

## Beslenme ve fiziksel aktivitenin bağırsak mikrobiyotası ile ilişkisi

Melis KOCA, Esabil Emrah KOCA, Emel ÜNAL TURHAN

### Cite this article as:

Koca, M., Koca, E.M., Ünal Turhan, E.Ü. (2024). Beslenme ve fiziksel aktivitenin bağırsak mikrobiyotası ile ilişkisi. *Food and Health*, 10(2), 160-168. <https://doi.org/10.3153/FH24015>

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi,  
Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi,  
Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli,  
Osmaniye, Türkiye

### ORCID IDs of the authors:

M.K. 0000-0003-0540-7101  
E.E.K. 0009-0003-0353-4331  
E.Ü.T. 0000-0002-0284-574X

Submitted: 03.05.2023

Revision requested: 20.02.2024

Last revision received: 20.02.2024

Accepted: 22.02.2024

Published online: 01.04.2024

### Correspondence:

Emel ÜNAL TURHAN

E-mail: [emelunal@osmaniye.edu.tr](mailto:emelunal@osmaniye.edu.tr)



© 2024 The Author(s)

Available online at

<http://jfhns.scientificwebjournals.com>

### ÖZ

Beslenme biçimi ve fiziksel aktiviteler bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliği ve bileşimi üzerinde etkili olan faktörlerdir. İnsan sağlığı; bağırsak mikrobiyotası, fiziksel aktivite ve beslenme arasındaki dengeli ilişki ile yakından ilgilidir. Yüksek karbonhidratlı diyetler, yüksek proteinli diyetler, yüksek yağlı diyetler, vejetaryen/vegan beslenme, glutensiz beslenme ve akdeniz tipi beslenme gibi farklı beslenme biçimleri ile beslenen bireylerde bağırsak mikrobiyotası bileşiminin de değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Tüketilen besin çeşidine göre bağırsaklara ulaşan karbonhidrat, protein, yağ, fitokimyasal ve vitamin gibi diyet bileşenlerinin bağırsak mikrobiyotası dengesini olumlu veya olumsuz etkileme potansiyeli mevcuttur. Dengeli bir bağırsak mikrobiyotasının besinlerin sindirimi ve emiliminin yanı sıra egzersiz performansını desteklediği ve böylece metabolik aktivitelere katkı sağladığı bildirilir. Ancak tıpkı beslenme biçiminde olduğu gibi egzersizin yoğunluğu ve türüne göre bağırsak mikrobiyotasının bileşimi değişebilir. İlmimli bir fiziksel aktivitenin, bağırsak mikrobiyotasında olumlu yönde değişikliklere neden olurken, uzun ve yorucu aktivitelerin ise bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu bildirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bağırsak Mikrobiyotası, Beslenme, Fiziksel Aktivite, Sağlık

### ABSTRACT

#### Relationship of nutrition and physical activity with gut microbiota

Diet and physical activities are factors that affect the diversity and composition of the intestinal microbiota. Human health is closely related to the balanced relationship between gut microbiota, physical activity and nutrition. It has been reported that the composition of the intestinal microbiota also varies in individuals fed with different diets such as high-carbohydrate diets, high-protein diets, high-fat diets, vegetarian/vegan diet, gluten-free diet and mediterranean diet. Depending on the type of food consumed, dietary components such as carbohydrates, proteins, fats, phytochemicals and vitamins have the potential to affect the intestinal microbiota balance positively or negatively. It is reported that a balanced gut microbiota supports the digestion and absorption of nutrients as well as exercise performance and thus contributes to metabolic activities. However, just as with the diet, the composition of the intestinal microbiota can change depending on the intensity and type of exercise. It has been reported that moderate physical activity causes positive changes in the intestinal microbiota, while long and strenuous activities have negative effects on the intestinal microbiota.

**Keywords:** Gut Microbiota, Nutrition, Physical Activity, Health

## Giriş

Mikrobiyota insan vücudunda bulunan kommensal, simbiyotik ve patojenik tüm mikroorganizmalar için kullanılan bir terimdir (Kurtaran, 2021). İnsan vücudunun deri, bağırsak, solunum yolları vb. gibi farklı bölgelerinin kendilerine özgü mikrobiyotaları vardır ve insan vücudunun ikinci beyni olarak da görülen en önemli mikrobiyota bağırsak mikrobiyotasıdır (Karatay, 2019). Bağırsak mikrobiyotası; beslenme, metabolik fonksiyonlar, bağırsak gelişimi, immün sistem ve epitel hücrelerin olgunlaşmasını önemli derecede etkileyen çok sayıda mikroorganizmayı içerir. Bağırsak mikrobiyotası enerji oluşumu için sindirim ve emilimi desteklerken, kolondaki kompleks karbonhidratlar sindirilir ve kısa zincirli yağ asitlerine fermente edilir (Ersoy ve Ersoy, 2019). Bağırsak mikrobiyotası Firmicutes, Bacteroidetes, Proteobacteria, Verrucomicrobia, Actinobacteria, Fusobacteria ve Cyanobacteria popülasyonundan oluşur (Aydın ve Bağrıaçık, 2021).

