaması kontrol grubuna randomize edilmiştir. Sadece altmış beş denek, sorunsuz bir şekilde tamamlamıştır. 12. haftada sistolik ve diyastolik kan basıncı, LDL, TC, TG, açlık glukozu, HOMA-IR ve HbA1c her iki grupta da önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Fakat kan basıncı, lipid profili ve glisemik parametre değişikliklerinde gruplar arası fark görülmemiştir. HDL değerleri her iki grupta da neredeyse benzer kalmıştır (Kunduraci & ark., 2020).

Obezitesi olan bireylerde aralıklı ve sürekli enerji kısıtlaması diyetlerinin karşılaştırıldığı bir randomize kontrollü çalışmada ;

glukoz metabolizmasında benzer gelişmeler görülmüştür. Aynı zamanda her iki yöntemin de vücut ağırlığı, vücut bileşimi, kan basıncı, lipid profili açısından da benzer gelişmelere yol açtığı da bulunmuştur (Pinto & ark., 2020). Tip 2 diyabet teşhisi konulmuş ve metformin kullanan obez on katılımcı üzerinde yapılan bir çalışmada da iki haftalık 18-20 saatlik günlük açlıktan sonra vücut ağırlığının yanında açlık ve tokluk glukoz düzeylerinde bir azalma saptanmıştır. Bununla birlikte, insülin veya sülfonilüre gibi hipoglisemik ilaçlar kullanan hastalarda aralıklı orucun uygulanması hipoglisemi riskinin artmasına katkıda bulunabilmektedir. Tedavide İnsülin/sülfonilüre alan hastaların %35'inde hipoglisemi görülmüştür (Ojo & ark., 2022).

Aralıklı orucun mikrobiyota üzerine etkisi

İnsan mikrobiyotası, konakçı ile simbiyotik bir ilişki kuran bakteriler, arkealar, virüsler, mantarlar ve protozoa dahil olmak üzere çeşitli ve dinamik bir mikroorganizma popülasyonundan oluşmaktadır (González & ark., 2021). Diyet ve diyet bileşenleri, bağırsak mikrobiyotasının bileşimi üzerinde etkiye sahiptir ve bakteri florasındaki değişime en önemli katkıda bulunanlar arasındadır (Beam & ark., 2021). Sindirilemeyen liflerden üretilen kısa zincirli yağ asitleri, genellikle konakçı için avantajlı etkilere sahiptir. Bakteriler tarafından yapılan bu kısa zincirli yağ asitleri (Asetat, bütirat ve propiyonatgibi) yalnızca karaciğer ve bağırsak epiteli için hayati enerji kaynakları olarak görev almamaktadır. Aynı zamanda insülin sekresyonunu, bağışıklık sistemi aktivitesini, iştahı, beyin fonksiyonunu ve yağ dokusunu değiştirme gücüne de sahiptir (Zeb & ark., 2023). Bağırsak mikrobiyotasının bileşimi, çeşitliliği ve aktivitesi, diyet kalıpları veya belirli besin bileşenleri tarafından kolayca değiştirilebilmektedir (Nogal & ark., 2021). Bağırsak mikrobiyota bileşiminin diyet değişiklikleri ve aralıklı oruç yoluyla manipüle edilmesi, disbiyozu ve konakçı metabolik bozuklukları tersine çevirmek için potansiyel olarak etkili bir "farmako-beslenme" stratejisi olarak ortaya çıkmıştır (Zeb & ark., 2023).

Aralıklı açlığın bağırsak mikrobiyomu üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada obez olmayan sağlıklı gönüllülerde bağırsak mikrobiyomunun önemli ölçüde yeniden şekillenmesini tetiklediğini ve bütirik asit üreten Lachnospiraceae'yi artırdığı görülmüştür (Su & ark., 2021). Ayrıca aralıklı orucun Lactobacillus, Ruminococcus ve Akkermansia suşlarının bolluğunda önemli bir artışa yol açtığı ve Helicobacter, Prevotella ve Parasutterella bolluğunda önemli bir azalma olduğu da gözlemlenmiştir (Mousavi & ark., 2022). Fakat bu belirtilerin oruç kesildikten sonra kaybolduğu görülmüştür (Su & ark., 2021).

Metabolik sendromlu hastalarda, kan basıncında belirgin bir düşüş olan hastaların, başlangıçta kısa zincirli yağ asidi üreten bakteri seviyeleri daha düşük olan hastalar olduğu sonucuna varılmıştır (Stanek & ark., 2022). Bağırsak mikrobiyotasını şekillendirme ve kan basıncını düşürmede aralıklı açlığın etkinliğini inceleyen bir çalışmada aralıklı oruç grubundaki sıçanların, kontrol grubundan önemli ölçüde daha düşük kan basıncına sahip olduğu bulunmuştur (Shi & ark., 2021).

Öte yandan yağ dokusu, farklı özelliklerine göre alt gruplara ayrıldığı bilinmektedir. Beyaz adipoz doku fazla enerjiyi yağ asitleri olarak depolarken, kahverengi adipoz doku termojenezden sorumludur ve insülin duyarlılığı ve glukoz homeostazı üzerinde bir etkiye sahiptir (Stanek & ark., 2022). Aralıklı orucun beyaz adipoz dokusunun bekleşmesini indükleyebildiği görülmüştür. Oruç sırasında asetat ve laktat gibi bağırsak mikrobiyotası fermantasyon ürünleri artmaktadır. Bu ürünler, bej hücrelerde monokarboksilat taşıyıcı 1 ekspresyonunun yukarı regülasyonu ile birlikte obeziteyi, insülin direncini ve hepatik steatozu iyileştirmektedir (Li & ark., 2017). Ayrıca bağırsak homeostazının korunmasında safra asitleri de kritik bir rol oynamaktadır. Safra asitlerine yönelik hedefli metabolomik analizde, hem birincil hem de ikincil safra asitlerinin profillerinin kısa ve uzun vadeli aralıklı oruçtan sonra önemli ölçüde değiştiği gösterilmiştir. Özellikle kısa süreli aralıklı oruç, sekonder safra asitleri HDCA, LCA, muroCA ve 6-ketoLCA'yı önemli ölçüde artırmıştır. Uzun vadeli aralıklı oruçta, LCA'nın göreceli bolluğu

önemli ölçüde artmıştır. Dışkıdaki LCA, DCA ve HDCA'nın farelerde dekstran sülfat sodyumun neden olduğu koliti iyileştirdiği ve mukozal onarımı hızlandırdığı bulunmuştur (Wu & ark., 2022).

Sonuç

Bu derlemede ; aralıklı orucun , vücut kompozisyonu ,biyokimyasal bulgular ve mikrobiyota üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda özellikle yağsız vücut kütleini koruyarak yağ kütleini azaltabildiği ve bu sayede vücut bileşimini iyileştirebileceği görülmüştür. Ayrıca yağ kütlei, LDL-kolesterol partikül boyutu, LDL kolesterol, trigliseritler ve C-reaktif proteindeki azalmalar gibi terapötik açlık denemelerinde daha fazla dikkate alınmaya değer önemli metabolik ve kardiyovasküler yararlar bildirilmiştir. Aynı zamanda mikrobiyota üzerine de olumlu etkileri görülmüştür. Bu olumlu sonuçlara rağmen enerji kısıtlamalı diyetlere kıyasla anlamlı farklılıklar da görülmemiştir. Bu yüzden de aralıklı orucun vücut kompozisyonunu ve genel sağlığı iyileştirmek isteyen bireyler için günlük kalori kısıtlamasına bir alternatif olarak düşünülmesi önerilmektedir. Öte yandan tüm popölasyona genellenememesinden dolayı daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

Alhamdan, B. A., Garcia-Alvarez, A., Alzahrnai, A. H., Karanxha, J., Stretchberry, D. R., Contrera, K. J., Utria, A. F., & Cheskin, L. J. (2016). Alternate-day versus daily energy restriction diets: which is more effective for weight loss? A systematic review and meta-analysis. *Obesity science & practice*, 2(3), 293–302.

Attinà, A., Leggeri, C., Paroni, R., Pivari, F., DeiCas, M., Mingione, A., Dri, M., Marchetti, M., & DiRenzo, L. (2021). Fasting: How to Guide. *Nutrients*, 13(5), 1570.

Beam, A., Clinger, E., & Hao, L. (2021). Effect of Diet and Dietary Components on the Composition of the Gut Microbiota. *Nutrients*, 13(8), 2795.

Cienfuegos, S., Gabel, K., Kalam, F., Ezpeleta, M., Wiseman, E., Pavlou, V., Lin, S., Oliveira, M. L., & Varady, K. A. (2020). Effects of 4- and 6-h Time-Restricted Feeding on Weight and Cardiometabolic Health: A Randomized Controlled Trial in Adults with Obesity. *Cell metabolism*, 32(3), 366–378.

Cui, Y., Cai, T., Zhou, Z., Mu, Y., Lu, Y., Gao, Z., Wu, J., & Zhang, Y. (2020). Health Effects of Alternate-Day Fasting in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in nutrition*, 7, 586036.

Domaszewski, P., Konieczny, M., Dybek, T., Łukaniszyn-Domaszewska, K., Anton, S., Sadowska-Krępa, E., & Skorupska, E. (2023). Comparison of the effects of six-week time-restricted eating on weight loss, body composition, and visceral fat in overweight older men and women. *Experimental gerontology*, 174, 112116.

Eshghinia, S., & Mohammadzadeh, F. (2013). The effects of modified alternate-day fasting diet on weight loss and CAD risk factors in overweight and obese women. *Journal of diabetes and metabolic disorders*, 12(1), 4.

González Olmo, B. M., Butler, M. J., & Barrientos, R. M. (2021). Evolution of the Human Diet and Its Impact on Gut

Microbiota, Immune Responses, and Brain Health. *Nutrients*, 13(1), 196.

Harvie, M., Wright, C., Pegington, M., McMullan, D., Mitchell, E., Martin, B., Cutler, R. G., Evans, G., Whiteside, S., Maudsley, S., Camandola, S., Wang, R., Carlson, O. D., Egan, J. M., Mattson, M. P., & Howell, A. (2013). The effect of intermittent energy and carbohydrate restriction v. daily energy restriction on weight loss and metabolic disease risk markers in overweight women. *The British journal of nutrition*, 110(8), 1534–1547.

Hoddy, K. K., Marlatt, K. L., Çetinkaya, H., & Ravussin, E. (2020). Intermittent Fasting and Metabolic Health: From Religious Fast to Time-Restricted Feeding. *Obesity*, 28(1), 29–37.

Horne, B. D., Muhlestein, J. B., & Anderson, J. L. (2015). Health effects of intermittent fasting: hormesis or harm? A systematic review. *The American journal of clinical nutrition*, 102(2), 464–470.

Johnson, J. B., Summer, W., Cutler, R. G., Martin, B., Hyun, D. H., Dixit, V. D., Pearson, M., Nassar, M., Telljohann, R., Maudsley, S., Carlson, O., John, S., Laub, D. R., & Mattson, M. P. (2007). Alternate day calorie restriction improves clinical findings and reduces markers of oxidative stress and inflammation in overweight adults with moderate asthma. *Free radical biology & medicine*, 42(5), 665–674.

Kunduraci, Y. E., & Ozbek, H. (2020). Does the Energy Restriction Intermittent Fasting Diet Alleviate Metabolic Syndrome Biomarkers? A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 12(10), 3213.

Li, G., Xie, C., Lu, S., Nichols, R. G., Tian, Y., Li, L., Patel, D., Ma, Y., Brouwer, C. N., Yan, T., Krausz, K. W., Xiang, R., Gavrilova, O., Patterson, A. D., & Gonzalez, F. J. (2017). Intermittent Fasting Promotes White Adipose Browning and Decreases Obesity by Shaping the Gut Microbiota. *Cell metabolism*, 26(4), 672–685.e4.

Madkour, M., Giddey, A. D., Soares, N. C., Semreen, M. H., Bustanji, Y., Zeb, F., Halwani, R., & Faris, M. E. (2023). Ramadan diurnal intermittent fasting is associated with significant plasma metabolomics changes in subjects with overweight and obesity: A prospective cohort study. *Frontiers in nutrition*, 9, 1008730.

Mattson, M. P., Longo, V. D., & Harvie, M. (2017). Impact of intermittent fasting on health and disease processes. *Ageing research reviews*, 39, 46–58.

Moro, T., Tinsley, G., Bianco, A., Marcolin, G., Pacelli, Q. F., Battaglia, G., Palma, A., Gentil, P., Neri, M., & Paoli, A. (2016). Effects of eight weeks of time-restricted feeding (16/8) on basal metabolism, maximal strength, body composition, inflammation, and cardiovascular risk factors in resistance-trained males. *Journal of translational medicine*, 14(1), 290.

Mousavi, S. N., Rayyani, E., Heshmati, J., Tavasolian, R., & Rahimlou, M. (2022). Effects of Ramadan and Non-Ramadan Intermittent Fasting on Gut Microbiome. *Frontiers in nutrition*, 9, 860575.

Nogal, A., Valdes, A. M., & Menni, C. (2021). The role of short-chain fatty acids in the interplay between gut microbiota and diet in cardio-metabolic health. *Gut microbes*, 13(1), 1–24.

Nowosad, K., & Sujka, M. (2021). Effect of Various Types of Intermittent Fasting (IF) on Weight Loss and Improvement of Diabetic Parameters in Human. *Current nutrition reports*, 10(2), 146–154.

Ojo, T. K., Joshua, O. O., Ogedegbe, O. J., Oluwole, O., Ademidun, A., & Jesuyajolu, D. (2022). Role of Intermittent Fasting in the Management of Prediabetes and Type 2 Diabetes Mellitus. *Cureus*, 14(9), e28800.

Patterson, R. E., Laughlin, G. A., LaCroix, A. Z., Hartman, S. J., Natarajan, L., Senger, C. M., Martínez, M. E., Villaseñor, A., Sears, D. D., Marinac, C. R., & Gallo, L. C. (2015). Intermittent

Fasting and Human Metabolic Health. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 115(8), 1203–1212.

Pinto, A. M., Bordoli, C., Buckner, L. P., Kim, C., Kaplan, P. C., Del Arenal, I. M., Jeffcock, E. J., & Hall, W. L. (2020). Intermittent energy restriction is comparable to continuous energy restriction for cardiometabolic health in adults with central obesity: A randomized controlled trial; the Met-IER study. *Clinical nutrition*, 39(6), 1753–1763.

Razavi, R., Parvaresh, A., Abbasi, B., Yaghoobloo, K., Hassanzadeh, A., Mohammadifard, N., Clark, C. C. T., & MortezaSafavi, S. (2021). The alternate-day fasting diet is a more effective approach than a calorie restriction diet on weight loss and hs-CRP levels. *International journal for vitamin and nutrition research. Internationale Zeitschrift für Vitamin- und Ernährungsforschung. Journal international de vitaminologie et de nutrition*, 91(3-4), 242–250.

Rynders, C. A., Thomas, E. A., Zaman, A., Pan, Z., Catenacci, V. A., & Melanson, E. L. (2019). Effectiveness of Intermittent Fasting and Time-Restricted Feeding Compared to Continuous Energy Restriction for Weight Loss. *Nutrients*, 11(10), 2442.

Santos HO, Genario R, Tinsley GM, Ribeiro P, Carteri RB, Coelho-Ravagnani CF, Mota JF. (2022). A scoping review of intermittent fasting, chronobiology, and metabolism. *Am J Clin Nutr.*, 115(4), 991-1004.

Sarri, K. O., Tzanakis, N. E., Linardakis, M. K., Mamalakis, G. D., & Kafatos, A. G. (2003). Effects of Greek Orthodox Christian Church fasting on serum lipids and obesity. *BMC public health*, 3, 16.

Schroder, J. D., Falqueto, H., Mânica, A., Zanini, D., de Oliveira, T., de Sá, C. A., Cardoso, A. M., & Manfredi, L. H. (2021). Effects of time-restricted feeding in weight loss, metabolic syndrome

and cardiovascular risk in obese women. *Journal of translational medicine*, 19(1), 3.

Shi, H., Zhang, B., Abo-Hamzy, T., Nelson, J. W., Ambati, C. S. R., Petrosino, J. F., Bryan, R. M., Jr, & Durgan, D. J. (2021). Restructuring the Gut Microbiota by Intermittent Fasting Lowers Blood Pressure. *Circulation research*, 128(9), 1240–1254.

Stanek, A., Brożyna-Tkaczyk, K., Zolghadri, S., Cholewka, A., & Myśliński, W. (2022). The Role of Intermittent Energy Restriction Diet on Metabolic Profile and Weight Loss among Obese Adults. *Nutrients*, 14(7), 1509.

Steger, F. L., Donnelly, J. E., Hull, H. R., Li, X., Hu, J., & Sullivan, D. K. (2021). Intermittent and continuous energy restriction result in similar weight loss, weight loss maintenance, and body composition changes in a 6 month randomized pilot study. *Clinical obesity*, 11(2), e12430.

Su, J., Wang, Y., Zhang, X., Ma, M., Xie, Z., Pan, Q., Ma, Z., & Peppelenbosch, M. P. (2021). Remodeling of the gut microbiome during Ramadan-associated intermittent fasting. *The American journal of clinical nutrition*, 113(5), 1332–1342.

Tinsley GM, La Bounty PM. (2015). Effects of intermittent fasting on body composition and clinical health markers in humans. *Nutr Rev.*, 73(10), 661-74.

Trepanowski, J. F., & Bloomer, R. J. (2010). The impact of religious fasting on human health. *Nutrition journal*, 9, 57.