Her bireyin bağırsak mikrobiyotası kendine özgüdür. Bağırsak mikrobiyotası üzerinde çevresel ve genetik birçok faktör olmakla birlikte beslenme biçimi en önemli faktörlerden biri olarak görülür (O'connor, 2013). Son yıllarda bağırsak mikrobiyotası üzerinde fiziksel aktivitelerinde önemli rol oynadığı bildirilmiştir. Beslenme biçimleri (akdeniz, batı tipi, vejeteryan/vegan vb.) ve dolayısıyla tüketilen besinlerin bileşimleri (yağ, karbonhidrat, posa, vitamin, mineral, katkı maddesi vb.) insan mikrobiyotasındaki farklılıkların başlıca nedenleri arasındadır. Beslenme biçimi ve bundan kaynaklı mikrobiyota yükü sağlık üzerinde etkili olduğundan bağırsak mikrobiyota dengesinin bozulması çeşitli sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Düşük miktarda lif içeren ve rafine karbonhidrat ile yağ açısından zengin diyetler, mikrobiyel çeşitlilikte azalmaya neden olur (Zeppa ve ark., 2020; Aya ve ark., 2021; Aydın ve Bağrıaçık, 2021). Bağırsak mikrobiyotası, fiziksel aktivite sırasında metabolizmayı destekleyici özellikleri ile sindirim ve gıda emilimini kolaylaştırarak enerji harcanmasını iyileştirir (Hsu ve ark., 2015; Clark ve Mach, 2017). Fiziksel aktivitenin mikrobiyota çeşitliliğini zenginleştirdiği, mukozal bağırsıklığı modüle edebilen bakterilerin çoğalmasını uyardığı, bariyer fonksiyonlarını iyileştirdiği ve gastrointestinal bozukluklara karşı koruma sağlayan ve performansı iyileştiren maddeler üretebilen bakterileri ve fonksiyonel yolları uyardığı bildirilmiştir. Ayrıca zayıf bireylerde obez bireylere kıyasla daha fazla mikrobiyota bileşimi ve yoğunluğunun daha zengin olduğu ortaya çıkarılmıştır (Mohr ve ark., 2020). Egzersizin yoğunluğu, zamanlaması ve türü, aynı zamanda deneklerin cinsiyeti, yaşı, sağlığı ve eğitim durumu ile ilgili olduğu için bağırsak mikrobiyotasının bileşimini etkileyebilir. Düşük seviyelerde, ancak sürekli ola-

rak yapılan fiziksel aktivitenin mikrobiyota çeşitliliğini artılabileceği, deneklerin metabolik profilini ve immünolojik tepkilerini iyileştirebileceği, akut yorucu egzersizin ise sporcuların mikrobiyotası ve genel sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olabileceği gösterilmiştir. Genel olarak, iyi bağırsak mikrobiyota koşulları, sporcuların sağlığını olumlu yönde etkiler ve antrenman adaptasyonları ve performansları üzerinde faydalı sonuçlar verir (Zeppa ve ark., 2020; Clark ve Mach, 2017).

## Bağırsak Mikrobiyotası

İnsanlarda mikroorganizmalar, gastrik sistem, ürogenital sistem, orofaringeal alan, solunum yolları, deri, kan ve göz gibi vücudun çeşitli alanlarında bulunur (Çatak ve ark., 2021a). Mikrobiyotanın büyük bir bölümü yüzey alan genişliğinden dolayı bağırsakta bulunmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası immün sistemin bir organı olarak düşünülür (Cassotta ve ark., 2020). İnsan bağırsak mikrobiyotası ökaryotik ve prokaryotik mikroorganizmaların tümüne ev sahipliği yapan karmaşık bir sistemdir (Fiers ve ark., 2020; Çatak ve ark., 2021b; Aydın ve Bağrıaçık 2021). Bağırsak mikrobiyotası, bağırsaktaki Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria, Proteobacteria ve Verrucomicrobia şubesindeki bakteriler ile, mantarlar, arkeleler, protistler, helmintler ve virüslerden oluşur. Mikrobiyotadaki mikroorganizmaların genomuna ise mikrobiyom denir (Aya ve ark., 2021; Zeppa ve ark., 2020). Sağlıklı yetişkin deneklerde, iki ana bakteri şubesi yaygındır: Gram-pozitif Firmicutes (%60-80 arasında, *Lactobacillus* ve *Clostridium*) ve Gram-negatif Bacteroidetes (%15-30 arasında). Firmicutes popülasyonu ağırlıklı olarak *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Ruminococcus Eubacterium*, *Fecalibacterium* ve *Roseburia* cinslerinden oluşur. Bacteroidetes popülasyonları ise *Bacteroides*, *Prevotella* ve *Xylanibacter* cinslerini içermektedir. Bifidobakteriler ise Actinobacteria içinde daha çok olumlu özellikleri ile yer alan bakterilerdir (Karatay, 2019; Çatak ve ark., 2021b). Bağırsak mikrobiyotası, sağlığı koruyucu birçok aktiviteye sahip olan K vitamini, biotin, folik asit, tiamin, glikanlar, amino asitler ve konjuge linoleik asit sentezine büyük katkı sağlar. Lipit metabolizması, bağırsak mikrobiyotasından etkilenir, adipositlerde lipoprotein lipaz aktivitesini ve safra asidi profilinin değişmesini teşvik eder (Cella ve ark., 2021; Zeppa ve ark., 2020).

Bağırsak mikrobiyotasının; bağırsıklık, diyabet, insülin direnci, kolorektal kanser, obezite, infantil kolik, alerji, inflamatuvar barsak hastalığı, çölyak hastalığı, hipertansiyon ve romatolojik hastalıklar gibi pek çok sağlık sorunu üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. İnsan sağlığı açısından bağırsak

mikrobiyota dengesinin korunması elzem olarak görülür (Gigante ve ark., 2011; Aziz ve ark., 2013; Alves, 2016; Tekin ve ark., 2018; Cassotta ve ark., 2020; Barrea ve ark., 2021; Kurtaran, 2021). Normal koşullarda sağlıklı bir bireyde mikrobiyotada yararlı ve zararlı bakteriler dengeli biçimde belli bir oranda bulunur. Mikrobiyotadaki dengenin bozulması ve zararlı bakteri sayısının artması durumunda “mikrobiyel disbiyozis” adı verilen patolojik süreç başlar. Tam tersi durumda ise sağlıklı mikrobiyotayı ifade eden öbiyozis görülür (Aya ve ark., 2021). Mikrobiyotadaki yararlı bakterilerin vitamin üretimi, kısa zincirli serbest yağ asidi üretimi, konjuge lino-leik asit üretimi, aminoasit sentezi, safra asitlerinin biyotransformasyonu, sindirilemeyen besinlerin fermantasyonu ve hidrolizi, immün sistemin dengelenmesi, amonyak sentezi ve detoksifikasyon gibi fonksiyonları vardır (Karatay, 2019). Disbiyoz ile birlikte gelişen zararlı bağırsak mikrobiyotası bağırsak geçirgenliğini, endotoksemiye, enerji üretimini, adi-poziteyi ve pro-inflamatuar sitokin üretimini tetikleyerek obezite, diyabet, bazı kanser türleri, romatoid artrit ve alkole bağlı olmayan karaciğer yağlanması gibi pek çok hastalığın görülmesine neden olur (Özsoy, 2019; Valdes ve ark., 2018).

Bağırsak mikrobiyotası üzerinde yaş, cinsiyet, yaşam biçimi, beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite vb. gibi çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Bu faktörlerin başında beslenme biçimi gelmekle birlikte fiziksel egzersizde etkili faktörlerdendir. Beslenme ile birlikte alınan gıdaların bileşimi bağırsak mikrobiyotasının bileşimini etkiler (Zeppa ve ark., 2020; Aya ve ark., 2021).

## Beslenme ve Bağırsak Mikrobiyotası İlişkisi

Beslenme, doğrudan veya dolaylı olarak mikrobiyotayı etkiler. İnsanların tükettikleri besinler gastrik sistemdeki mikroorganizmaların da besin kaynağını oluşturduğundan tüketilen besinlerin çeşidine göre bağırsak mikrobiyotasının bileşimi de değişiklik gösterir. Diyet bileşenleri mikrobiyota dengesini bozabilir veya iyileştirebilir (Bayram ve Öztürkcan, 2020). Karbonhidrat, protein, yağ, fitokimyasallar ve vitaminler beslenme ve mikrobiyota arasındaki ilişkiyi etkileyen en önemli diyet bileşenleridir (Özdemir ve Demirel, 2017). Mikrobiyota üzerindeki birincil etki doğumdan hemen sonra başlar ve anne sütü alımıyla ve ardından gelen beslenme biçimine göre şekillenir (Koçak ve Şanlıer, 2017). Çeşitli çalışmalarda kan şekeri, kilo artışı ve karaciğer sirozu gibi durumların ortaya çıkışında beslenme ve mikrobiyota ilişkisine vurgu yapılmıştır (Zhang ve ark., 2018).