Varady, K. A., Bhutani, S., Church, E. C., & Klempel, M. C. (2009). Short-term modified alternate-day fasting: a novel dietary strategy for weight loss and cardioprotection in obese adults. *The American journal of clinical nutrition*, 90(5), 1138–1143.

Varady, K. A., Bhutani, S., Klempel, M. C., Kroeger, C. M., Trepanowski, J. F., Haus, J. M., Hoddy, K. K., & Calvo, Y. (2013). Alternate day fasting for weight loss in normal weight and

overweight subjects: a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 12(1), 146.

Wu, J., Man, D., Shi, D., Wu, W., Wang, S., Wang, K., Li, Y., Yang, L., Bian, X., Wang, Q., & Li, L. (2022). Intermittent Fasting Alleviates Risk Markers in a Murine Model of Ulcerative Colitis by Modulating the Gut Microbiome and Metabolome. *Nutrients*, 14(24), 5311.

Zang, B. Y., He, L. X., & Xue, L. (2022). Intermittent Fasting: Potential Bridge of Obesity and Diabetes to Health? *Nutrients*, 14(5), 981.

Zeb, F., Osaili, T., Obaid, R. S., Naja, F., Radwan, H., Cheikh Ismail, L., Hasan, H., Hashim, M., Alam, I., Sehar, B., & Faris, M. E. (2023). Gut Microbiota and Time-Restricted Feeding/Eating: A Targeted Biomarker and Approach in Precision Nutrition. *Nutrients*, 15(2), 259.

BÖLÜM II

Sağlıklı Beslenme ve Gıda Güvenliğinde Gıdaomiks Uygulamaları

Gözde PARLAK¹

Giriş

Hipokrat'ın "Gıda ilacınız, ilaç da gıdanız olsun" sözü göz önünde bulundurulduğunda, gıdanın insan sağlığı için önemi yeni bir kavram değildir; analitik yöntemlerdeki son gelişmeler, bilim insanlarının gıdanın insan sağlığındaki rolünü sadece varsaymak yerine göstermelerine olanak sağlamıştır. Dolayısıyla, günümüzde iyi bir diyetin sağlık için önemli olduğunun ifade edilmesinin dışında, bu sağlık etkilerinin altında yatan mekanizmaları kanıtlanarak gösterilmesi gerekir. Gıdaomiks, insan beslenmesinin iyileştirilmesi ışığında gıda biliminden yararlanmak için kapsamlı, yüksek verimli bir yaklaşımdır. Gıdaomiks, ana hedef olan insan sağlığı ve refahının optimizasyonuna ulaşmak için gıda alanını

¹ Dr.; Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, gozdeparlak@firat.edu.tr ORCID No: 0000-0002-8982-887X

beslenme alanıyla bir bütün olarak inceleyen yeni bir gıda ve beslenme yaklaşımıdır (Capozzi & Bordoni, 2013).

Bu kitap bölümünde Gıdaomiks uygulamalarının sağlıklı beslenme ve gıda güvenliği açısından önemi üzerine yapılmış çeşitli çalışmalardan derleme yöntemiyle elde edilen bilgiler sunulmuştur.

Gıdaomiks

Gıdaomiks ("FoodOmics") terimi bilimsel literatürde ilk kez 2009 yılında ortaya çıkmıştır. Aynı yıl, ilk Uluslararası FoodOmics Konferansı Cesena'da gerçekleşmiştir. Gıdaomiks, İtalya'nın Cesena kentinde düzenlenen ilk uluslararası konferansın (foodomics.eu) yapıldığı 2009 yılından bu yana farklı kültürel geçmişlere sahip bilim insanlarının ilgisini çekmektedir. Bu konferansın amacı, omik bilimlerdeki uzmanların gıdanın bütünsel tanımına katkıda bulunmaya davet edildiği multidisipliner bir ortamı teşvik etmek ve beslenme alanında bu görüşten yararlanmanın olası bir yolunu izlemektir. Muhtemelen ne konferansın katılımcıları ve bu terimi bilimsel bir makalede ilk kez kullanan Profesör Alejandro Cifuentes, birçok bilim insanının bu alana ilgi duyacağını düşünmemiştir. O zamandan bu yana Gıdaomiks, diğer tüm Omics'ler gibi, yeni araç ve teknolojilerin gelişmesiyle hızla gelişti. Bilimsel dergilerde yayınlanan çok sayıda Gıdaomiks ("FoodOmics") makalesi bunu göstermektedir (Capozzi & Bordoni, 2013, Bordoni & ark., 2014). Bu konuda Profesör Cifuentesin görüşü şu şekildedir; Cifuentes'e göre, gıda kalitesinin ve orijinalliğinin değerlendirilmesi, mevzuata uygun olarak gıda güvenliğini garanti etmek için büyük önem taşımaktadır. Bu, teknolojik süreçlerin ve bunların gıda üzerindeki etkilerinin kontrolünü, gıda bileşiminin karakterizasyonunu, gıda besin değerinin belirlenmesini vb. içerir. Bu klasik konular, Gıda Bilimi ve Teknolojisi alanında çalışan araştırma kurumları, endüstriler, ajanslar ve düzenleyici laboratuvarlar için kilit öneme sahip olmuştur (ve olmaya devam etmektedir). Ayrıca, omik teknolojilerin uygulanması yoluyla Gıda ve Beslenme alanlarını inceleyen bir disiplin olarak tanımladığımız çok yeni Gıdaomiks ("FoodOmics") alanındaki artan faaliyetin de gösterdiği gibi, insan

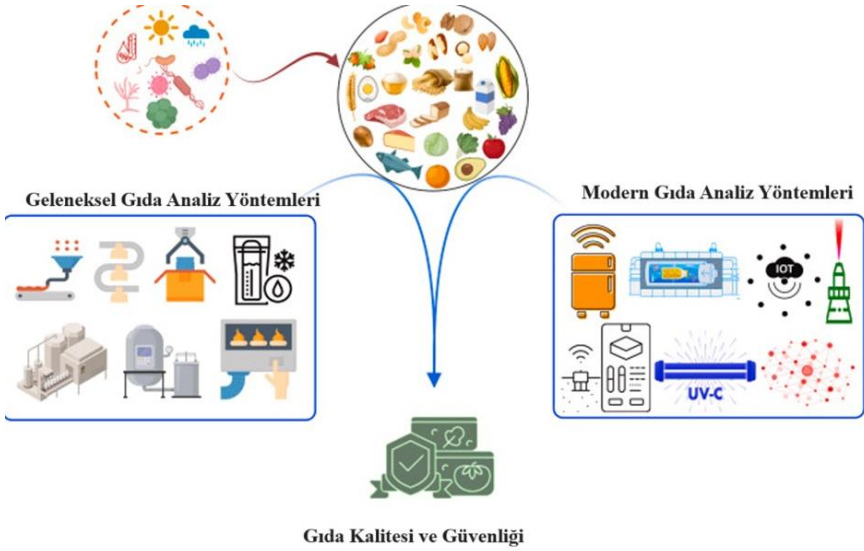
sağlığı üzerinde yararlı etkileri kanıtlanmış (yeni) gıda bileşenlerinin tespiti ve karakterizasyonu modern Gıda Biliminde önemli bir konudur (Cifuentes, 2009).

"-Omics" kavramının "genomics", "proteomics" ve "metabolomics"te ortaya çıkışından bu yana, bu terimin enflasyonist bir kullanımı olmuştur. Gıdalar söz konusu olduğunda, Gıdaomiks/"foodomics" teriminin Cifuentes tarafından bilimsel literatüre kazandırıldıktan sonra tanımı yapılmıştır. İlk tanıma göre "tüketicinin refahını, sağlığını ve bilgisini geliştirmek için gelişmiş -omics teknolojilerinin uygulanması ve entegrasyonu yoluyla Gıda ve Beslenme alanlarını inceleyen bir disiplindir" olarak ifade edilmiştir. Sonrasında bu tanım, gıdanın işlevselliği, hissiyatı, besin değeri ve güvenliğinin yanı sıra tarihi, kökeni, ekolojik ayak izi ve/veya özgünlüğünü analiz etmek için daha da genişletilebilir bir şekilde tanımlanabilir. Dahası, "-omics" terminolojisi göz önüne alındığında araştırılan bir gıda örneğinde ve/veya araştırılan gıda ile etkileşime giren biyolojik bir sistemde belirli bir zamanda mevcut olan tüm bileşiklerin toplamı" olarak görülebilir (Rychlik & ark., 2017). Doğru beslenme, diyetle ilişkili birçok hastalığın ve bunlara bağlı risk faktörlerinin yükünü azaltmanın en etkili ve en az maliyetli yollarından birini sunmaktadır; ancak halk sağlığı perspektifinden ve bireysel öneriler açısından bakıldığında, sağlıklı beslenmeye yönelik mevcut öneriler 100 yıl önce verilenlere benzemektedir. Bu nedenle, modern beslenme araştırmaları, araştırma ve teknolojilerdeki yeni gelişmelerin beslenme sorunlarına uygulandığı varsayıldığında, gelecek nesiller için sağlığın iyileştirilmesine katkıda bulunma konusunda hala büyük bir potansiyele sahiptir. Amerikan Beslenme Derneği, beslenme araştırması ihtiyaçlarının ilerlemesi için kritik öneme sahip beş araç belirlemiştir: omik, biyoinformatik, veri tabanları, biyobelirteçler ve maliyet-etkinlik analizi; omiklerin bireyselleştirilmiş besin gereksinimleri ve bireyin beslenme durumu hakkında bilgi sağlamada önemli bir yeri vardır. Gıdaomiks, insan beslenmesinin iyileştirilmesi ışığında gıda biliminin kullanılmasına yönelik kapsamlı, yüksek verimli bir yaklaşımdır. Gıdaomiks yaklaşımı, beslenme durumunun, yani besinlerin metabolik

ihtiyaçları karşılamak için ne ölçüde mevcut olduğunun değerlendirilmesinde çok önemli ve güvenilir bir yol olabilir. Yeni 'omik tabanlı' yaklaşımlar, kendi kendine bildirilen diyet alım hatalarının önyargısı olmadan diyet tüketimini (veya maruziyetini) objektif olarak değerlendirebilir. Omikler, beslenme durumunu ve sağlık durumunu tek seferde ortaya çıkaran yeni biyobelirteçlere yol açabilir. Omik yaklaşımının potansiyelinden faydalanmak için biyoinformatik, yeni kapsamlı veri tabanları, spesifik biyobelirteçler ve genel bir gıdaomik vizyonuna ihtiyaç vardır (Bordoni & Capozzi, 2014). Gıda bilimi ve beslenme alanındaki araştırmacılar, klasik metodolojilerden daha gelişmiş stratejilere geçerken genellikle tıbbi, farmakolojik ve/veya biyoteknoloji araştırmalarında iyi kurulmuş yöntemlerden de yararlanmaktadırlar. Bu bağlamda Gıdaomiksi, tüketicinin refahını, sağlığını ve bilgisini geliştirmek için gelişmiş omik teknolojilerin uygulanması yoluyla gıda ve beslenme alanlarını inceleyen bir disiplin olarak tanımlarlar. Bu yeni terimin kullanılmasının ardındaki ana fikir, sadece gıda analizi için yeni dönem teknolojilerini kullanmak değil, aynı zamanda postgenomik çağda gıda analizindeki geleneksel ve yeni sorunların araştırılmasının epigenomik, genomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik araçların kullanımı yoluyla yeni cevaplar bulabileceğini vurgulamak olmuştur (Cifuentes, 2012). Gıdaomiks gibi gelişmiş "omik" yaklaşımların bu araştırma alanına girmesi, gıda bilimcilerinin birkaç yıl önce düşünülemeyen sorunlarla yüzleşmesini mümkün kılmıştır. Ancak bu hedeflere ulaşmak için, modern gıda bilimiyle uğraşan araştırmacıların bu yeni metodolojilerden tüm potansiyeli elde edebilmeleri için gelişmiş analitik araçlar konusunda yeterli bir altyapıya sahip olmaları gerekmektedir. Genellikle, sorunun büyük karmaşıklığıyla yzleşebilmek ve üretilen sonuçları rasyonel bir şekilde ele alabilmek için multidisipliner ekipler içinde çalışmak olmazsa olmaz bir koşuldur (García-Cañas & ark., 2012).

Gıdaomiks Uygulamaları

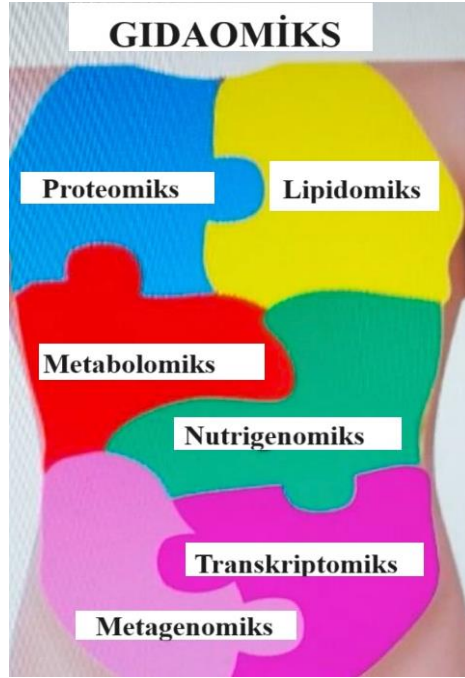
Gıda bilimi ve teknolojisinde analitik yöntemlerdeki ilerleme, insan sağlığı ve gıda kalitesi ve güvenliği ile ilgili yeni ve modern bir yaklaşımı beraberinde getirmiştir. Gıdaomiks yakın zamanda ortaya atılmış bir terimdir ve ilgili omik disiplinlerin bir entegrasyonudur. Bileşen omik yaklaşımlar bugüne kadar biyoloji ve tıp alanlarında kapsamlı bir şekilde uygulanmıştır. Son zamanlarda gıda ve beslenme bilimcileri de bu omik araştırmalarıyla ilgilenmektedir. Gıdaomiks, gıda bileşenlerinin ve besin maddelerinin moleküler düzeyde belirlenmesinde güçlü bir araçtır. Son zamanlarda gıda alanındaki araştırmalar, proteomik, metabolomik, lipidomik, nutrigenomik, metagenomik ve transkriptomik gibi farklı omik disiplinler aracılığıyla analitik teknikler kullanılarak teşvik edilmektedir. Çok sayıda araştırma makalesi, sadece gıda bileşenlerinin analizinde değil, aynı zamanda gıda kimlik doğrulaması ve gıda güvenliği ve kalitesinin değerlendirilmesinde de farklı omik teknolojilerin ayrı ayrı veya birlikte kullanımını ele almaktadır. Omik araştırmalarında ileri analitik tekniklerin kullanılmasının, gıda ve beslenme bilimine geniş bir perspektiften bakan bilim insanlarını güçlendirdiği açıktır (Balkır & ark., 2021). Omik teknolojilerin gıda bilimi ve teknolojisinde uygulanması diğer bir deyişle 'Gıdaomics' gıda güvenliği ve kalite kontrolü ile ilgili sorunları ele almakta, halihazırda yerleşik metodolojileri tamamlamasa da yavaş yavaş onların yerini almaktadır Şekil 1. (Agregán & ark., 2021).



Şekil 1. Gıda endüstrisinde şu anda kullanılmakta olan standart ve yeni uygulamalardan bazıları (Sher & ark., 2023 uyarlanarak alınmıştır)

Farklı araştırma çalışmaları, tüketiciye sunulan gıdanın sürekli iyileştirilmesi arayışında gıda bileşenlerinin analizi için Gıdaomiks yöntemleri ele almıştır. Gıda kalite kontrolü için transkriptomik, proteomik ve metabolomik teknolojilerin kullanımlarını ve analitik araç ve yöntemleri içeren Gıdaomiks çalışmalar, gıdaların biyolojik yapısının anlaşılmasını ve gıda güvenliğinin tespit edilmesine katkıda bulunmaktadır. Gıdaomiks çalışmaların genellikle literatürde Hammadde kalitesinin değerlendirilmesi ve süreç validasyonu-optimizasyonu; İşlenmiş gıdaların kalite kontrolü, Toksinler (Bakteriyel toksinler), Genetiği değiştirilmiş gıdalar gibi çeşitli konu başlıkları altında yapıldığı görülmektedir. Modern gıda üretiminde, hammadde kalitesinin izlenmesi ve gıda prosesinin doğrulanması ve optimizasyonu zincirin temel adımlarıdır. Bunlar, kaliteyi güvence altına almak ve aynı zamanda üretim maliyetlerini optimize etmek için gereklidir. Özellikle, analitik stratejiler ve platformlardaki gelişmeler olarak Gıdaomiks, hem gıda üretimi hem de gıda güvenliği alanlarında yeni perspektifler açmaktadır.

Özellikle kütle spektrometresi (MS) tabanlı tekniklere dayanır (Josić & ark., 2017). Ayrıca gaz kromatografisi (GC) ve sıvı kromatografisi (LC) yüksek çözünürlüklü hassas kütle (HRAM) spektrometrisine dayalı gıdaomiks yöntemleriyle birleştirildiğinde, nihai gıda ürünlerinin daha yüksek düzeyde güvenliği kolayca öngörülebilir (Bergholz & ark., 2014). Ayrıca foodomics, gıda üretim süreçleri ile temizlik ve sanitasyon prosedürleri dahilindeki patojen adaptasyon/sağkalım mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunarak yeni işleme, muhafaza ve depolama yöntemleri için önemli bilgiler sağlar (Josić & ark., 2017). Biyomiks çalışmalarda geleneksel yöntemlerden farklı olarak tek seferde yüksek hacim ve verimlilikte kullanılan biyomik aletler: mikroyarrayler, PCR, elektroforetik teknikler, kromatografik yöntemler, kütle spektroskopisi gibi gelişmiş cihazlar ve veri analizi yapmak için kullanılan daha yüksek istatistiksel yöntemlerdir (Şık, 2019). Literatürde Gıdaomiks çalışmaları; Genomiks, Transkriptomiks, Proteomiks, Metabolimiks, Metagenomiks, Sentetik Biyoloji, Nutrigenomik, Yeşil Gıdaomiks, Lipidomiks gibi alt başlıklar halinde bulabilmekteyiz (Şekil 2). Farklı omik teknolojisiyle yapılabildiği için tümü Gıdaomiks olarak adlandırılabilmektedir (Ertuş & Şanher, 2014).