Beslenme biçimlerine bağlı olarak bağırsak mikrobiyotası ile etkileşime giren maddeler gıda katkı maddeleri, diyet fitokimyasalları (polifenoller), anne sütü, antibiyotikler, mikro-

besin öğeleri (vitaminler, mineraller), makrobesin öğeleri (diyet karbonhidratları ve posa, diyet proteinleri, yağlar), kısa zincirli yağ asitleri, lipokalin 2, metformin ve alkol olarak sıralanmıştır. Tüm bu maddelerin bağırsak mikrobiyotası üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Gıda katkı maddelerinden emülgatörlerin ve yapay tatlandırıcıların, konak-bağırsak mikrobiyota ilişkisini bozarak metabolik sendroma yol açtığı bildirilir (Wu ve ark., 2019).

Polifenoller birden çok fenolik grup bulunduran ve sağlığı olumlu yönde etkileyen biyoaktif besin bileşenlerindedir (Özsoy, 2019). Polifenoller daha çok meyve, sebze, tam tahıllar, çay, kahve ve kakao gibi bitkisel kaynaklı besinlerde bulunur. Polifenol yönünden zengin bir beslenme ile mikrobiyotada *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* bakterileri yönünde gelişim olduğu gözlenmiştir. Çaydaki biyoaktif bileşenlerin ise *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus* ve *E. coli* O157:H7 gibi bakterilerin gelişimini durdurduğu saptanmıştır (Özdemir ve Demirel, 2017; Ercolini ve Fogliano, 2018).

Bilindiği üzere mikrobiyotayı etkileyen beslenme ile ilgili ilk unsur anne sütüdür. Anne sütü, prebiyotikler (oligosakkaritler) ve probiyotikleri (*Bifidobacterium* ve *Lactobacillus*) birlikte içeren sinbiyotik bir besindir. Anne sütünde bulunan oligosakkaritler, lizozomlar, laktoferrin, antikorlar ve sitokinlerin bağırsaktaki *Bifidobacterium* sayısını artırdığı bildirilmiştir (Özdemir ve Demirel, 2017). Anne sütü ile beslenen bebeklerin bağırsak mikrobiyotasında ağırlıklı olarak *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus*’lar; formül besinlerle beslenen bebeklerin bağırsak mikrobiyotasında ise *Enterococcus*, *Enterobacteria*, *Bacteroides*, *Clostridium* ve diğer anaerobik *Streptococcus* cinsi bakteriler kolonize olmuştur (Koçak ve Şanlıer, 2017).

## Farklı Beslenme Biçimlerinin Bağırsak Mikrobiyotası Üzerine Etkileri

Yüksek karbonhidratlı diyetler, yüksek proteinli diyetler, yüksek yağlı diyetler, vejetaryen ve vegan beslenme, gluten-siz beslenme ve akdeniz tipi beslenme gibi farklı beslenme biçimleri bağırsak mikrobiyotası bileşimi üzerinde etkilidir (Özdemir ve Demirel, 2017). Örneğin; posa ve bitkisel protein bakımından zengin beslenen Afrikalı çocukların bağırsaklarındaki bakteri yoğunluğu, hayvansal kaynaklı protein ve yağ bakımından zengin beslenen İtalyan çocuklara kıyasla daha yüksek çıkmıştır. İtalyan çocukların bağırsak mikrobiyotalarında Firmicutes ve Proteobacteria yoğunluğu gözlenirken, Afrikalı çocuklarda *Prevotella*, *Xylanibacter* ve *Treponema* yoğunluğu gözlenmiştir (Flint ve ark., 2012; Özdemir ve Demirel, 2017).

Posa yönünden zengin meyve/sebze ürünleri ve tahıl ürünlerinden oluşan yüksek karbonhidratlı diyetlerle beslenen bireylerin bağırsak mikrobiyotasının Bifidobakter, *Lactobacillus* ve *Enterococcus* yönünden zengin ancak, Bacteroides bakımından ise düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca lif oranının daha düşük olduğu beyaz ekmek tüketiminin tam tahıllı ekmeklere kıyasla mikrobiyotada *Clostridium* cinsi bakterileri arttırdığı gözlenmiştir (Kılınç ve Uçar, 2022).

Yüksek proteinli diyetlerde protein kaynağının bitkisel veya hayvansal olma durumuna göre bağırsak mikrobiyotası değişiklik gösterir. Örneğin; hayvansal protein yönünden zengin bir gıda olan biftekle beslenen bireylerde Bacteroides ve Clostridia popülasyonunda artış; *Bifidobacterium adolescentis* popülasyonunda ise azalış olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada peynir altı suyu proteininin ve bitkisel proteinlerden bezelye proteininin *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* miktarında artışa ve patojen *Bacteroides fragilis* ve *Clostridium perfringens* miktarında ise azalışa neden olduğu bulunmuştur (Vernocchi ve ark., 2020; Kılınç ve Uçar, 2022). Yüksek hayvansal protein tüketimiyle inflamatuvar bağırsak hastalığının ve kardiyovasküler riskin artacağı belirtilmektedir (Aziz ve ark., 2013; Flint ve ark., 2012; Kılınç ve Uçar, 2022).