Şekil 2. Gıdaomiks uygulamalardan bazıları (Balkır & ark., 2021 uyarlanarak alınmıştır)

Gıdaomiks uygulamalarını, çalışma alanlarına göre içerik yönünden özetle açıklayacak olursak; Genomiks; Alt tiplendirme; yeni ve gelişmekte olan patojenlerin karakterizasyonu; test ve terapötik hedeflerin belirlenmesi; bulaşma yollarının karakterizasyonu, Transkriptomiks; Stres ve antimikrobiyal tedavilere patojen yanıtının karakterizasyonu; yeni antimikrobiyal keşifler, Proteomiks; Stres ve antimikrobiyal tedavilere patojen yanıtının karakterizasyonu; yeni antimikrobiyal keşif; patojenlere karşı konak yanıtının karakterizasyonu; protein bazlı test hedeflerinin belirlenmesi, Metabolimiks; Strese, antimikrobiyal tedavilere ve farklı ortamlara (rekabetçi mikroorganizmalar dahil) patojen tepkisinin karakterizasyonu; patojenlere karşı konak tepkisinin karakterizasyonu, Metagenomiks; Karışık kültürlerde patojenlerin tespiti, bulaşma yollarının belirlenmesi; kültürü

yapılamayan yeni patojenlerin tanımlanması; gıda zincirindeki bakteriyel çeşitliliğin karakterizasyonu ve patojen çeşitliliği ve varlığı üzerindeki etkisi, Sentetik Biyoloji; Tespit ve doğrulama çalışmaları için kontrol suşlarının oluşturulması; biyokontrol için kullanılacak antimikrobiyal üretici suşların oluşturulması; tespit ve biyokontrol için yüksek virülanslı ve geniş konak aralığına sahip bakteriyofajların oluşturulması (Bergholz & ark., 2014), Nutrigenomik; Farklı bireylerin benzer diyetlere tam olarak aynı yanıtı veremeyeceği düşüncesinden hareketle hem besinleri hem de genleri veya bunların etkileşimini anlamak için nutrigenomik (gen - besin etkileşimi) çalışmaları kapsar. Nutrisyonel genomik olarak adlandırılan nutrigenomik, en uygun kişisel beslenmeyi belirleyerek insan sağlığını optimize etmeyi ve hastalıkları önlemeyi vaat etmektedir (Şık, 2019). Yeşil Gıdaomiks; ekstraksiyon, numune hazırlama, analiz etme ve yeni gıdaların geliştirilmesinde yeşil teknikler çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmektedir. Lipidomiks; lipidomik sayesinde moleküler düzeyde lipid karakterizasyonunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. (Balkır & ark., 2021).

Sonuç

Gıdaomiks uygulamaları gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından önemli verilerin elde edildiği bir çalışma alanı olarak gittikçe önem kazanmakta ve araştırmacıların ilgisini her geçen gün daha fazla çekmektedir. Bu kitap bölümünde Gıdaomiks uygulamaları hakkında derleme yöntemiyle elde edilen bazı bilgiler sunularak bu alanda literatüre katkı verilmesi amaçlanmıştır.

Kaynakça

Agregán R, Echegaray N, Nawaz A, Hano C, Gohari G, Pateiro M, Lorenzo JM. (2021) Foodomic-Based Approach for the Control and Quality Improvement of Dairy Products. *Metabolites*. 11(12):818. <https://doi.org/10.3390/metabo11120818>

Balkır, P., Kemahlioglu, K., Yucel, U. (2021). Foodomics: A new approach in food quality and safety, *Trends in Food Science & Technology*, 108, 49-57, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.028>.

Bergholz, M.T., Andrea I., Switt, M., Wiedmann, M. (2014) Omics approaches in food safety: fulfilling the promise? *Trends in Microbiology*, 22, 5, 275-281, ISSN 0966-842X, <https://doi.org/10.1016/j.tim.2014.01.006>.

Bordoni,A., Capozzi, A., (2014). Foodomics for healthy nutrition, *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 17:418–424 [doi:10.1097/MCO.0000000000000089](https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000089)

Bordoni,A., Capozzi, A., Ferranti,A. (2014). Preface: FoodOmics. The science for discovering, *Food Research International*,63, Part B, 125, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.007>.

Capozzi, F., Bordoni, A. (2013). Foodomics: a new comprehensive approach to food and nutrition. *Genes Nutr* 8, 1–4 . <https://doi.org/10.1007/s12263-012-0310-x>

Cifuentes, A. (2009). Foreword: Food analysis and Foodomics, *Journal of Chromatography A*, 1216,7109.

Cifuentes, A. (2012). Food Analysis: Present, Future, and Foodomics, *ISRN Analytical Chemistry*, Article ID 801607, 16 pages [doi:10.5402/2012/801607](https://doi.org/10.5402/2012/801607)

Ertaş, Y., Şanher, N. (2014). Beslenme ve Metabolomikler, *Beslenme ve Diyet Dergisi* 42(1):52-58.

García-Cañas, V., Simó, C., Herrero, M., Ibáñez, E., Cifuentes, A. (2012). Present and Future Challenges in Food Analysis: Foodomics Anal. Chem., 84, 10150–10159, [dx.doi.org/10.1021/ac301680q](https://doi.org/10.1021/ac301680q)

Josić, Ž.D., Peršurić, D., Rešetar, T., Martinović, L., Saftić, S., Kraljević P. (2017) Chapter Six - Use of Foodomics for Control of Food Processing and Assessing of Food Safety, Advances in Food and Nutrition Research, 81,187-229, ISSN 1043-4526,ISBN 9780128119167, <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2016.12.001>.

Rychlik, M., Kanawati, B., Schmitt-Kopplin, P. (2017). Foodomics as a promising tool to investigate the mycobolome, TrAC Trends in Analytical Chemistry, 96, 22-30, ISSN 0165-9936, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.05.006>.

Sher ,A., Vanessa Theodoro, R., Sana U., Esther, L. P., Fernando Gustavo, T., Abdullah, Carlos, H. C., Carlos Augusto, F. Ol. (2023) Food processing and challenges in the food production and quality: The foodomics approach, Food Bioscience,56,103217,ISSN 2212-4292,<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103217>.

Şık E., (2019), In The Light of Nutri-omic Sciences “Are we really what we eat?,”International Health Administration and Education (Sanitas Magisterium), 5(2), 16-22.

BÖLÜM III

Lox-1'in Aterosklerotik Sürece Etkisi

Katip KORKMAZ¹

LOX-1 (Lektin Benzeri Okside Düşük Yoğunluklu Lipoprotein Reseptörü-1)

LOX-1; başlıca EC, SMC, kardiyomiyosit ve trombositler de okside düşük yoğunluklu lipoprotein (OxLDL)'in bağlanması, etkileşimi ve yıkımında görevli OxLDL reseptörüdür (1). LOX-1, 50 kDa ağırlığında ve 273 aa içeren okside LDL Reseptörü-1 (OLR1) geni ile kodlanan Ca bağımlı C-tipi lektin ailesine ait tip II transmembran glikoprotein sınıfına aittir (2).

Dört çeşit domain'den oluşur. Şekil 1'de gösterilmiştir.

- a) N-terminal sitoplazmik domain (SD),
- b) Transmembran domain (TM),

¹ Arş. Gör, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Trabzon, Türkiye, Orcid ID: 0000-0002-3326-9255

c) Birleştirici bir boyun domaini (BD/NECK),

d) OxLDL'yi bağlayan C-terminal lektin-benzeri domain'den (CTLD) oluşmaktadır. Ayrıca, iki potansiyel N-glikozilasyon bölgesi, üç disülfid bağlanma bölgesi ve iki tane çözünür LOX-1 (sLOX-1) salınımı için membrana bağlı LOX-1 ayrılma bölgesi içermektedir (3).

	SD	TM	BD	CTLD						
			140	144	155	172	243	256	264	
NH ₂			C	C	C	C	C	C	C	COOH
	1	34	61	143						273

Şekil 1: İnsan LOX-1 domaini (4)

LOX-1'in tarihçesi

LOX-1, OxLDL reseptörü olarak ilk kez 1997'de sığır aort endotel hücrelerinde OxLDL'nin bağlanması, içselleştirilmesi ve yıkımında görevli bir reseptör olarak tanımlanmıştır (5). İlerleyen çalışmalarda ise insanlarda ki koroner arter endotel hücrelerinde LOX-1'in ekspresyonu belirlenmiştir. Daha sonra makrofajlar, trombositler ve SMC'ler de LOX-1 ekspresyonu belirlenmiştir (6).

LOX-1'in düzenlenmesi

LOX-1'in temel ekspresyonu; hücre tipi ve tespit yöntemine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (7). LOX-1, kromozom 12'nin p12.3-p13 C tipi lektin gen kümesinde yer alan ORL1 geni tarafından kodlanır. LOX-1'in promotör bölgesinde NFκB (nükleer faktör kappa B) ve AP1(aktivatör protein 1) transkripsiyon kompleksleri için tanıma bölgeleri vardır. LOX-1 sentezi; ORL1 gen transkripsiyon faktörleri ve NFκB aktivasyonu ile hazırlanmaktadır. LOX-1 reseptörü çeşitli moleküller (AT-II, VCAM-1, ICAM-1, P-selektin) tarafından uyarılır ve bu moleküller LOX-1 ligandları (OxLDL, cLDL, CRP) tarafından aktive edilirler (8).

LOX-1'in transkripsiyonu, OxLDL ve karbamillenmiş LDL dahil olmak üzere birçok etkenle uyarılır ve bu da NFκB ve AP1'in LOX-1'e bağlanmasını başlatır. Transkripsiyon ve translasyon ile LOX-1 protein yapısı ve olgunlaşarak tam uzunluktaki LOX-1 yapısı oluşur. CTLD, N-bağlantılı glikozilasyon alanları ile kaplanarak modifiye edilir. Membrana bağlı tam uzunluktaki LOX-1'in ektodomain dökülmesi, membrana bağlı ADAM10/17 (A Disintegrin Metaloproteaz) ve çözünür metaloproteazlar tarafından proteolize uğrayarak N-terminal fragmanları (NFT) ve çözünür LOX-1 (sLOX-1) oluşur. sLOX-1 dolaşıma katılırken NFT hücre içi proteazlar tarafından tekrar proteolize uğrayarak hücre içi LOX-1 sentezini gerçekleştirir (9, 10).

LOX-1'in özellikleri

LOX-1; OxLDL ve çöçü reseptörler (CD36, SR-B1/A1) ile etkileşiminin yanı sıra, liganda bağımlı ve ligandan bağımsız bir şekilde pro-aterojenik sinyalleşmeyle ve aterosklerotik moleküllerin ekspresyonu ile uyarılmaktadır (11). LOX-1'e bağımlı eksenlerin uyarılması endotel disfonksiyonu, köpük hücre oluşumu, anjiyogenez, apoptoz ve trombosit aktivasyonu ile plak hassasiyeti ve kararsızlığını artırır, aterosklerotik KVH'de önemli roller oynadığı görülmüştür (12). Miyokard enfarktüsü veya iskemik inme riski taşıyan hastalarda sLOX-1 düzeylerinin yüksek olduğu görülmüş, bu da sLOX-1'in anlamlı bir biyobelirteç olabileceğini göstermektedir (13).

LOX-1'in ligand-reseptör etkileşimleri

Ligand-reseptör etkileşimleri ile OxLDL, L5(en elektronegatif LDL alt fraksiyonu) ve işlevsiz HDL, apoptotik hücreler, trombositler, AGE (ileri glikasyon ürünleri), HSP70(ısı şok protein) dahil birçok çoklu ligand LOX-1'i uyarır. LOX-1 uyarımı, KVH'nin patogeneğinde rol oynayan sinyal yollarını aktive eder. Özellikle, OxLDL'ye maruz kalan insan koroner endotel hücrelerinde Del-1, endotelyal adezyon moleküllerinin LOX-1'e bağlı up regülasyonunu inhibe eder, böylece LOX-1' in aracılık ettiği zararlı etkileri kısmen azaltan ilginç bir endojen molekölü temsil eder. LOX-1 bölünmesi

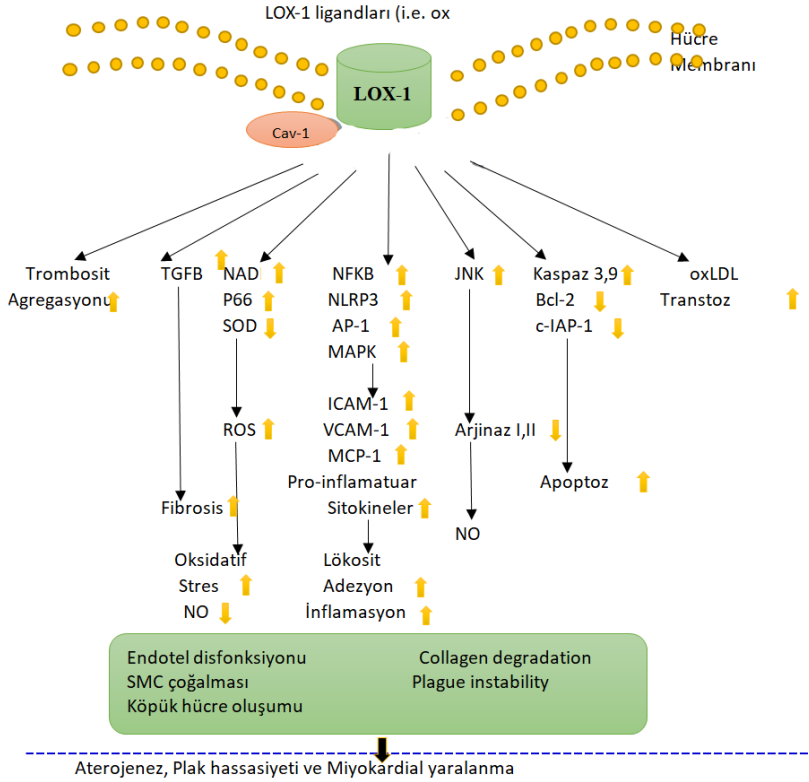
yan ürünü sLOX-1 ve L5, miyokard enfarktüsü, inme ve kolon kanseri gibi aterosklerozla ilişkili olaylarda yeni biyobelirteçler olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca, KVH' nin özellikle iskemik inmenin görülme sıklığı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (9).

LOX-1 fonksiyonunun düzenlenmesi

LOX-1' in KVH gelişimi ve ilerlemesinde ki etkileri nedeniyle LOX-1 düzenlenmesi yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. LOX-1' in aktivitesi, hücre yüzeyindeki reseptör moleküllerin sinyal verimleriyle ölçülür. Normal koşullarda bazal LOX-1 ekspresyon düzeyi düşük seviyelerdedir. Reseptör sentezinin transkripsiyonel regülasyonu; yüzey reseptörlerin düzenleyici kofaktörler ile etkileşimi, sinyalleşme basamaklarının düzenlenmesi ve yüzey reseptörlerinin içselleştirmesi gibi çeşitli bağımsız mekanizmalarla düzenlenmektedir (14, 15).

LOX-1 sinyal yolları

LOX-1'e ligand bağlanması, hücre davranışının değişmesine ve aşağı yönlü sinyal olaylarına neden olmaktadır. OxLDL'nin LOX-1'e bağlanması, endotelial nitrik oksit sentaz (eNOS)'ın RhoA'ya (hücre apoptozunu kontrol eden protein) bağlı down regülasyonu ve reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini uyarır (16). Şekil 2'de belirtilen OxLDL, eNOS enzimini kaveolar (hücre içine doğru girinti) membran konumundan uzaklaştırır ve Arginaz II aktivasyonu ile işlev bozukluğuna neden olmaktadır. LOX-1 aktivasyonu, p66 shc'nin (adaptör protein=oksidatif stres sensörü) fosforilasyonunu artırır, bu da oksidatif stres ve ROS üretiminin artışına neden olur. Süperoksit, endotele bağımlı NO aracılı vazodilatasyon için gerekli bir NO temizleyicisidir. Ayrıca, aktive edilmiş LOX-1, NO kullanılabilirliğini daha da azaltan arginaz-I' in oksidatif stresle aktifleşen janus kinaz bağımlı aktivasyonunu da uyarır. LOX-1 aktivasyonu, NFκB, AP1 ve mitojenle aktif protein kinaz (MAPK) ailesi, NLRP3 (NACHT-, LRR- ve pirin alanı içeren 3) inflamazom aktivitelerini stimüle ederek inflamatuvar yolları uyarır, bu da artan IL-1β üretimi sonucu inflamatuvar yanıtla sonuçlanır (17).



Şekil 2: LOX-1 ligand sinyal yolları (18)

LOX-1'in ekspresyonu ROS, tümör nekroz faktör alfa (TNF- α), interleükinler, oksidan türleri, C-reaktif protein (CRP) ve transforme edici büyüme faktör-beta (TGF- β) tarafından indüklenir. Yüksek glikoz seviyeleri aynı zamanda NADPH oksidaza bağımlı gibi görünen LOX-1'in ekspresyonunu da indükler. LOX-1 endositozu ve yarılanma ömrü, OxLDL'ye bağlanmadan bağımsızdır çünkü yapısal olarak plazma membranından içselleştirilmiştir. İçselleştirmeden sonraki bir saat içinde LOX-1, endozomlarda OxLDL'den ayrılır; burada OxLDL, lizozomlar aracılığıyla bozunmaya uğrar ve LOX-1 plazma membranına geri taşınmaktadır. OxLDL-LOX-1 etkileşimi ile inflamasyon, oksidatif

stres, endotel disfonksiyonu ve fibrosis gerçekleşir. OxLDL-LOX-1' den ayrıldıktan sonra bcl-2 ile ilişkili X proteini (Bax) (proapoptopik proteinler), kaspaz 3,9 proteinleri ile apoptoza gider. Bugüne kadar LOX-1/OxLDL etkileşimini kolaylaştıran proteinler tanımlanmamıştır. Ayrıca dolaşımdaki s-LOX-1 reseptörünün rolü belirsizdir ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (18).

LOX-1'in ateroskleroz gelişiminin çeşitli basamaklarına katılımı

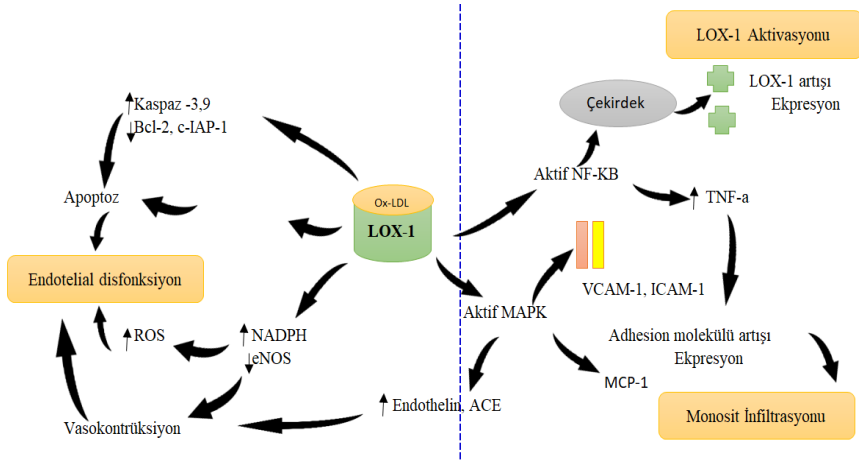
Ateroskleroz, lokal kolesterol birikimi ve çözülmeyen inflamasyon ile tanımlanan, orta ve büyük arterlerin damar duvarında aterosklerotik plakların gelişimini tetikleyen, kademeli olarak gelişen bir süreçtir (19). Aterojenezin endotel disfonksiyonu ve aktivasyonu; monosit/makrofaj adezyonu, oksidatif stres, lipit birikimi, ekstraselüler matriks (ECM) sentezi, SMC hareketi ve plağın proliferasyonu ve neovaskülarizasyonu ile ilişkilidir (20).

LOX-1 stimülasyonu, anti-aterojenik özellik sergileyen bir molekül olan NO'nun salınımını azaltır. SMC proliferasyonunu sınırlar. Trombosit toplanabilirliğini azaltır ve monosit kemotaksisine karşı etkilidir (21). LOX-1, adezyon molekülleri ve monosit toplanmasıyla birlikte inflamatuvar sitokinleri indüklediği için endotelial hücre disfonksiyonuna, apoptoza ve plağın düzenlenmesine katkıda bulunur. LOX-1'in ekspresyonu; OxLDL, inflamatuvar sitokinler, oksidatif stres, vazokonstriktif peptitler ve shear stres tarafından indüklenebilir (22).

Endotel hücrelerinde LOX-1'in endotel disfonksiyonu oluşturmaları

OxLDL'nin LOX-1'e bağlanması, ligand reseptör kompleksine hasar vererek birden fazla yolla endotel disfonksiyonuna neden olmaktadır. Şekil 3'de OxLDL-LOX-1 yolu, MAPK'yı aktive ederek MCP-1 ekspresyonunda ve monosit yapışmasında artışa neden olur. OxLDL, Anjiotensin dönüştürücü enzim ve endotelin-1 gibi vazokonstriktörlerin üretimini artırır. OxLDL ayrıca NADPH oksidaz aktivitesini artırarak ROS'u da artırır. Bu durum NO'nun inaktivasyonuna neden olur.

Vazokonstrüktörlerin ve ROS üretiminin artması ve NO' nun tükenmesi endotel disfonksiyonuna yol açar. OxLDL, NFκB'yi aktive eder ve bunun aktivasyonu endotel hücrelerinde TNF-a, adezyon molekülleri ve LOX-1'in ekspresyonunu artırır. LOX-1 geninin 5' yan bölgesinde bir NFκB bağlanma bölgesi vardır ve bu nedenle OxLDL, LOX-1'in NFκB'ye kadar ekspresyonunu artırır, bu da proinflatuar sinyalleşmenin kısır döngüsüne yol açar (12, 23).



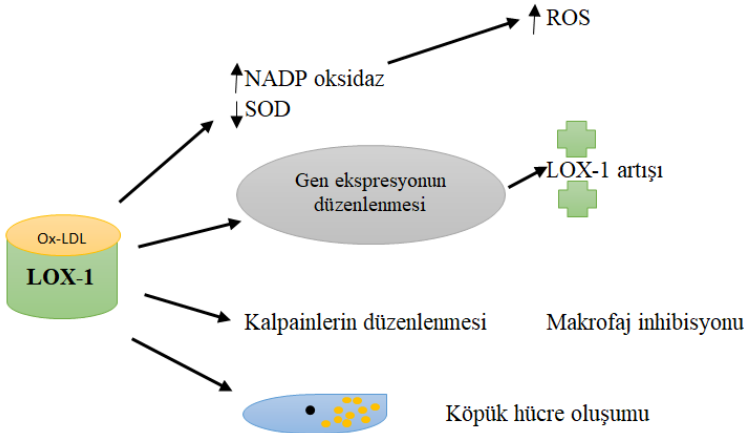
Şekil 3: Endotel hücrelerinde LOX-1'in etkisi (12)

LDL intimaya geçerek oksidasyon ve retansiyon sonucu ROS ile OxLDL'ye dönüşür. İntimada ki OxLDL, hücre yüzeyi adezyon moleküllerinin indüksiyonu yoluyla EC'leri aktive eder, bu da monositlerin ve T hücrelerinin adhezyonunu artırır. OxLDL; ICAM-1/VCAM-1 ekspresyonunu indükleyerek endotelin adezyon özelliklerini proinflatuar etkilere benzer şekilde artırır. Biriken lökositler kemokinlerin öncüllüğünde intimaya göç eder. Aslında OxLDL, EC'leri ve SMC'leri MCP-1 ve monositlerin endotel duvarına toplanmasını uyaran mCSF salgılamaları için uyarır. LOX-1, çeşitli proinflatuar durumlarda eksprese edilir ve OxLDL'nin indüklediği endotel disfonksiyonunda önemli bir rol oynadığı görülmektedir. İnsan aterosklerotik lezyonlarında, özellikle plak oluşumunun erken evresinde EC'lerde LOX-1'in aşırı ekspresyonu

belirtilmiştir. LOX-1'in yıkılmasının OxLDL ile uyarılan insan EC'lerinde MCP-1 ekspresyonunu inhibe ettiği ve MAPK yolunun kritik bir rol oynayacağı gözlemlenmiştir. Ayrıca ICAM-1 ve VCAM-1 gibi endotelial adezyon moleküllerinin up regülasyonu, LOX-1'e bağımlı bir şekilde OxLDL tarafından indüklenebilir ve buna NF- κ B aracılık eder. Ayrıca OxLDL'nin eNOS üretimi üzerindeki inhibitör etkileri LOX-1 fonksiyonu ile ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak, OxLDL'nin, NF κ B ve AP1 yollarının aktivasyonu yoluyla endotel hücre ölümünü uyaracağı, endotel disfonksiyonunu ve aterosklerotik plağın ilerlemesini teşvik edebileceği öne sürülmüştür (12, 23).

Makrofajlarda OxLDL-LOX-1 etkileşiminin etkileri

Proinflamatuvar sitokinler ve hiperglisemi bu olayı up regüle eder ve OxLDL alımını artırır, lipit birikimine ve köpük hücre oluşumuna katkıda bulunurlar. Şekil 4'de LOX-1 aracılığıyla OxLDL, makrofaj göçünde önemli olan kalpainler gibi hücreye bağımlı proteazları düzenler. OxLDL, makrofaj bağlanması artmasına neden olur, hücrelerdeki Ca konsantrasyonu artışı makrofaj göçünü engeller. Makrofajlardaki OxLDL'nin bu fonksiyonlarının LOX-1 silinmesiyle tersine çevrildiği gösterilmiştir (12).



Şekil 4: Makrofajlarda LOX-1'in etkisi (12)

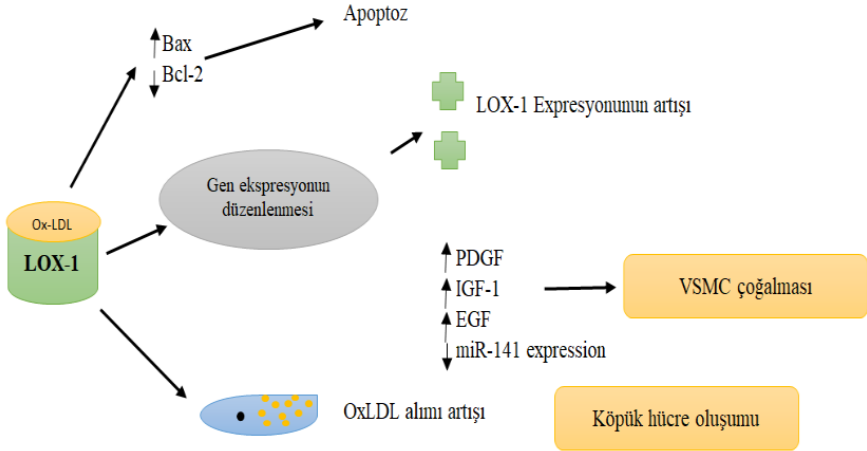
Köpük hücre oluşumunda LOX-1'in etkisi

Monositler, intimaya girdikten sonra SR-AI/II, SR-BI, CD36 ve LOX-1 gibi çeşitli çöpçü reseptörleri ile makrofajlara farklılaşır. Proinflamatuvar ortamı teşvik eden makrofajlara yönelik bu farklılaşma hücre tutulmasını, LDL'nin oksidasyonunu ve daha fazla monosit toplanmasını içeren bir kısır döngü olan "makrofaj tuzağının" bir parçasıdır. OxLDL; PPAR-y yolu için ligand olarak oksitlenmiş lipidler sağlar, CD36 ekspresyonunu yukarı doğru düzenler ve daha fazla OxLDL'nin içselleştirilmesini kolaylaştırır. Bu içselleştirme, makrofajı aktive eder, bağışıklık hücrelerini intimaya toplayan sitokinlerin salgılanmasını ve yeni LDL'nin oksitlenmesine katılarak yerel OxLDL havuzunu artırır. Dolayısıyla, OxLDL'nin yalnızca monosit farklılaşmasına ve makrofaj aktivasyonuna değil aynı zamanda makrofaj tutulmasına da katıldığını göstermektedir. LOX-1, makrofajlarda eksprese edilen SR'lerden biridir ve proinflamatuvar sitokinlerin OxLDL veya diğer uyarıların etkisi ile meydana geldiğinde OxLDL alımı, köpük hücrelerinin oluşumu lehine önemli ölçüde artar. OxLDL'nin birikmesi köpük hücre apoptozuna veya nekrozuna yol açarak aterosklerotik plağın merkezinde biriken hücresel artıkları oluşturabilir ve inflamatuvar ilerlemeye katkıda bulunabilir (12, 23).

Vasküler düz kas hücreler (VSMC)' de OxLDL-LOX-1 etkileşimi

Endotel hücreleri ve makrofajlar gibi, LOX-1 de vasküler düz kas hücrelerinin hücre zarlarında eksprese edilir ve TNF-a, IL-1 ve IFN-y gibi proinflamatuvar sitokinlere yanıt olarak inflamatuvar durumlarda yukarı doğru düzenlenir. Şekil 5'de OxLDL, insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1), trombosit türevli büyüme faktörünü (PDGF) ve epidermal büyüme faktörü (EGF) gibi büyüme faktörlerinin salınmasını indükleyerek VSMC çoğalmasına yol açar. Ayrıca OxLDL, miR-141 ekspresyonunu baskılar ve bu da VSMC'nin proliferasyonunu artırır. VSMC, aynı zamanda lipid damlacıklarının birikmesi yoluyla köpük hücreleri de oluşturabilir. Yüksek seviyeli OxLDL konsantrasyonları, Bax gibi proapoptotik

protein ekspresyonunu artırarak VSMC'nin apoptozuna neden olur. VSMC de apoptoz, aterosklerotik plak instabilitesine ve yırtılmasına yol açar. Etkilere büyük ölçüde LOX-1 aracılık eder (12, 23).



Şekil 5: VSMC'lerde LOX-1'in etkisi (12)

VSMC'lerin çoğalması ve göçünde LOX-1'in rolü

SMC'lerin intimadaki migrasyonu ve bunu takip eden proliferasyonu ateromatöz belirteçlerin işaretlerinden bazılarıdır. SMC'ler, büyüme faktörlerine yanıt olarak çoğaldıkları tunika medya tabakasından subendotelyal boşluğa göç ederler. SMC'lerin çoğalması OxLDL tarafından uyarılabilir, çünkü bu parçacıklar EC'ler ve makrofajlar tarafından PDGF ve temel fibroblast büyüme faktörünün ekspresyonunu ve salgılanmasını artırır. Öte yandan, OxLDL çeşitli diğer büyüme faktörlerinin ve bunların reseptörlerinin salgılanmasını da indükler: IGF-1 ve EGF, SMC proliferasyonunu indükleyen mitojenik etkilere sahiptir. OxLDL'nin doğrudan SMC'lerde değişikliklere neden olduğu da gösterilmiştir. OxLDL, SMC'lerin göçünü artırır ve fenotiplerinde büyük miktarlarda ECM üretmelerini sağlayacak değişikliklere yol açar. Kollajen ve elastin üretimi, gelişen aterosklerotik plağı kaplayan fibröz bir başlığın oluşmasına yol açarak köptük hücreleri, hücresele artıklar, hücre dışı lipidler ve lizozomal enzimleri içeren bir

“nekrotik çekirdek” oluşturur. Böylece OxLDL aterosklerotik lezyon boyutunun genişlemesine katkıda bulunur. LOX-1’in aracılık ettiği bir diğer önemli etki, SMC’lerde OxLDL tarafından indüklenen ROS oluşumunun artmasıdır; bu, hücre ölümünü indükleyebilir, aterosklerozun son aşamasında plak instabilitesine ve rüptürüne katkıda bulunabilir (12, 23).

Trombositlerin pro-aterosklerotik rolleri

Aktive edilmiş trombositlerde LOX-1, OxLDL’nin bağlanmasına ve içselleştirilmesine aracılık eder. Trombositler, trombosit yapışma moleküllerinin ekspresyonunu ve köpük hücre oluşumunu indükler ve endotel disfonksiyonuna katkıda bulunur. LOX-1, integrinler gibi fibrinojen reseptörlerinin ADP kaynaklı aktivasyonuna katkıda bulunarak trombüs oluşumunda önemlidir. Trombositler, özellikle plak yırtılmasından sonra aterosklerotik plak gelişiminde önemli oyuncular ve burada trombüs oluşumunu teşvik ederler. OxLDL tarafından endotelial NO üretiminin bozulması, prostaglandin sekresyonunda ve trombosit agregasyonunda bir artışa neden olur. OxLDL’ye maruz kalan trombositler, aterosklerotik gelişimi ve endotel disfonksiyonu ve köpük hücre oluşumunu destekleyen kemokinleri serbest bırakır. Aslında, LOX-1’e trombosit bağlanması EC’lerden endotelin-1 salınımını artırır ve EC’lerde NO’nun oksidatif inaktivasyonunu indükler, bu da LOX-1’in aktive edilmiş trombositler yoluyla endotel fonksiyon bozukluğuna katıldığını düşündürür. Bu nedenle, OxLDL’nin aktive edilmiş trombositlerin pro-aterosklerotik davranışında önemli bir rol oynadığı görülmektedir (12, 23).

Sonuç

OxLDL ve diğer uyarımlarla LOX-1 aktivasyonu; ROS üretimi, EC aktivasyonu, VSMC proliferasyonu, monosit infiltrasyonu, makrofaj farklılaşması, köpük hücre oluşumu, SMC göçü ve proliferasyonu, endotel disfonksiyonu, trombosit aktivasyonu ve kollajen yıkımı ile aterosklerozun gelişiminde etkilidir. Sonuç olarak LOX-1 aterosklerotik plak gelişimine neden olmaktadır (24, 25).