Yüksek yağlı diyetler kalp damar hastalıkları açısından risk oluşturur, ancak diyetle tekli ve çoklu doymamış yağların kullanımı ile bu risk azaltılabilir. Batı diyeti, doymuş yağlar bakımından zengin iken tekli ve çoklu doymamış yağlar yönünden fakirdir ve bu durum başta obezite olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarına ve *Bifidobacterium* ve *Eubacterium* yoğunluğunda azalmaya neden olmaktadır (Vernocchi ve ark., 2020; Kılınç ve Uçar, 2022). Fava ve ark. (2013), düşük yağlı beslenme biçimi ile *Bifidobacterium* yükünde artış gözlenirken açlık şekeri ve toplam kolesterol miktarından ise düşüş gözlendiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, domuz yağı ile beslenen deneklerde Bacteroides ve Bilophila popülasyonunun arttığı, balık yağı ile beslenen deneklerde ise Actinobacteria (*Bifidobacterium* ve *Adlercreutzia*), laktik asit bakterileri (*Lactobacillus* ve *Streptococcus*) ve Verrucomicrobia (*Akkermansia muciniphila*) popülasyonunun arttığı saptanmıştır (Kılınç ve Uçar, 2022).

Vejetaryen ve vegan beslenme beslenme biçimlerinde Bacteroides popülasyonunda artış *Clostridium*, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* popülasyonunda ise azalış olduğu belirtilmiştir (He ve ark., 2013; Vernocchi ve ark., 2020; Kılınç ve Uçar, 2022).

Glutensiz diyetlerde, polisakkarit alımı çok fazla kısıtlandığından dolayı; kolona sınırlı miktarda karbonhidrat girmek-

tedir ve böylesi bir durumda sakkarolitik fermantasyon gerçekleşmemekte ve kısa zincirli yağ asitleri oluşmamaktadır. Bunların bir sonucu olarak ise; *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* gibi bütirat üreten probiyotik bakteri yükünde düşüş, *E. coli* ve *Enterobacteriaceae* gibi patojen bakteri yükünde ise artış gözlemlenmiştir (Özdemir ve Demirel, 2017; He ve ark., 2013; Kılınç ve Uçar, 2022).

Akdeniz diyeti, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir yağ asidi profiline yanı sıra yüksek miktarda polifenol ve antioksidan içeriği gibi sağlıklı beslenme bileşenlerine sahip olduğu için bağırsak mikrobiyotası üzerine olumlu etkiler yapar. Akdeniz diyetinin hakim olduğu bir beslenme biçiminde Prevotella ve diğer Firmicutes yükünün arttığı bildirilmiştir. Ayrıca Akdeniz diyeti ile *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Prevotella* miktarında artış *Clostridium* miktarında ise düşüş olduğu belirtilmiştir (Özdemir ve Demirel, 2017 Vernocchi ve ark., 2020; Kılınç ve Uçar, 2022).

## Diyet Bileşenlerinin Bağırsak Mikrobiyotasına Etkisi

İnsanların yaşam tarzına göre diyetle vücuda aldıkları bileşenler bağırsağa ulaştıklarında bağırsakta yaşayan mikroorganizmalar ile etkileşime girer ve böylece bu mikroorganizmaların gelişimini etkiler. Vitaminler, mineral maddeler, diyet posası, proteinler, sindirilmeyen karbonhidratlar, antibiyotikler, antidiyabetik ilaçlar, alkol ve fermente gıda bileşenleri bağırsak mikrobiyotası bileşiminde etkili olan diyet bileşenlerindedir (Özdemir ve Demirel, 2017).

Bağırsak mikrobiyotasının çeşitli fonksiyonları arasında vitamin kaynağı olması ile de dikkat çekmektedir. Bu vitaminlerden başlıcaları; Bacteroides ve Eubacterium cinsleri tarafından sentezlenen K vitamini ve *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus reuteri* ve *Bifidobacterium adolescentis* türleri tarafından sentezlenen B grubu (tiamin, riboflavin, nikotinik asit, kobalamin, folat, piridoksin biyotin ve pantotenik asit) vitaminlerdir (Koçak ve Şanlıer, 2017; Özdemir ve Demirel, 2017).

Demir eksikliği bağırsak mikrobiyotadasındaki *Lactobacillus* cinsi bakterilerin azalışına neden olur. Gastrik sistem çinko emiliminde de önemli bir rol oynamaktadır. Çinko yetersizliğinde intestinal mikrobiyotadaki *Clostridium* cinsi bakterilerin kolonizasyonunu etkiler (Koçak ve Şanlıer, 2017).