Kaynakça

1. Chen, M., Kakutani, M., Naruko, T., Ueda, M., Narumiya, S., Masaki, T., & Sawamura, T. (2001). Activation-dependent surface expression of LOX-1 in human platelets. *Biochemical and biophysical research communications*, 282(1), 153–158. <https://doi.org/10.1006/bbrc.2001.4516>
2. Sawamura, T., Kume, N., Aoyama, T., Moriwaki, H., Hoshikawa, H., Aiba, Y., Tanaka, T., Miwa, S., Katsura, Y., Kita, T., & Masaki, T. (1997). An endothelial receptor for oxidized low-density lipoprotein. *Nature*, 386(6620), 73–77. <https://doi.org/10.1038/386073a0>
3. Kataoka, H., Kume, N., Miyamoto, S., Minami, M., Moriwaki, H., Murase, T., Sawamura, T., Masaki, T., Hashimoto, N., & Kita, T. (1999). Expression of lectinlike oxidized low-density lipoprotein receptor-1 in human atherosclerotic lesions. *Circulation*, 99(24), 3110–3117. <https://doi.org/10.1161/01.cir.99.24.3110>
4. Ohki, I., Ishigaki, T., Oyama, T., Matsunaga, S., Xie, Q., Ohnishi-Kameyama, M., Murata, T., Tsuchiya, D., Machida, S., Morikawa, K., & Tate, S. (2005). Crystal structure of human lectin-like, oxidized low-density lipoprotein receptor 1 ligand binding domain and its ligand recognition mode to OxLDL. *Structure* (London, England : 1993), 13(6), 905–917. <https://doi.org/10.1016/j.str.2005.03.016>
5. Sawamura, T., Kume, N., Aoyama, T., Moriwaki, H., Hoshikawa, H., Aiba, Y., Tanaka, T., Miwa, S., Katsura, Y., Kita, T., & Masaki, T. (1997). An endothelial receptor for oxidized low-density lipoprotein. *Nature*, 386(6620), 73–77. <https://doi.org/10.1038/386073a0>
6. Mehta, J. L., & Li, D. Y. (1998). Identification and autoregulation of receptor for OX-LDL in cultured human coronary artery endothelial cells. *Biochemical and biophysical research communications*, 248(3), 511–514. <https://doi.org/10.1006/bbrc.1998.9004>

7. Ding, Z., Liu, S., Wang, X., Deng, X., Fan, Y., Shahanawaz, J., Shmookler Reis, R. J., Varughese, K. I., Sawamura, T., & Mehta, J. L. (2015). Cross-talk between LOX-1 and PCSK9 in vascular tissues. *Cardiovascular research*, 107(4), 556–567. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvv178>
8. Stancel, N., Chen, C. C., Ke, L. Y., Chu, C. S., Lu, J., Sawamura, T., & Chen, C. H. (2016). Interplay between CRP, Atherogenic LDL, and LOX-1 and Its Potential Role in the Pathogenesis of Atherosclerosis. *Clinical chemistry*, 62(2), 320–327. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2015.243923>
9. Akhmedov, A., Sawamura, T., Chen, C. H., Kraler, S., Vdovenko, D., & Lüscher, T. F. (2021). Lectin-like oxidized low-density lipoprotein receptor-1 (LOX-1): a crucial driver of atherosclerotic cardiovascular disease. *European heart journal*, 42(18), 1797–1807. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa770>
10. Aoyama, T., Sawamura, T., Furutani, Y., Matsuoka, R., Yoshida, M. C., Fujiwara, H., & Masaki, T. (1999). Structure and chromosomal assignment of the human lectin-like oxidized low-density-lipoprotein receptor-1 (LOX-1) gene. *The Biochemical journal*, 339 (Pt 1)(Pt 1), 177–184.
11. Pirillo, A., Norata, G. D., & Catapano, A. L. (2013). LOX-1, OxLDL, and atherosclerosis. *Mediators of inflammation*, 2013, 152786. <https://doi.org/10.1155/2013/152786>
12. Kattoor, A. J., Goel, A., & Mehta, J. L. (2019). LOX-1: Regulation, Signaling and Its Role in Atherosclerosis. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 8(7), 218. <https://doi.org/10.3390/antiox8070218>
13. Kumar, S., Ali, W., Mishra, S., Pradhan, A., Sethi, R., Kushwaha, R., Singh, U. S., & Perrone, M. A. (2021). Circulating Soluble Lectin-like Oxidized Low-Density Lipoprotein Receptor-1 (sLOX-1): A Diagnostic Indicator across the Spectrum of Acute Coronary Syndrome. *Journal of clinical medicine*, 10(23), 5567. <https://doi.org/10.3390/jcm10235567>

14. Heldin, C. H., Lu, B., Evans, R., & Gutkind, J. S. (2016). Signals and Receptors. Cold Spring Harbor perspectives in biology, 8(4), a005900. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a005900>

15. Mentrup, T., Cabrera-Cabrera, F., & Schröder, B. (2021). Proteolytic Regulation of the Lectin-Like Oxidized Lipoprotein Receptor LOX-1. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 7, 594441. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.594441>

16. Tian, K., Ogura, S., Little, P. J., Xu, S. W., & Sawamura, T. (2019). Targeting LOX-1 in atherosclerosis and vasculopathy: current knowledge and future perspectives. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1443(1), 34–53. <https://doi.org/10.1111/nyas.13984>

17. Hein, T. W., Xu, X., Ren, Y., Xu, W., Tsai, S. H., Thengchaisri, N., & Kuo, L. (2019). Requisite roles of LOX-1, JNK, and arginase in diabetes-induced endothelial vasodilator dysfunction of porcine coronary arterioles. *Journal of molecular and cellular cardiology*, 131, 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2019.04.015>

18. Barreto, J., Karathanasis, S. K., Remaley, A., & Sposito, A. C. (2021). Role of LOX-1 (Lectin-Like Oxidized Low-Density Lipoprotein Receptor 1) as a Cardiovascular Risk Predictor: Mechanistic Insight and Potential Clinical Use. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 41(1), 153–166. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.120.315421>

19. Lusis A. J. (2000). Atherosclerosis. *Nature*, 407(6801), 233–241. <https://doi.org/10.1038/35025203>

20. Marchio, P., Guerra-Ojeda, S., Vila, J. M., Aldasoro, M., Victor, V. M., & Mauricio, M. D. (2019). Targeting Early Atherosclerosis: A Focus on Oxidative Stress and Inflammation. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2019, 8563845. <https://doi.org/10.1155/2019/8563845>

21. Singh, S., & Gautam, A. S. (2019). Upregulated LOX-1 Receptor: Key Player of the Pathogenesis of Atherosclerosis.

Current atherosclerosis reports, 21(10), 38.
<https://doi.org/10.1007/s11883-019-0801-y>

22. Xu, S., Ogura, S., Chen, J., Little, P. J., Moss, J., & Liu, P. (2013). LOX-1 in atherosclerosis: biological functions and pharmacological modifiers. *Cellular and molecular life sciences : CMLS*, 70(16), 2859–2872. <https://doi.org/10.1007/s00018-012-1194-z>

23. Leiva, E., Wehinger, S., Guzmán, L., & Orrego, R. (2015). Role of oxidized LDL in atherosclerosis. *Hypercholesterolemia*, 55-78.

24. Pothineni, N. V. K., Karathanasis, S. K., Ding, Z., Arulandu, A., Varughese, K. I., & Mehta, J. L. (2017). LOX-1 in Atherosclerosis and Myocardial Ischemia: Biology, Genetics, and Modulation. *Journal of the American College of Cardiology*, 69(22), 2759–2768. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.04.010>

25. Chen, M., Nagase, M., Fujita, T., Narumiya, S., Masaki, T., & Sawamura, T. (2001). Diabetes enhances lectin-like oxidized LDL receptor-1 (LOX-1) expression in the vascular endothelium: possible role of LOX-1 ligand and AGE. *Biochemical and biophysical research communications*, 287(4), 962–968. <https://doi.org/10.1006/bbrc.2001.5674>

BÖLÜM IV

Karaciğer Nakli ve Beslenme Tedavisi

Hakan TOĞUÇ¹

Giriş

Organ transplantasyonu, fonksiyonel yetersizlik gösteren organların, uygun donörlerden alınan sağlıklı organlarla değiştirilmesi sürecidir. Bu, özellikle tedaviye yanıt vermeyen son dönem organ yetmezliği olan hastalarda uygulanan kesin bir tedavi yöntemidir (Karakayali & Haberal, 2005). Solid organ transplantasyonları akciğer, böbrek, ince bağırsak, karaciğer, kalp ve pankreas nakillerini içerir (İKÇÜ, 2016).

Beslenme, sağlık koruma, geliştirme ve yaşam kalitesini artırmak için gerekli besin öğelerinin bilinçli bir şekilde yeterli ve uygun zamanlarda alınmasını kapsar (HGSM, 2023). Tıbbi beslenme tedavisi (TBT), hastaların transplantasyon öncesi ve

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü

sonrası dönemlerde, olası komplikasyonların önlenmesine ve hastalığın prognozunun iyileştirilmesine katkıda bulunur (Türker, 2015; Hammad ve ark, 2017). Erken dönem beslenme müdahalesi, transplantasyon öncesi ve sonrası hastaların yaşam kalitesini artırmak ve uzun dönem komplikasyonları önlemek için önemlidir (Wischmeyer & ark, 2018). İyi planlanmış TBT uygulamaları, organ reddi, morbidite, mortalite ve başarısız transplantasyon oranlarını azaltmıştır (Türker, 2015).

Türkiye'deki 2021 yılı verilerine göre, organ nakillerinin %30,9'u karaciğer, %68,2'si böbrek, %0,4'ü akciğer ve %0,5'i kalp nakilleridir (Aydın & Çelik, 2022). Bu çalışmada, yaygın olarak uygulanan karaciğer nakillerinde beslenme tedavileri incelenmiştir.

1. Karaciğer Nakli ve Beslenme

Karaciğer, vücuttaki en büyük ve en önemli metabolik organdır. Temel olarak karbonhidrat, yağ, protein ve vitamin metabolizması, lipid taşıma, safra salgılama ve atılmasında kritik rol oynar (Cabre ve Gassull, 2005; O'Brien & Williams 2008). Karaciğer nakli planlanan hastalarda sıklıkla protein-enerji malnütrisyonu görülür ve bu, nakil sonrası mortalite ve morbiditeyi artırır (Hammad ve ark, 2017). Son dönem karaciğer yetmezliği olan hastalarda malnütrisyon yaygındır. Yetersiz beslenme, nakil sonrası morbidite, mortalite ve maliyetleri artırır. Nakil öncesi sarkopeni, nakil sonrası komplikasyonları artırır. Karaciğer nakli sürecinin tüm aşamalarında yeterli ve dengeli beslenme desteği sağlanmalı, oral beslenmenin mümkün olmadığı durumlarda enteral beslenme yöntemleri tercih edilmelidir (Hammad ve ark, 2017).).

1.1.Nakil Öncesi ve Sonrası Yaşanan Malnütrisyonun Etiyolojisi

Organ nakli öncesi ve sonrasında yaşanan malnütrisyonun etiyolojisi, çeşitli faktörlerin etkisi altındadır. Bu faktörler, besin alımının azalmasından metabolik değişikliklere kadar uzanır.

1.1.1. Azalan Besin Alımı

Karaciğer hastalığı ilerledikçe, çeşitli nedenlerle besin alımı azalabilir. Çinko eksikliği, anoreksiya ve hiperglisemi ile birlikte pro-inflamatuvar sitokin seviyelerinin (TNF- α , IL-6) yükselmesi gözlenmiştir (Kaido ve ark, 2010; Aranda-Michel, 2001). İştah kaybının nedenleri arasında düşük tuzlu ve düşük proteinli diyetler, hipomagnezemi, otonomik nöropati, malabsorpsiyon, intestinal mukozal atrofi ve gastrik kısıtlayıcı genişleme bulunmaktadır (Kamalaporn & ark, 2005; Madden ve ark, 1997; Thuluvath & Triger 1989). Ayrıca, gastrointestinal kanama ve protein kaybettiren enteropati de hipoalbuminemiye artırarak durumu kötüleştirebilir (Aranda-Michel, 2001).

1.1.2. Hiperkatabolik Durum

Karaciğer hastalıklarıyla ilişkili olan ve artmış sempatik sinir sistemi aktivitesi ve inflamasyonla karakterize edilen hiperkatabolik durum, bazal metabolizma hızının (BMH) artışı ile klinik olarak belirgindir. Ayrıca, ateş, spontan bakteriyel peritonit ve bakteriyel translokasyon, bu katabolik sürecin artmasında önemli faktörler olarak tanımlanmıştır (Aqel & ark, 2005). Karaciğer hastalarında görülen hiperinsülinemiye rağmen, insülin direnci, azalmış glikojen depoları ve bozulmuş glikojenoliz nedeniyle glukoz intoleransı gelişebilmektedir. Bu durum, lipid peroksidasyonundan glukoneogeneze kadar uzanan bir süreci tetiklemekte ve sonuç olarak iskelet kaslarından ve visseral proteinlerden amino asitlerin mobilizasyonuna yol açmaktadır. Bu süreç, kas kütlelerinin azalmasına ve deri altı yağ dokusunun tükenmesine neden olmaktadır (Maheshwari & Thuluvath, 2005; Muller & Lautz, 1992).

1.2. Beslenme Durumunun Değerlendirmesi

Karaciğer nakli yapılan hastalar, kapsamlı bir beslenme değerlendirmesi sürecinden geçmelidir. Bu hasta grubunda sıklıkla rastlanan sıvı tutulumu ve organomegali gibi komplikasyonlar, beden kitle indeksi (BKİ) ve antropometrik ölçümler gibi geleneksel değerlendirme yöntemlerinin yetersiz kalmasına yol açmaktadır. Bu bağlamda, bu hastalarda yetersiz beslenmenin derecesini objektif bir şekilde belirleyecek altın bir standart mevcut değildir. Bu sebeple,

beslenme yetersizliğinin saptanması için çok sayıda ölçüm tekniğinin bir arada kullanılması gerekmektedir (Campos & ark, 2005; Stephenson, 2001).

1.2.1. Öznel Değerlendirme

Hasta değerlendirmesinde öncelikle, kilo kaybı, mide bulantısı, iştahsızlık, uygulanan özel diyetler ve kullanılan takviyeler gibi faktörleri içeren detaylı bir hasta öyküsü alınması gerekmektedir. Bunu takiben, deri altı yağ ve kas kaybı gibi fiziksel muayene bulguları dikkate alınarak değerlendirme yapılmalıdır. Ayrıca, Subjektif Global Değerlendirme (SGD) anketi uygulanarak hastanın beslenme durumu daha ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir. Tüm bu değerlendirmeler sonucunda, hastanın beslenme durumu "iyi beslenmiş", "orta derecede yetersiz beslenmiş" veya "ciddi şekilde yetersiz beslenmiş" olarak sınıflandırılmalıdır (Detsky & ark, 1987).

1.2.2. Biyokimyasal Parametrelerin Değerlendirilmesi

Beslenme yetersizliğinin biyokimyasal analizi, serum transferrin ve retinol bağlayıcı protein seviyeleri gibi parametrelerin değerlendirilmesini içerir (Driscoll & ark, 1995). Ancak, karaciğer hastalığının katabolik doğası ve protein metabolizmasındaki bozukluklar bu parametrelerin doğruluğunu sınırlamaktadır. Serum albümin düzeyi, karaciğer fonksiyonunun bir göstergesi olarak yaygın kullanılmasına rağmen, uzun yarı ömrü (17-21 gün) ve klinik uygulamadaki eksojen albümin takviyeleri nedeniyle erken karaciğer hasarını hassas bir şekilde yansıtmayabilir. Buna karşılık, prealbüminin (transtiretin) daha kısa yarı ömrü (2-3 gün), karaciğerdeki hasarlı sentez ve beslenme durumundaki değişimleri albüminden daha duyarlı bir şekilde gösterir (Mullen & ark, 1979). Ek olarak, bu hastalarda kullanılan diğer ölçümler arasında kreatinin yükseklik indeksi, 24 saatlik idrar nitrojeni ve 3-metilhistidin atılımı da bulunmaktadır (Driscoll & ark, 1995).

1.2.3. Antropometri Kullanımının Analizi

Karaciğer nakli yapılan hastalarda vücut kitle indeksi, orta kol kas çevresi, triseps deri kıvrım kalınlığı ve subskapular deri kıvrım kalınlığı gibi antropometrik ölçümler, karaciğer hastalığına sahip bireylerde basit, hızlı, ekonomik ve non-invaziv değerlendirme yöntemleri olarak kabul edilmektedir (Detsky & ark, 1987; Driscoll & ark, 1995). Bununla birlikte, asit ve periferik ödemin varlığında, bu ölçümlerin güvenilirliği sorgulanmıştır. Ancak, asit ve diğer sıvıların tahmini miktarlarının düzeltilmesiyle bu dezavantajların azaltıldığı belirtilmiştir (Stephen & Roger, 1999).

1.2.4. El Kavrama Dinamometrisinin Önemi

Karaciğer nakli yapılan hastalarda el kavrama kuvveti dinamometrisi ve altı dakikalık yürüyüş testi gibi fonksiyonel değerlendirme yöntemleri, beslenme müdahalelerinin değerlendirilmesinde ve hasta takibinde önemli parametreler olarak gösterilmektedir (Mullen & ark, 1979). El kavrama kuvveti, üst ekstremité kuvvetinin bir göstergesi olarak ve benimsenen beslenme stratejilerini izlemek için biyoelektrik empedans analizi (BIA) ile birlikte kullanılabilir etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Giusto & ark, 2014).

1.2.5. Dolaylı Kalorimetri Yöntemi

Bazal metabolizma hızı, Harris-Benedict veya Schofield denklemleri gibi çeşitli formüller kullanılarak tahmin edilebilir (Stickel & ark, 2008). Nakil hastalarının beslenme durumunu değerlendirmede, protein olmayan solunum katsayısı (npRQ), 24 saatlik idrar üre nitrojeni, vücut karbondioksit üretimi ve oksijen tüketimi ölçümleri kullanılarak metabolizma hızı hesaplanabilir (Sanchez & Aranda-Michel, 2006).