Posa; bağırsak mikrobiyotasında kısa zincirli yağ asiti oluşumuna neden olan fermantasyonu destekler ve *Clostridium difficile* ve *Salmonella enterica* gibi patojen bakterilere karşı direnci arttırarak konağın savunma mekanizmasına yardımcı olur (Çatak ve ark., 2021b; Barrea ve ark., 2021). Yüksek

proteinli diyetlerin *Bacteroides enterotipi* ile ilişkili olduğu gösterilmektedir. Yüksek yağlı diyetlerin mikrobiyel çeşitliliği düşürdüğü ve *Bacteroides*, *Alistipe* ve *Bilophila* miktarını ise arttırdığı saptanmıştır. (Özdemir ve Demirel, 2017). Sindirilmeyen karbonhidratların (posa içeriği) fermantasyonu ile birlikte kısa zincirli yağ asitlerinden bütirat, asetat ve propiyonat oluşur (Tekin ark., 2018). Kısa zincirli yağ asitleri olumlu etkileri ile insan sağlığını geliştirmektedirler (Flint ve ark., 2012; Özdemir ve Demirel, 2017; Ercolini ve Fogliano, 2018).

Antibiyotikler yalnızca hedef patojene etki etmezler aynı zamanda mikrobiyota üzerinde de etkili olabilmektedirler (Kılıç ve Altındış, 2017). Antibiyotik tedavisinin ardından bağırsak mikrobiyotası yeniden oluşarak kommensal yabancı mikroorganizmaların veya dirençli türlerin kolonizasyonuna imkan sağlayabilir (Biesalski, 2016; Kılıç ve Altındış, 2017; Karatay, 2019). Antibiyotik kullanımının üzerlerinde etkilerinin fazla olduğu gözlemlenen ana bakteri grupları başlıca Actinobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes ve Proteobacteria olarak sıralanır (Kılıç ve Altındış, 2017).

Diyabet tedavisinde antidiyabetik ilaç olarak kullanılan metformin'in glikoz metabolizması üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Yanı sıra; bağırsıklık hücrelerinde artışa neden olduğu ve bağırsak geçirgenliğini iyileştirdiği tespit edilmiştir. Metformin ayrıca, Firmicutes ve Proteobacteria filumlarında kısa zincirli yağ asidi üreten mikroorganizmaları düzenleyerek bağırsak mikrobiyotasının yeniden şekillenmesini sağlar (Çatak ve ark., 2021b).

Aşırı alkol tüketen kişiler için anormal bağırsak mikrobiyotası ve aşırı bakteri üretmesi, alkole bağlı bozulmuş bağırsak bariyeri (yani bağırsak sızıntısı) gibi durumlar gözlemlenebilir. Ayrıca alkolik yağlı karaciğer hastalığı olan hastalarda endotoksemiye katkıda bulunabilir (He ve ark., 2013).

Fermente gıdalar; insan sağlığının geliştirilmesine katkıda bulunabilecek probiyotik mikroorganizmaları bulundurma potansiyellerinden ötürü bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkileri olan gıdalar olarak görülürler (Wu ve ark., 2019). Fermente gıdaların yanı sıra; prebiyotik özellik gösteren karbonhidrat, posa ve fitokimyasallarla desteklenmiş fonksiyonel gıdaların tüketiminin de bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve Demirel, 2017; Ercolini ve Fogliano, 2018).

## Fiziksel Aktivite ve Mikrobiyota İlişkisi

Fiziksel aktivitenin mikrobiyota üzerindeki etkisini araştıran çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. (O'ssullivan ve ark., 2015). Bağırsak mikrobiyotasının kişinin egzersiz performansına

katkısı olduğu ve egzersizin de bağırsak mikrobiyotası bileşiminde değişikliğe neden olduğu bildirilmiştir. Düzenli olarak tekrarlanan, orta seviyedeki fiziksel aktivitelerin, Firmicutes (*Faecalibacterium prausnitzii*, *Oscillospira*, *Lachnospira*, *Coprococcus*) çeşitliliğinde artışa ve daha sağlıklı bir bağırsak ortamına katkı yaptığı bildirilmiştir (Ersoy ve Ersoy, 2019). Bağırsak mikrobiyotası, oksidatif stres ve hidrasyon seviyeleri gibi gastrointestinal sistemdeki egzersizin neden olduğu rahatsızlıkların bazılarını iyileştirebilir (Mach ve Botella, 2017; Boisseau ve ark., 2022).

Bağırsak mikrobiyotası, konakçı enerji üretimi için sindirimi ve gıda emilimini desteklerken, kolonda kompleks karbonhidratlar sindirilir ve ardından gerçekleşen fermantasyon ile n-bütirat, asetat ve propiyonat gibi kısa zincirli yağ asitleri oluşur. Mikrobiyota ve egzersiz arasındaki ilişki veya fonksiyonlar tam olarak açıklığa kavuşturulamamakla birlikte; bazı çalışmalarda egzersizin bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerinde etkisi olduğu saptanmıştır (Mach ve Botella, 2017). Egzersiz sırasındaki fiziksel ve duygusal stres ile gastrointestinal mikrobiyota bileşimindeki değişiklikler arasında yüksek bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Akut stres sonrasında artan noradrenalin konsantrasyonlarına yanıt olarak Gram negatif bakterilerin yanı sıra patojenik olmayan kommensal *E. coli* gelişimi olduğu bildirilmiştir (Cella ve ark., 2021).