1.2.6. Biyoelektrik Empedans Analizi (BIA)

BIA, vücuttaki temas noktaları arasında belirli bir frekansta uygulanan alternatif elektrik akımının yarattığı empedansı ölçerek vücudun direncini saptar. Su iletken olduğundan, BIA toplam vücut suyu, yağsız kütle ve kas kütlesi gibi vücut dokusunun içeriği

hakkında dolaylı bilgiler sağlar (Kaido & ark, 2010). Asit varlığında bazı sınırlamalara sahip olmasına rağmen, BIA, kolay uygulanabilir, taşınabilir, non-invaziv ve hızlı bir yöntem olduğu için giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Anderson & ark, 2012). Avrupa Klinik Beslenme ve Metabolizma Derneği (ESPEN), asit dekompanasyonu olan hastalarda yetersiz beslenme durumunu değerlendirmede BIA'yı, teknik sınırlamalarına rağmen önermektedir (Plauth & ark, 2006).

1.3. Beslenme Desteği Yöntemleri

Enteral Beslenme (EN) Uygulamaları: Gastrik ve jejunal bölgelere yönelik beslenme tüpü aracılığıyla uygulanan enteral beslenme (EN), oral alımın mümkün olmadığı durumlarda, besin emilimini bağırsaklar yoluyla sağlamak ve bağırsak bütünlüğünü korumak amacıyla tercih edilen bir yöntemdir. EN, parenteral nütrisyon (PN) gibi alternatiflere kıyasla enfeksiyon, aşırı sıvı yüklenmesi ve elektrolit dengesizliği risklerini azaltmakta, daha az komplikasyonla ve daha düşük maliyetle ilişkilidir (Nompleggi & Bonkovsky, 1994). ESPEN kılavuzları, organ transplantasyonu öncesi, yüksek beslenme riski taşıyan hastalarda, büyük cerrahilerden önce 10-14 gün boyunca beslenme desteği kullanımını önermektedir (Plauth & ark, 2006; Tandon & ark, 2012).

EN'de Dikkat Edilmesi Gerekenler: EN uygulamasında, hem yetersiz hem de aşırı beslenmenin önlenmesi gerekmektedir. Aşırı beslenme, ishal, şişkinlik ve kusma gibi komplikasyonlara neden olabilmektedir (Kaido ve ark, 2010). Beslenme tüpü kullanımı ile ilişkili komplikasyonlar, özofagus varis kanaması riskini artırmamakla birlikte, uzun süreli kullanımda burun kanaması, sinüzit, mide boşalmasının bozulması, tüple beslenmeye bağlı ishal, tüpün geri çekilmesi, tıkanması ve ince bağırsak tıkanıklığı gibi sorunları içerebilir (Burns & ark, 1995).

Parenteral Nütrisyon (PN) Uygulamaları: Karaciğer hastalığı olan hastalarda PN kullanım endikasyonları, fulminan karaciğer yetmezliği ve koması olan hastalar ile oral veya EN yoluyla yeterli enerji alımını sağlayamayan hastalar (yemek borusu kanaması, ileus

veya barsak obstrüksiyonu gibi) için ESPEN tarafından gözden geçirilmiştir (Tandon & ark, 2012; Baskin, 2006). Düşük glikojen depoları göz önüne alındığında, 12 saatten uzun süre oral besin veya EN alamayan hastalarda glukoz infüzyonunun sağlanması gerekmektedir (Plauth & ark, 2006; Tandon & ark, 2012).

Standartlaştırılmış Formüllerin Kullanımı: Karaciğer hastalığı olan stabil hastalar için, "standartlaştırılmış" formüllerin kullanımı, yalnızca idame sıvı uygulamasına ihtiyaç duyan ve sıvı yüklenmesi olmayan durumlarla sınırlı tutulmalıdır (Tandon & ark, 2012). Bu hastalarda, su, elektrolitler, suda ve yağda çözünen vitaminler içeren sıvı idamesi veya yüksek dallı zincirli amino asitler (BCAA) ve düşük aromatik amino asit içeriği bulunan, karaciğer hastalarına özgü solüsyonların kullanımı daha uygun bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Plauth & Schuetz, 2009).

1. Karaciğer Nakli Öncesi Beslenme Tedavisinin İncelenmesi

Karaciğer nakli öncesinde uygulanan beslenme tedavisinin temel amaçları, besin alımını artırmak, kas kaybını önlemek ve mevcut besin öğeleri eksikliklerini düzeltilerek enfeksiyon riskini en aza indirmektir (Cabre & ark, 1993). Vücut hücre kütlesi ve kas kütlelerinin etkili bir şekilde artırılabilmesi için, nakilden birkaç ay öncesinden itibaren beslenme tedavisine başlanması gerekmektedir (Kaido ve ark, 2010).

2.1. Karbonhidrat Alımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Karbonhidrat alımı, glikoz tarafından sağlanmalı ve protein dışı enerji gereksinimlerinin yaklaşık %50-60'ını karşılamalıdır. Glikoz infüzyonu, günlük 2-3 g/kg olarak ayarlanmalıdır. Fazla glukoz uygulaması, ciddi hiperglisemi, lipogenez ve artmış karbondioksit üretimi gibi sorunlara yol açabilir (Burns & ark, 1995; Baskin, 2006). Karaciğer yetmezliği olan hastalarda glukoz homeostazında bozulmalar meydana gelebileceğinden, hiperglisemik komplikasyonları önlemek adına serum glukoz düzeylerinin dikkatlice izlenmesi önemlidir (Baskin, 2006).

2.2. Lipid Alımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Lipid alımı, saf soya fasulyesi yağı emülsiyonlarına kıyasla azaltılmış çoklu doymamış yağ asitleri içeriği olan emülsiyonlarla sağlanmalı ve protein dışı enerji gereksinimlerinin %40-50'sini karşılamalıdır (Martindale & ark, 2009; Thomas & ark, 1997). Yetersiz beslenen hastalar için yağ alımı önemli olduğundan, gerçek yağ malabsorpsiyonu teşhisi konulmadıkça, diyetteki yağ miktarı kısıtlanmamalıdır. Malabsorpsiyon varlığında, hem EN hem de PN formülasyonlarında yer alan, safra tuzları gerektirmeyen orta zincirli yağ asitlerinin dahil edilmesi, hastalara konsantre bir enerji kaynağı sağlayabilir (Martindale & ark, 2009; Thomas & ark, 1997). Ek olarak, omega-3 yağ asitlerinin takviyesi, lipid emülsiyonu kullanımı sırasında steatoz oluşumunu önlemek, kolestazı iyileştirmek, immünolojik direnci artırmak ve inflamatuvar doku hasarına ile kılcal geçirgenliğe karşı koruma sağlamak açısından önemlidir (Cabr  & ark, 1990; Abrams, 2013).

2.3. Protein Alımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Karaciğer yetmezliğı ve sirozlu, sarkopenik ve yetersiz beslenen hastaların, hiperkalorik ve protein açısından zengin bir diyet gereksinimi bulunmaktadır. Ancak bu hastalar, hiperamonemi ve hepatik ensefalopati risklerine karşı dikkatli olmalıdırlar. Hiperamonemi, karaciğer hastalığı olan yetersiz beslenen hastalarda sarkopeninin neden olduğı, bağırsak ve böbreklerde artan amonyak üretimi ve karaciğer ve iskelet kasında azalan amonyak yıkımından kaynaklanmaktadır. Bu durum, beyin astrositlerinde doğrudan toksisiteye yol açmakta ve hepatik ensefalopatiye neden olabilmektedir (Driscoll & ark, 1994). Bu nedenle, başlangıçta en az 1 g/kg/gün protein alımı sağlanmalı ve böbrek fonksiyonu normal olan hastalarda, katabolik hızı değerlendirmek için 24 saatlik idrar üre nitrojeni ölçülmelidir. Protein takviyesinde, dallı zincirli amino asitler (DZAA) açısından zengin diyetler tercih edilmeli ve tolere edilen miktarlarda 1,2-1,5 g/kg/gün alım yapılmalıdır (Cabr  & ark, 1990; Seyan & ark, 2010). Araştırmalar, ameliyat öncesi oral DZAA takviyesinin karaciğer yetmezliğı olan hastalarda nakil sonrası

bakteriyemi ve sepsis insidansını azalttığını göstermiştir. Ayrıca, DZAA ile zenginleştirilmiş formüllerin amonyak seviyesini düşürdüğü, albümin, prealbümin, toplam lenfosit sayısı, glikoz intoleransı, karaciğer rejenerasyonu, bağışıklık sistemi işlevi, dendritik hücrelerin olgunlaşması ve periferik kan mononükleer hücre yeteneğini iyileştirdiği bulunmuştur (Khanna & Gopalan, 2007; Shirabe & ark 2011).

2.4. Mikro Besin Alımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Karaciğer yetmezliği olan hastalarda, folat ve piridoksal-5'-fosfat gibi bazı mikro besinlerde önemli düzeyde eksiklikler görülmektedir. Oksidatif strese kaynaklı antioksidan eksiklikleri (selenyum, E vitamini, C vitamini) de bu hastalarda yaygındır (Merli & ark, 2011). Ayrıca, D vitamini eksiklikleri gözlemlenebilir ve yapılan araştırmalar, erken dönem D vitamini desteğinin karaciğer yetmezliği olan hastalarda osteoporozu önleyebileceğini bildirmektedir (Bitetto & ark, 2010).

2.5. Aşırı Besin Takviyesi ve Fiziksel Aktivite

Karaciğer hastalarında artan besin alımı ve sınırlı fiziksel aktivite sonucu obezite gözlemlenebilir. Obez hastalarda, nakil sonrası başarı oranlarının azaldığı bildirilmiştir. Bu nedenle, obez hastalarda vücut ağırlığı kaybını teşvik etmek ve karaciğer yağ oranını azaltmak önemlidir (Marsman & ark, 1996).

2. Karaciğer Nakli Sonrası Beslenme Tedavisi

Karaciğer nakli sonrası, yeni işleyen karaciğerin beslenme anormalliklerini düzelteceği beklense de, yetersiz beslenme, sarkopeni ve obezite gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Nakil sonrası, karaciğer fonksiyonunun iyileşmesi ve vücut ağırlığındaki düzelme gözlenmesine rağmen, vücut kompozisyonunda devam eden değişiklikler, özellikle kas kütlesindeki azalma ilk 12 ay veya daha uzun süre devam edebilir (Jensky-Squires & ark, 2008; Delmonico & ark, 2007). Cerrahi yoğun bakım ünitesinde kalan hastalar, kronik hastalıklar ve çeşitli tedavilerden kaynaklanan stres durumlarına maruz kaldıklarından, greftin iyileşmesi ve genel

iyileşme sürecinde beslenme desteğine vurgu yapılması önemlidir (Plauth & Schuetz, 2009).

3.1. Enerji Alımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Ameliyat sonrası dönemde hastaların enerji gereksinimleri artış göstermektedir. Eğer indirekt kalorimetri ile enerji gereksinimi belirlenemiyorsa, ESPEN önerilerine uygun olarak günlük 35-40 kcal/kg enerji alımı hedeflenmelidir (Plauth & ark, 2006). Bir çalışma, hastaların enerji gereksinimlerinin yaklaşık olarak bazal enerji harcamasının %120-130'u kadar olduğunu önermektedir (Plauth & ark, 2006; Anastácio & Correia, 2016).

3.2. Karbonhidrat Alımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Karaciğer nakli sonrası hastalarda genellikle diyabetik diyet tavsiye edilmektedir. Hiperglisemi devam ediyorsa, glikoz alımı azaltılarak yönetilmelidir. Bu durum, dönemde artan glikoz oksidasyonunu engelleyebilecek daha yüksek insülin seviyeleri ile ilişkilendirilmektedir (Ymanaka-Okumura & ark, 2006).

3.3. Protein Alımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Ameliyat sonrası erken dönemde protein katabolizması belirgin bir şekilde artar ve yara iyileşmesi için gereklidir, bu nedenle günlük protein alımı miktarı 1.5-2.0 g/kg arasında önerilir. Avrupa Klinik Beslenme ve Metabolizma Derneği (ESPEN), post-operatif dönemde günlük protein alımını 1.2-1.5 g/kg olarak tavsiye etmektedir. ESPEN, hepatik ensefalopati gelişen hastalar için post-operatif dönemde DZAA ile zenginleştirilmiş oral beslenme solüsyonlarının kullanılmasını önermektedir, bu öneri A seviyesindeki kanıtlara dayanmaktadır (Plauth & ark, 2006).

3.4. Mikro Besin Öğeleri Alımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Transplantasyon öncesi A vitamini ve çinko eksikliği, genellikle nakil sonrasında normale döner (Hammad ve ark, 2017; Anastácio & Correia, 2016). Karaciğer nakli sonrası, steroid tedavisine bağlı sıvı tutulumunu önlemek amacıyla önerilen diyet,

genellikle günlük 3 gram sodyum sınırlamasını içerir (Hammad ve ark, 2017; Bitetto & ark, 2010). Serum potasyum, magnezyum ve fosfor seviyeleri, diüretik kullanımı veya refeeding sendromu gibi nedenlerle azalabilir ve bu durumlar yakından izlenmelidir (Sanchez & Aranda-Michel, 2006). Karaciğer nakli sonrası kemik mineral yo unlu unda %1,4 ile %24 arasında bir azalma meydana gelebilir. Özellikle nakil sonrası ilk 3-6 ay içinde kırık insidansı en yüksek seviyededir ve bu genellikle nakil sonrası 12 ay içinde beslenme düzenlemeleriyle normale dönmeye eğilimlidir. Nakil sonrası uzun süreli steroid kullanımı, malnütrisyon ve kas kaybı, mevcut kemik yoğunluğunun azalmasını artırabilir (Hammad ve ark, 2017; Sanchez & Aranda-Michel, 2006).

Sonuc

Karaciğer nakli öncesi ve sonrası beslenme desteği büyük bir öneme sahiptir. Bu desteğin amacı, hastanın genel sağlığını iyileştirmek, nakil işlemine ve sonrasındaki döneme hazırlamak, cerrahi öncesi ve sonrası komplikasyonları, enfeksiyonları, kas kaybını, obeziteyi ve malnutrisyonu en aza indirmektir. Nakil sonrası dönemde ise iyileşme sürecini hızlandırmak, büyük bir ameliyat sonrası artan yıkıcı süreci kontrol altına almak, kas kaybını ve kilo kaybını önlemek, enfeksiyon riskini minimize etmek için beslenme desteği sağlamak hayati önem taşır. Aksi takdirde, post-operatif dönemde morbidite ve mortalite oranlarında artış riski artar.

Kaynakça

Abrams, S. A. (2013). Impact of new-generation parenteral lipid emulsions in pediatric nutrition. *Advances in Nutrition*, 4, 518–520.

Anastácio, L. R., & Correia, M. I. (2016). Nutrition therapy: Integral part of liver transplant care. *World Journal of Gastroenterology*, 22(4), 1513-1522.

Anderson, L. J., Erceg, D. N., Schroeder, E. T. (2012). Unity of multifrequency bioelectrical impedance compared with dual-energy x-ray absorptiometry for assessment of total and regional body composition varies between men and women. *Nutrition Research*, 32, 479–485.

Aqel, B. A., Scolapio, J. S., Dickson, R. C., Bruton, D. D., & Bouras, E. P. (2005). Contribution of ascites to impaired gastric function and nutritional intake in patients with cirrhosis and ascites. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 3, 1095–1100.

Aranda-Michel, J. (2001). Nutrition in hepatic failure and liver transplantation. *Current Gastroenterology Reports*, 3, 362–370.

Aydın, A., & Çelik, Z. M. (2022). Liver Transplantation and Medical Nutrition Therapy. *GUJHS*, 11(4), 1619–1627.

Baskin, W. N. (2006). Acute complications associated with bedside placement of feeding tubes. *Nutrition in Clinical Practice*, 21, 40–55.

Bitetto, D., Fabris, C., Falleti, E., Fornasiere, E., Fumolo, E., Fontanini, E., ... & Pirisi, M. (2010). Vitamin D and the risk of acute allograft rejection following human liver transplantation. *Liver International*, 30, 417–444.

Burns, D., Schaeffer, D., & Bosco, J. (1995). Nutritional assessment of endoscopically placed nasojejunal feeding tubes. *Gastrointestinal Endoscopy*, 41, 263–269.

Cabre, E., & Gassull, M. A. (2005). Nutrition in liver disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 8, 545–551.

Cabré, E., Periago, J. L., Abad Lacruz, A., González Huix, F., González, J., & Esteve Comas, M. (1993). The relationship of plasma polyunsaturated fatty acid deficiency with survival in advanced liver cirrhosis, multivariate analysis. *American Journal of Gastroenterology*, 88, 718–722.

Cabré, E., Periago, J. L., Abad Lacruz, A., González Huix, F., González, J., & Esteve Comas, M. (1990). Plasma fatty acid profile in advanced cirrhosis, unsaturation deficit of lipid fractions. *American Journal of Gastroenterology*, 85, 1597–1604.

Campos, A. C., Matias, J. E., & Coelho, J. C. (2002). Nutritional aspects of liver transplantation. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 5, 297–307.

Delmonico, M. J., Harris, T. B., Lee, J. S., Visser, M., Nevitt, M., Kritchevsky, S. B., ... & Newman, A. B. (2007). Health, Aging and Body Composition Study. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(5), 769–774.

Detsky, A. S., McLaughlin, J. R., Baker, J. P., Johnston, N., Whittaker, S., & Mendelson, R. A. (1987). What is subjective global assessment of nutritional status? *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 11, 8–13.

Driscoll, D. F., Newton, D. W., & Bistran, B. R. (1994). Precipitation of calcium phosphate from parenteral nutrient fluids. *American Journal of Hospital Pharmacy*, 51, 2834–2836.