Düzenli yapılan hafif ılımlı aerobik egzersizlerin kabızlığı tedavi edici ve enerji metaboizmasını geliştirici etkilerinden bahsedilirken aşırı ve/veya uzun süreli yüksek yoğunluklu egzersizin bu etkileri vermediği belirtilmiştir. Bağırsak mikrobiyotası açısından uzun süreli egzersiz, mukozal homeostazi bozarak bağırsak bariyeri işlevini değiştirir ve kolondan bakteriyel translokasyonu teşvik ederek artan bağırsak geçirgenliğine neden olur. Ayrıca karın ağrısı, kramplar, mide bulantısı ve ishal-kanlı ishal gibi gastrointestinal hastalık semptomlarının görülmesine neden olur (Zeppa ve ark., 2020; Mohr ve ark., 2020). Uzun süreli aşırı egzersiz bağırsak geçirgenliğine neden olarak bağırsak mikrobiyotasını ve dolayısıyla insan sağlığını olumsuz etkileyebilir. Orta düzeyde egzersiz, daha az derecede bağırsak geçirgenliği, mukus kalınlığının korunması ve daha düşük bakteri translokasyonu oranları ile birlikte anti-mikrobiyel protein üretiminin yukarı regülasyonu ve ince bağırsak dokusunda (a-defensin, b-defensin) gen ekspresyonu ile ilişkilendirilmiştir (O'ssullivan ve ark., 2015).

Egzersizin mikrobiyota üzerindeki etkisi yaşamın erken dönemlerinde çocukluk çağı itibarıyla başladığı belirtilmiştir. Fiziksel aktivitenin daha fazla olduğu gençlerde yetişkinlere kıyasla bakteri bileşiminin daha yoğun olduğu ve bu durumun yağsız vücut kitlesinde artışı teşvik ettiği yanı sıra ideal beyin

fonksiyon gelişimini de desteklediği bildirilmiştir (Zeppa ve ark., 2020).

Fiziksel aktivite veya egzersiz; tüketilen besinlerin parçalanması, emilimi ve sindirimi üzerinde etkili olan bağırsaktaki mikrobiyel çeşitliliği de destekler (Vela ve ark., 2021). Fiziksel aktivite, obez çocuklarda *Blautia*, *Dialister*, *Lachnospira*, *Velionella* ve *Roseburia* gibi bazı popülasyonlarda artışa, *Alkaliphilus* ve *Clostridium* gibi bazı popülasyonlarda ise düşüşe neden olmuştur ve bu durum sağlıklı çocuklardakine benzer bir mikrobiyota profiline yol açmıştır (Çatak ve ark., 2021b).

### Sporcularda Mikrobiyota Profili

Profesyonel sporcular, sporcu olmayan popülasyonla karşılaştırıldığında mikrobiyota bileşiminde belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Bağırsak mikrobiyotası farklı sporcuların özelliklerine ve vücut kompozisyonlarına göre de değişir. Kardiyorespiratuar zindelik (atletik performans ve sağlığın güçlü bir göstergesi), sağlıklı genç yetişkinlerde Firmicutes/Bacteroidetes oranı ile ilişkilendirilmiştir ve bu ilişkiler diyet kompozisyonundan bağımsızdır, bu da bağırsak mikrobiyota çeşitliliğinin vücudun fiziksel uygunluk düzeyine de bağlı olduğunu gösterir. Sporcuların ve fiziksel aktivite çeşidinin özellikleri de mikrobiyota kompozisyonlarını etkileyen faktörlerdendir. Yüksek dinamik spor yapan bireylerde *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis*, *F. prausnitzii* ve *Prevotella intermedia* bakımından yoğun bir mikrobiyota saptanırken hem statik bileşenlere hem de yüksek dinamiğe sahip sporcularda ise *Bacteroides caccae* bakımından zengin bir mikrobiyota saptanmıştır. Sporcuların mikrobiyotalarındaki farklılık kreatin ve laktat üretimi, yanı sıra kas döngüsü ile ilişkilendirilmiştir (Vela ve ark., 2021). Sporcuların veya egzersiz yapan kişilerin bağırsak mikrobiyotasının diğer popülasyonlardan farklı olduğu ve daha yüksek mikrobiyel çeşitlilik gösterdiği bildirilmiştir (Mancin ve ark., 2021; Boisseau ve ark., 2022).