Driscoll, D. F., Palombo, J. D., & Bistran, B. R. (1995). Nutritional and metabolic considerations of the adult liver transplant candidate and donor organ. *Nutrition*, 11, 255–263.

Giusto, M., Lattanzi, B., Di Gregorio, V., Giannelli, V., Lucidi, C., & Merli, M. (2014). Changes in nutritional status after liver transplantation. *World Journal of Gastroenterology*, 20, 10682–10690.

Hammad, A., Kaido, T., Aliyev, V., Mandato, C., & Uemoto, S. (2017). Nutritional Therapy in Liver Transplantation. *Nutrients*, 9(10), 1126.

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi (İKÇÜ). (2016). Organ Bağışı. Erişim adresi: <https://yasam.ikcu.edu.tr/S/11426/organbagisi> (Erişim Tarihi: 07.12.2023).

Jensky-Squires, N. E., Dieli-Conwright, C. M., Rossuello, A., Erceg, D. N., McCauley, S., & Schroeder, E. T. (2008). Validity and Reliability of Body Composition Analyzers in Children and Adults. *British Journal of Nutrition*, 100, 859–865.

Kaido, T., Mori, A., Oike, F., Mizumoto, M., Ogura, Y., Hata, K., ... & Uemoto, S. (2010). Impact of pretransplant nutritional status in patients undergoing liver transplantation. *Hepatogastroenterology*, 57, 1489–1492.

Kamalaporn, P., Sobhonslidsuk, A., Jatchavala, J., Atisook, K., Rattanasiri, S., & Parmoolsinsap, C. (2005). Factors predisposing to peptic ulcer disease in asymptomatic cirrhotic patients. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 21, 1459–1465.

Karakayali, H., & Haberal, M. (2005). The History and Activities of Transplantation in Turkey. *Transplantation Proceedings*, 37(7), 2905-2908.

Khanna, S., & Gopalan, S. (2007). Role of branched-chain amino acids in liver disease, the evidence for and against. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 10, 297–303.

Madden, A. M., Bradbury, W., & Morgan, M. Y. (1997). Taste perception in cirrhosis, its relationship to circulating micronutrients and food preferences. *Hepatology*, 26, 40–48.

Maheshwari, A., & Thuluvath, P. J. (2005). Autonomic neuropathy may be associated with delayed oro-caecal transit time in patients with cirrhosis. *Autonomic Neuroscience*, 118, 135–139.

Marsman, W. A., Wiesner, R. H., Rodriguez, L., Batts, K. P., Porayko, M. K., Hay, J. E., ... & Krom, R. A. (1996). Use of fatty donor liver is associated with diminished early patient and graft survival. *Transplantation*, 62, 1246–1251.

Martindale, R. G., McClave, S. A., Vanek, V. W., McCarthy, M., Roberts, P., Taylor, B., ... & Cresci, G. (2009). Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient, Society of Critical Care Medicine and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *Critical Care Medicine*, 37, 1–30.

Merli, M., Giusto, M., Riggio, O., Gentili, F., Molinaro, A., Attili, A. F., ... & Rossi, M. (2011). Improvement of nutritional status in malnourished cirrhotic patients one year after liver transplantation. *European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 6, 142–147.

Mullen, J. L., Buzby, G. P., Waldman, M. T., Gertner, M. H., Hobbs, C. L., & Rosato, E. F. (1979). Prediction of operative morbidity and mortality by preoperative nutritional assessment. *Surgery*, 30, 8–11.

Muller, M. J., Lautz, H. U., Plogmann, B., Bürger, M., Körber, J., & Schmidt, F. W. (1992). Energy expenditure and substrate oxidation in patients with cirrhosis, the impact of cause, clinical staging and nutritional state. *Hepatology*, 15, 782–794.

Nompleggi, D. J., & Bonkovsky, H. L. (1994). Nutritional supplementation in chronic liver disease, an analytical review. *Hepatology*, 19, 518–523.

O'Brien, A., & Williams, R. (2008). Nutrition in end-stage liver disease, principles and practice. *Gastroenterology*, 134, 1729–1740.

Plauth, M., & Schuetz, T. (2009). Hepatology—Guidelines on Parenteral Nutrition, Chapter 16. *Ger. Med. Sci.*, 7, 12–17.

Plauth, M., Cabre, E., Riggio, O., Assis-Camilo, M., Pirlich, M., & Kondrup, J. (2006). ESPEN guidelines on enteral nutrition, liver disease. *Clinical Nutrition*, 25, 285–294.

Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2023). Yeterli ve Dengeli Beslenme Nedir? Erişim adresi: <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/beslenme/yeterli-ve-dengeli-beslenme-nedir.html> (Erişim Tarihi: 07.12.2023).

Sanchez, A. J., & Aranda-Michel, J. (2006). Nutrition for the liver transplant patient. *Liver Transplantation*, 12, 1310–1316.

Seyan, A. S., Hughes, R. D., & Shawcross, D. L. (2010). Changing face of hepatic encephalopathy, role of inflammation and oxidative stress. *World Journal of Gastroenterology*, 16, 3347–3357.

Shirabe, K., Yoshimatsu, M., Motomura, T., Takeishi, K., Toshima, T., Muto, J., ... & Maehara, Y. (2011). Beneficial effects of supplementation with branched-chain amino acids on postoperative bacteremia in living donor liver transplant recipients. *Liver Transplantation*, 17, 1073–1080.

Stephen, M. R., & Roger, W. (1999). Nutrition and liver transplantation. *Hepatology*, 31, 955–962.

Stephenson, G. R., Moretti, E. W., El-Moalem, H., Clavien, P. A., & Tuttle-Newhall, J. E. (2001). Malnutrition in liver transplant patients, preoperative subjective global assessment is predictive of outcome after liver transplantation. *Transplantation*, 72, 666–670.

Stickel, F., Inderbitzin, D., & Candinas, D. (2008). Role of nutrition in liver transplantation for end-stage chronic liver disease. *Nutrition Reviews*, 66, 47–54.

Tandon, P., Ney, M., Irwin, I., Ma, M. M., Gramlich, L., Bain, V. G., ... & Myers, R. P. (2012). Severe muscle depletion in patients

on the liver transplant wait list, its prevalence and independent prognostic value. *Liver Transplantation*, 18, 1209–1216.

Thomas, E. L., Taylor-Robinson, S. D., Barnard, M. L., Frost, G., Sargentoni, J., Davidson, B. R., ... & Bell, J. D. (1997). Changes in adipose tissue composition in malnourished patients before and after liver transplantation, a carbon-13 magnetic resonance spectroscopy and gas liquid chromatography study. *Hepatology*, 25, 178–183.

Thuluvath, P. J., & Triger, D. R. (1989). Autonomic neuropathy and chronic liver disease. *QJM: An International Journal of Medicine*, 72, 737–747.

Türker, P. (2015). Beslenme ve Diyetetik Güncel Konular. In M. Tayfur & N. Ayhan (Eds.), *Solid Organ Transplantasyonunda Tıbbi Beslenme Tedavisi* (ss. 197-209). Ankara: Hatipoğlu.

Wischmeyer, P. E., Carli, F., Evans, D. C., Guilbert, S., Kozar, R., Pryor, A., ... & Perioperative Quality Initiative. (2018). American Society for Enhanced Recovery and Perioperative Quality Initiative Joint Consensus Statement on Nutrition Screening and Therapy within a Surgical Enhanced Recovery Pathway. *Anesthesia & Analgesia*, 126(6), 1883-1895.

Ymanaka-Okumura, H., Nakamura, T., Takeuchi, H., Miyake, H., Katayama, T., Arai, H., ... & Takeda, E. (2006). Effect of late evening snack with rice ball on energy metabolism in liver cirrhosis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60(9), 1067-1072.

BÖLÜM IV

Sürdürülebilir Beslenme

Aslı Ayça ÖZYAZGAN TOKAY¹

Giriş

Bir insan hakkı olan yeterli beslenme, yaşam için gereken en temel gereksinimlerden biridir. Çevresel, kültürel ve bireysel birçok etken beslenmeyi şekillendirmektedir. Artan nüfus ve beslenme şekillerinin değişmesi besin üretiminde verimliliği artırma yöntemlerini gündeme getirmiştir. Bunun için kullanılan gübreler, ilaçlar ve genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) kullanımı bireyler, toplumlar ve çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Dünya üzerinde bitmeyen açlık sorunları, malnütrisyon, beslenme ile ilişkili hastalıkların artışı, çevresel kirlilik ve iklim sorunları beslenme ile ilgili zorunlu ve kalıcı değişiklikler yapılması zorunlu olmuştur (FAO and WHO, 2019; Altunbağ E, 2022).

Küresel Sorunlar ve Sürdürülebilirlik

İnsanın dünyaya geldiği andan itibaren çevre ile etkileşimi başlar. İnsanlar yaşamları boyunca çevreye isteyerek veya istemeyerek olumlu veya olumsuz etkiler oluşturmuşlardır. Ancak sanayileşmenin ve teknolojinin gelişmesi ile çevre sorunlarının, kalkınmanın bir sonucu olarak hızla arttığı görülmektedir. Çevre sorunlarının sınır tanımaması, uluslararası boyutta çözüm aranması gereken küresel boyutta sorun haline getirmiştir. İklim değişikliği, küresel ısınma, ozon tabakasının ve ormanların tahribatı küresel düzeyde öncelik kazanmış küresel çevre sorunlarıdır. Artan çevre sorunlarının çözümü için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda kalkınmanın teşviki ile beraber çevre sorunlarının engellenmesinin ve iyileştirilmesinin sağlanması amaçlanmaktadır (Baykal ve Baykal, 2008; Bilgili, 2017).

Sürdürülebilirlik kavramının 1700’lü yıllardan bu yana var olduğu bilinmekle beraber, 1970 yılından sonra çevre konusunda ülkelerin gündeminde yer almaya başlamıştır. Birleşmiş Milletler’e bağlı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun 1987’deki ‘Ortak Geleceğimiz’ raporunda sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramların ilk defa bahsedilmiştir (Şen H vd, 2018; Pekcan AG, 2019).

Sürdürülebilirliğin çok fazla tanımı olmakla beraber bu raporda sürdürülebilirlik, insanlığın gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetini koruyarak bugünün ihtiyaçlarını karşılayarak kalkınmayı sürdürülebilir kılabilme kabiliyetinin olması olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilirlik kavramı pek çok alanda kullanılmakla birlikte, özellikle ekonomi ve çevre konularında sıklıkla kullanılmaktadır (Şen H vd, 2018; World Commission on Environment and Development, 1987).

Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetini kısıtlamadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınmadır. Sürdürülebilir kalkınma ekolojiiyi korumaya, gelir dağılımı ve ekonomiyi iyileştirmeye yönelik önlemleri de içeren tüm ülkelere gerekli bir büyüme biçimidir. Gelecekteki nesillerin de iyi

bir yaşam sürmesi için alınacak önlemlerin uygulanabilir olması için ülkelerde imar, çevre, kirlilik gibi konularda yasal olarak da bazı değişikliklerin yapılmasına ihtiyaç duyulabilir (World Commission on Environment and Development, 1987). Çünkü sürdürülebilir kalkınma uyum sağlama değil, değişimdir. Bu değişimler geleceğin ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak kaynakların, yatırımların ve gelişmelerin yönlendirilmesi ve yönetimi ile olur. Çevrenin iyi planlanıp yönetilememesi, canlıların yaşamını tehlikeye atabilir (Baykal&Baykal, 2008).

Küresel Beslenme Sorunları ve Sürdürülebilir Beslenme

Günümüzde açlık ve obezite ile doğal ve çevresel kaynakların bozulması, artarak devam eden en büyük sorunlardır. Dünya üzerinde 820 milyondan fazla insan aç iken, fazla kiloluluk ve obezite ve bunlarla ilişkili hastalıklardan ölen insan sayısının yaklaşık 4 milyon olması dikkat çekmektedir. Yüksek ve düşük gelirli ülkeler/ bölgeler arasındaki dengesizlik hala devam etmektedir. Yetersiz ve sağlıklı beslenme kişinin sağlığı, refahı, üretkenliği, toplumun sosyoekonomik açıdan maliyeti ve küresel sağlık yükünü artırmaktadır. Besin üretiminden tüketimine kadar her aşamadaki başarısız uygulamalar çevreye ve doğal kaynaklara zarar vermektedir. Dünyadaki beslenme sistemleri çevresel bozulma ve doğal kaynakların tükenmesinin temel sebeplerinden biridir. Buzsuz kara alanlarının % 40'ını kaplamakta, küresel sera gazı emisyon üretiminin %20-35'ini oluşturmaktadır. Küresel tatlı su çekilmesinin yaklaşık % 70'ini oluşturmakta, su kirliliğine neden olmaktadır. Ormansızlaşma, arazi dönüşümü ve biyolojik çeşitlilik kaybının asıl sebebidir. Aşırı gübre kullanımı ile karada ve suda besin kirliliğine sebep olmakta, biyoçeşitliliğin azalmasına yol açmaktadır. Nüfus artışı ile birlikte çevresel duyarlılık değişmediği sürece küresel sorunlar artmaya devam edecek, çevreye ve sağlığa olumsuz etkileri artacaktır (FAO&WHO, 2019; Armitage C, 2020).

Küresel Hastalık Yüğü Çalışması bulaşıcı olmayan hastalıkların oluşumunda önemli beslenme risk faktörlerinin meyve, sebze, kuru baklagiller, yağlı tohumlar, süt ve ürünleri, deniz

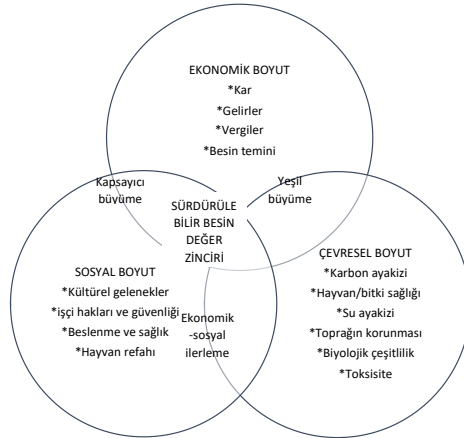
ürünleri, kalsiyum, posa, w-3 yağ asitleri, w-6 çoklu doymamış yağ asitlerinin tüketiminin az; kırmızı et, işlenmiş et, şekerli içecekler, sodyum ve trans yağ asitlerinin tüketiminin fazla olduğunu göstermiştir. Bu çalışma her risk faktöründe optimal alım sağlanabilirse bulaşıcı olmayan hastalıkların ve bu hastalıklara bağlı ölümler büyük ölçüde önlenebileceğini belirtmektedir. İyi beslenme, bireylerin ve toplumların sağlığı ve ekonomik gelişmesinde çok önemlidir. Temel insan hakkı olan sağlıklı beslenme hem malnutrasyonun (yetersiz beslenme, aşırı kilo/obezite, diyetle ilgili bulaşıcı olmayan hastalıklar) hem de üçlü gezegen krizi olarak tanımlanan iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve kirliliğe yönelik çözümün önemli bir parçasıdır. Bu sebeple beslenmenin iyileştirilmesi Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG)'ne ulaşmada çok büyük öneme sahiptir (UN-Nutrition, 2022). 2014 yılında WHO ve FAO'nun İkinci Uluslararası Beslenme Konferansı'nda mevcut besin sistemlerinin kaynak kıtlığı, çevresel bozulma, sürdürülemez üretim ve tüketim şekilleri sebebi ile herkes için yeterli, güvenli besin sağlamada zorluk yaşadığı ve bu sebeple SDG'ye uygun sağlıklı beslenmenin teşvik edilmesi gerektiği belirtilmiştir (FAO&WHO, 2019).

2021 yılı beslenme şekli ve beslenme sistemlerinde dönüm noktası oldu. Birleşmiş Milletler Gıda Sistemleri Zirvesi (UNFSS)'nde yetersiz beslenmenin her türünü bitirmek için beslenme sistemlerini düzenlemeye yönelik tavsiyeler açıkladı (UN-Nutrition, 2022). Beslenme sistemlerinde ve beslenme şekillerinde tamamen değişim kısa sürede mümkün olmasa da, son yıllarda ülkeler sürdürülebilirlik konusunu beslenme politikalarına ve tüketici eğitimi programlarına dahil etmeye başladı (FAO¹).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) sürdürülebilir beslenmeyi; şimdiki ve gelecek nesiller için besin ve beslenme güvenliğine ve sağlıklı yaşama katkıda bulunan çevresel etkisi düşük diyetler olarak tanımlar. Sürdürülebilir beslenme doğal kaynakları ve insan kaynaklarını iyileştirirken, beslenme açısından yeterli, güvenli ve sağlıklı; ekonomik olarak adil ve karşılanabilir; kültürel olarak kabul

edilebilir ve erişilebilir; koruyucu, biyosistemlere ve ekosisteme saygılıdır (FAO¹).

Sürdürülebilir beslenme besinlerin üretimi, işlenmesi, tedariki, hazırlanması ve atıkların bertarafı aşamalarının tamamını kapsar (Koerber vd, 2017). FAO her besin için bir sürdürülebilir besin değeri zinciri oluşturmayı faydalı görmüştür. Besin değeri zinciri, besini oluşturmak için geçen tüm işlemlerden oluşur. Şekil 1’de görüldüğü gibi sürdürülebilir besin değeri zinciri besinin tüm aşamalarda karlı olması (ekonomik sürdürülebilirlik), topluma faydalı olması (sosyal sürdürülebilirlik) ve doğal çevre üzerinde etkisiz veya olumlu etkili olması (çevresel sürdürülebilirlik) olarak 3 boyutta ölçülür. Ekonomik sürdürülebilirlik boyutu, her aşamadaki faaliyetlerin ticari olarak uygulanabilir ve maliyetinin uygun olması durumudur. Sosyal sürdürülebilirlik boyutu, artan yatırımla ilişkili faydaların ve maliyetlerin sosyal ve kültürel olarak kabul edilebilirliğidir. Çevresel sürdürülebilirlik boyutu besin değeri zinciri faaliyetlerinin doğal çevre üzerinde olumlu veya nötr etkili olmasıdır. Sürdürülebilirlik dinamik bir kavramdır. Bir değer zincirinin bir dönemdeki performansının sürdürülebilirliği, bir sonraki dönemdeki performansını etkiler (FAO²).



Şekil 1. Sürdürülebilir besin değeri zincirinin geliştirilmesi

Sürdürülebilir besin değeri zinciri geliştirme, besin sistemi oluşturmak için esnek bir çerçeve oluşturarak kolaylık sağlar. Ancak besin sistemi oluşturmada ve besin tedarikinde sorunları çözemeyebilir. Var olan veya oluşabilecek bu tür sorunların çözümünde devletlerin program oluşturmaları ve ulusal kalkınma stratejileri gereklidir (FAO²).

2030 yılına kadar ulaşılması hedeflenen SDG'lerin tamamının uygulanabiliyor olması için besin sistemlerini etkileyen obezitenin azaltılması, iklim değişikliğinin ele alınması, çiftçiliğin gelecek nesiller için uygulanabilir kılınması, biyolojik çeşitlilik kaybının durdurulması konularında acil politika reformlarının yapılması önerilmektedir (EFAD, 2019). Oluşturulacak politikalarda uluslararası güven ortamında sorunların çözümünde iş birliği yapılması, şeffaf programların yapılması, araştırma ve geliştirme çalışmalarına kaynak desteği ve ekonomik destek sağlanması politikaların uygulanmasını ve sonuç vermesini kolaylaştıracaktır. Alınan kararların ve politikaların bireysel, yerel, ulusal, bölgele ve uluslararası her kademedede uygulanması sürdürülebilir kalkınmayı etkin kılacaktır (Baykal&Baykal, 2008).

Sürdürülebilir Sağlıklı Diyetler

Dünya Sağlık Örgütü ve FAO çevresel etkisi düşük ve sağlığa da faydası olan 'Sürdürülebilir Sağlıklı Diyet' kavramı ile sürdürülebilirlikte beslenmenin önemine ve uygulanabilirliğine dikkat çeken, besin sistemi oluşturmak için bir rehber hazırladı. Sürdürülebilir sağlıklı diyetler çevresel etkisi düşük, erişilebilir, güvenli, uygun fiyatlı ve kabul edilebilir ve bireylerin sağlığını destekleyen beslenme kalıplarıdır. Sürdürülebilir sağlıklı diyetler şimdiki ve gelecekteki nesillerin her yaşta fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden iyiliğini destekler. Optimal büyümeyi sağlar. Her türlü yetersiz beslenmenin önlenmesini sağlarken, beslenme ile ilişkili bulaşıcı olmayan hastalık riskini önlenmesine katkıda bulunur. Gezegen sağlığının ve biyoçeşitliliğin korunmasını destekler. Sürdürülebilir sağlıklı diyetler ile SDG'lerin 1. yoksulluğa son, 2. sıfır açlık, 3. sağlık ve esenlik, 4. kaliteli eğitim, 5. cinsiyet eşitliği,

12. sorumlu üretim ve tüketim ile 13. iklim eylemi hedeflerine ulaşmada önemli rolü vardır (FAO and WHO, 2019).

Sürdürülebilir diyetler uygun teknoloji kullanımı, sınırlı hayvancılık, üretim ve tüketimde kısa mesafe, besin işlemenin azaltılması, ekonomik ve kaliteli besin üretimi, mutfak becerisi, beslenme ve diyet eğitimi ile uygulanabilir duruma gelir. Optimal beslenme için gereken besin kalitesinin yüksek olması için, yüksek besin içeriğine sahip olması ve kimyasal toksik madde kontaminasyonunun olmaması veya en aza indirilmesi gerekir. Besin işleminin azaltılması bunun için uygulanacak en iyi yöntemlerden biridir. Sürdürülebilirliğe uygun besin seçimleri ve pişirme yöntemleri hakkında eğitim vermek, tüm ülkelerde iyileştirme sağlamak için önemlidir (FAO, 2010).

Sürdürülebilir beslenmenin sağlanmasında sorunlar ve çözümler tarım, besin endüstrisi ve tüketiciler temelinde ele alınmaktadır (Green H, 2018):

Tarım: Besin üretimi yüksek gelirli ülkelerde sağlık ve beslenmeden daha çok ekonomik kaygılarla yapılmaktadır. Artan besin talebini karşılamak için tarımsal üretimi belirlerken sağlık ve besleyicilik ön planda tutulan çözümler aranmalıdır. Ayrıca artan mevcut tarım uygulamaları ekilebilir tarım alanlarının bozulmasını, sera gazı emisyonlarını ve tatlı su çekilmesini artırdığı için sürdürülebilir değildir. Mevcut besin ve tarım sistemi sürdürülebilir tarımı teşvik ederek geliştirilmeli ve değiştirilmelidir. Sürdürülebilir tarım uygulamalarında için çiftçiler eğitilerek tarımın çevresel etkisi ve toprak sağlığı iyileştirilmeli, ekosistemler ve biyoçeşitlilik korunmalı, istikrarlı, verimli ve kaliteli besin temini sağlanmalıdır. İklimin değişmesi de tarımsal uygulamaları etkiler. Sürekli sıcaklık artışı tarımı olumsuz etkiler. Yapılan çalışmalar atmosferdeki karbondioksit artışının besinlerin proteinlerini ve demir, çinko gibi minerallerini etkileyeceğini belirtmiştir. Bu etkilerin çözümünde bireylerin sağlığını korumak ve iyileştirmek için zenginleştirilmiş besinlerin kullanımı makul düzeyde kullanılacağı öngörülmektedir. Kullanılan tohumların kalitesi, besin değerini etkilemektedir. İyi

kalitede tohum kullanımı tarımsal gereksinimleri karşılarken, sürdürülebilir çevreye katkı sağlar (Green H, 2018).

Besin Endüstrisi: Besinlerin ve üretimden tüketime kadar tüm aşamalardaki kişilerin, işletmelerin çeşitliliği ile besin endüstrisi çok büyük bir alanı ifade eder. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirlik ve sağlık alanında da çok büyük öneme sahiptir. Besin endüstrisinde yer alan özellikle tüketici ile yüz yüze olan endüstri kuruluşlarının sağlıklı ve sürdürülebilir besin seçimi sunarak tüketicileri etkileme imkanları vardır. Bunu sağlarken seçimi etkileyen önemli etkenlerden biri olan maliyetlerin yükselmemesi de önemlidir. Bunun yanında insanlara çocukluktan itibaren sağlıklı beslenme eğitimi verilerek sağlıklı ve sürdürülebilir besin seçimleri yapması yönünde sağlam ve kalıcı adımlar atılabilir. Bu seçimler de besin endüstrisinin şekillenmesinde yardımcı olacaktır (Green H, 2018).

Tüketiciler: Dünya üzerinde hala milyonlarca insan protein-enerji malnütrisyonu ve mikro besin yetersizliği ile yaşamaktadır. Besinlerin biyolojik zenginleştirilmesi bu sorunların önemli bir çözüm yolu olarak görülmektedir. Temel bitkisel kaynaklı besinlerin zenginleştirilmesi uygun maliyetle sağlığın iyileştirilmesine yardımcı olabilir ve sürdürülebilir beslenmeye katkı sağlayabilir. Ekonomik kalkınma ve kentleşme ile et tüketimi ve obezitenin arttığı, beslenme kalitesinin düştüğü, daha az sürdürülebilir beslenmeye geçildiği görülmektedir. Nüfusu artan toplumda sağlıklı ve sürdürülebilir beslenmeyi sağlayabilmek için beslenme sistemi sağlığa, sürdürülebilirliğe uygunluğun yanında fiyat, lezzet ve kültürel uygunluğu da göz önünde tutarak ele alınarak programlar yapılması önerilmektedir. Diğer taraftan açlık acil çözülmesi gereken ve ciddi bir sorundur. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde karşılaşılan açlık, sağlıklı ve sürdürülebilir besinlere ulaşılabilirliğin artırılması hedeflenerek acil olarak ortadan kaldırılmalıdır (Green H, 2018). Sürdürülebilir besin üretim sistemleri ile üretilen besinler hem sağlığı geliştirir, hem malnütrisyonu önler, hem de üçlü gezegen krizinde bir çözüm olabilir (Pekcan, 2022).

Öneriler doğrultusunda EAT-Lancet Sürdürülebilir Gıda Sistemlerinden Sağlıklı Diyetler Komisyonu sağlıklı beslenme ve sürdürülebilir beslenme sistemleri ile ilgili 4 alternatif sağlıklı diyet modeli geliştirmiştir: 1. Tüm hayvansal kaynaklı besinleri az ve orta miktarda içeren esnek bir diyet, 2. Orta miktarda balık içeren ancak başka et içermeyen pesketeryan diyet, 3. Orta miktarda süt ve yumurta içeren, balık ve diğer etleri içermeyen vejeteryan diyet, 4. Tamamen bitki bazlı vegan diyeti (FAO vd, 2020). Ayrıca sağlıklı yetişkin bir kişiye göre 2500 kkal ile sınırlı, bitkisel besin ağırlıklı besinler, az miktarda hayvansal kaynaklı besinler, doymamış yağların tüketildiği, sınırlı miktarda rafine tahıllar, ilave şeker ve nişastalı tahıllardan oluşan bir beslenme modeli önermiştir (EAT; Vergi, 2022).

Geleneksel diyet uygulamalarından sağlık üzerinde olumlu etkileri ile bilinen akdeniz diyeti uygulanabilir, doyurucu, uygun maliyetli, sağlıklı ve sürdürülebilir diyet modeli olarak önerilmektedir. Sağlıklı yetişkin bir kişi için ortalama olarak günlük tahıl miktarı 8 porsiyon, sebze 2-3 porsiyon, meyve 4-6 porsiyon, süt ve ürünleri 2 porsiyondan az, kırmızı et haftada 2 porsiyondan az, deniz ürünleri haftada 2 porsiyondan fazla ve yemeklerde zeytinyağı kullanımının ağırlıkta olması önerilir. Bitkisel besinlerden zengin bir diyet olduğu için karbon, su ve ekolojik ayak izi düşüktür (Fatati, 2015; Burlingame&Dernini, 2011, Tokay ve ark, 2022, Dernini et al, 2017). Antioksidan ve posa içeriğinin yüksek olması, tekli doymamış yağ asitlerinden zengin olması özelliği ile sağlığı koruyucu, geliştirici ve kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kanser gibi diyetle ilgili kronik hastalıkların önlenmesinde etkili bir beslenme modelidir.

Sürdürülebilir Beslenmede Diyetisyenlerin Rolü

Beslenme bilimi, toplumun ihtiyaçları, davranış değişikliği ve insan sağlığının geliştirilmesi alanlarındaki uzmanlıkları sebebi ile diyetisyenler, politika ve sürdürülebilir beslenme modeli oluşturmada, araştırma ve geliştirmede, sağlık ve beslenme davranışları değişikliğine daha iyi uyum sağlamada çok önemli bir

role sahiptir. Kanıta dayalı bireysel beslenme programları, beslenme eğitimleri, bireylerin sağlıklarını kontrol etmeleri için rehberlik etmeleri, toplumsal beslenme müdahaleleri, beslenme politikalarını savunmaları ve liderlik etmeleri sebebi ile diyetisyenler, tedavi ve yönetim planlarında var olmalıdır. Yapılan alışmalar diyetisyenlerin sağladığı beslenme müdahaleleri ve tedavilerinin etkin ve ekonomik olduğunu göstermektedir. Bu da yaşam boyu sürdürülebilir sağlığı destekleyecektir (EFAD, 2019).

KAYNAKÇA

Altunbağ E, Yıldırım Ö, Tınmaz O. (2022). Günümüzde Değişen Beslenme Şekilleri ve Klimataryen Beslenme Kültürü Üzerine Kavramsal Bir Bakış. *Journal of Gastronomy Hospitality and Travel*, 5(1): 395-405. DOI:10.33083/joghat.2022.139.

Armitage C, (2020). Sustainable nutrition. *Nature*, 588(7837): 53. Doi: 10.1038/d41586-020-03442-7.

Baykal H ve Baykal T. (2008). Küreselleşen Dünya’da Çevre Sorunları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9): 1-17.

Bilgili MY. (2017). *Ekonomik, Ekolojik ve Sosyal Boyutlarıyla Sürdürülebilir Kalkınma. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(49): 559-69.

Burlingame B, Dernini S. (2011). Sustainable diets: the Mediterranean diet as an example. *Public Health Nutrition*, 14(12A): 2285-7. Doi: 10.1017/S1368980011002527.

EAT. Food Planet Health. https://eatforum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf (E.T. 25.12.2023).

EFAD. (2019). Sustainable Health Through the Life Span. <https://www.efad.org/wp-content/uploads/2021/10/efad-sustainable-health-through-life-span-2019.pdf>. (E.T. 30.01.2023).

Dernini S, Berry EM, Serra-majem L, La Vecchia C, Capone R ea al. (2017). Med Diet 4.0: the Mediterranean diet with four sustainable benefits. *Public Health Nutrition*, 20(7): 1322-30. Doi: 10.1017/S1368980016003177.

FAO. (2010). Sustainable Diets and Biodiversity. Rome: Proceedings of the International Scientific Symposium, 33-4.

FAO and WHO. (2019). Sustainable healthy diets – Guiding principles. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, Rome.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO.(2020). The State of Food Security and Nutrition in the World. Rome: FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 96, 244.

Fatati G. (2015). Sustainable diet: history lessons. *Recenti Progressi in Medicina*, 106(11): 40-4. Doi: 10.1701/2074.22486.

Food and Agriculture Organization of United States¹. Dietary guidelines and sustainability. <https://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/background/sustainable-dietary-guidelines/en/>. (E.T. 30.01.2023).

Food and Agriculture Organization of United States². What is sustainable food value chain development? <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/what-is-it/en/>. (E.T.27.01.2023).

Green H, Broun P, Cook D, Cooper K, Drewnowski A, Pollard D, Sweeney G, Roulin A. (2018). Healthy and sustainable diets for future generations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98: 3219-24. DOI 10.1002/jsfa.8953.

Koerber K, Bader N, Leitzmann C, (2017), Wholesome Nutrition: an example for a sustainable diet. *Proceedings of the Nutrition Society*, 76: 34–41. doi:10.1017/S0029665116000616.

Pekcan A.G, (2019). Sürdürülebilir Beslenme ve Beslenme Örüntüsü: Bitkisel Kaynaklı Beslenme. *Beslenme ve Diyet Dergisi*; 47(2): 1-10. doi: 10.33076/2019.BDD.1268.

Pekcan A.G. (2022). Dünya’da ve Türkiye’de besine dayalı beslenme rehberleri: sürdürülebilir beslenme yaklaşımı ve G20 ülkeleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 50(3): 1-9. Doi: 10.33076/2022

Şen H, Kaya A, Alpaslan B. (2018). Sürdürülebilirlik Üzerine Tarihsel ve Güncel Bir Perspektif. *Ekonomik Yaklaşım*, 29(107): 1-47. oi: 10.5455/ey.39101.

Tokay A, Yılmaz C, Bülbül N, Boyraz Ö, Bölük S. Sürdürülebilir beslenme modellerinden akdeniz diyetinin

sürdürülebilirlikteki yeri. *TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(2): 187-201.

UN-Nutrition, (2022). Transforming nutrition. *UN-Nutrition Journal*, 1: 3-9.

Vergi Y, Kılınç GE, Keser A. Sürdürülebilir beslenme ve gezegen diyeti. Ases II. International Scientific Research Conference, 01-02 Oct 2022, İzmir, Türkiye.

World Commission on Environment and Development. *Ourcommonfuture*. Oxford: Oxford University Press, 1987.

Gıda ve Beslenmede

Multidisipliner Yaklaşımlar I

Son yıllarda dünyamızda yaşanan; iklim değışiklikleri, çevre kirliliğı, gıda israfı, salgınlar, tedarikçi ölkeler ile diğerk ölkeler arasındaki politik anlaşmazlıklar gibi sorunlar, gıda güvenliğini ve insan sağığını olumsuz etkilemektedir. Her geçen gün artan nüfusa paralel olarak insanların yaşamı ve sağığı için gerekli güvenli gıdaya olan talep gittikçe artmaktadır. Bu nedenle çevreci ve sürdürülebilir gıda üretimi, insan sağığı ve gıda güvenliğine odaklanmış durumdadır. Gıdalar, Gıda ve Beslenmede Multidisipliner Yaklaşımlar kitabının amacı; bazı gıdaların özellikleri ve önemi teorik bilgilerin ışığında sağığımızdaki yeri fonksiyonlarını, gıda güvencesi hakkında güncel bilgilere kaynak olmaktır. Kitabın diğerk bir hedefi ise son günlerde popüler olan ketojenik diyetler ve aralıklı oruç gibi diyetlerin sağığımızdaki önemine katkı sağlamaktır. Bu bağlamda kitabın içeriğı; gıda teknikerlerinin, diyetisyenlerin ve gıda mühendislerinin çalışma alanlarını kapsamaktadır. Bununla birlikte kitap; Gıda Teknolojisi, Beslenme ve Diyetetik ve Gıda Mühendisliğı bölümleri için önemli bir ders kaynağı olacaktır.