Bağırsak mikrobiyotası, fiziksel aktivite ve beslenme arasındaki ilişki nedeniyle fiziksel aktivite sırasındaki besin alımına sporcu takviyeleri ile müdahale edilir (Boisseau ve ark., 2022). Fiziksel aktivite sırasında bağırsak mikrobiyotası üzerinde etkili olduğu düşünülen sporcu takviyelerinin bazıları antioksidanlar (polifenoller ve vitaminler), probiyotikler, proteinler, glutamin, sodyum bikarbonat, Omega-3 ve çoklu doymamış yağ asitleri, karbonhidrat-elektrolit spor içecekleri, L-karnitin ve kafein olarak sıralanmıştır.

Yorucu egzersizin, endojen antioksidan kapasiteyi aşarak ciddi oksidatif hasara, kas zayıflığına ve yorgunluğa neden

olabileceği bilindiğinden sporcular arasında antioksidan takviye alma eğilimi vardır. Doğal bitki türevi bileşikler grubu olan polifenoller fiziksel aktivite esnasında mikrobiyotayı ve insan fizyolojisini destekleyen antioksidan takvilerdendir (Zeppa ve ark., 2020). Lipid peroksidasyonunu azaltmak için vitamin C, E, ve  $\beta$ -karoten gibi antioksidanlara da başvurulabilir, ancak doğrudan vitamin ve antioksidan takviyesinin olumsuz etkiler de doğuracağı bilindiğinden sporcular için bu takviyelerin alımı önerilmez. Serbest formdaki vitaminler toksik etkilere sahip olabilir. Bu nedenle sporcular, saf halde antioksidan takviyesi bileşikleri almak yerine artan meyve ve sebze tüketiminden antioksidan bileşiklerin karmaşık karışımlarını elde etmelidir (Clark ve Mach, 2016).

Egzersiz yapan bireylerde, düzenli probiyotik tüketiminin, bağırsak mikrobiyotasını ve yapısını değiştirebileceği ve böylece bağışıklık fonksiyonlarını etkileyebileceği bildirilmiştir. Ayrıca bağırsak epitel hücrelerinin çoğalması, işlevi ve koruması ile ilgili olumlu etkilerinin olduğu da bildirilmiştir. Egzersizli takiben probiyotik kullanımı ile birlikte probiyotiklerin koruyucu etki yaptığı ile ilgili bilgiler de mevcuttur (Clark ve Mach, 2016; Boisseau ve ark., 2022). Örneğin; probiyotik yoğurt tüketimi ile birlikte, yüzme yarışından sonra solunum yolu enfeksiyonlarının atak sayısında ve bazı belirtilerinin süresinde azalma olduğu gözlenmiştir (Ersoy ve Ersoy, 2019). Yoğun egzersiz sırasında probiyotik tüketiminin aşırı oksidatif stresi nötralize eden antioksidan enzim seviyesini artırması muhtemel bulunmuştur. *Lactobacilli* ve *Bifidobacteria* gibi probiyotiklerin tüketimi atletik egzersiz performansını da arttırabilir (Hsu ve ark., 2015). Fiziksel aktivite ile birlikte verilen probiyotik takviyesinin yararlı mikroorganizma yükünü ve çeşidini arttırdığına yönelik bulgular vardır. Örneğin, bisikletçilere verilen *L. fermentum* takviyesinden sonra *Lactobacillus* cinsinde 7 kat artış tespit edilmiştir (Boisseau ve ark., 2022).

Sporcular düzenli, yoğun ve uzun süreli egzersiz rutinlerinin ardından çoklu stres koşullarına maruz kalırlar ve protein sentezini teşvik etmek için yeterli bir protein alımına ihtiyaç duyarlar. Proteinler, özellikle antrenman seansını ve yarışmaların yoğunluğunu ve süresini arttırırlar. Esansiyel amino asitlerin işlevinin tam olarak gerçekleşebilmesi için egzersizden önce ve sonra ve hatta gün boyunca düzenli olarak tüketilmeleri gerekir. Dengeli protein alımı sadece atletik performansı değil aynı zamanda bağırsak sağlığını da desteklemektedir. Ancak uzun süreli protein takviyesinin sporcuların bağırsak mikrobiyotasına zarar verebileceği sonucuna varılmıştır. Özellikle de sağlığı olumlu anlamda geliştiren bakterilerde (*Roseburia*, *Blautia* ve *Bifidobacterium longum*) bir azalma gözlenmiştir. Glutamin, spor beslenmesinde yaygın olarak

kullanılmaktadır; özellikle, takviyesinin kas glikojen sentezini arttırdığı, egzersizin neden olduğu amonyak birikimini azalttığı ve kas hasarı belirteçlerini azalttığı görülmektedir. İnsanlarda glutamin takviyesinin, anti-inflamatuar etkileri olan daha sağlıklı bir mikrobiyota kompozisyonunu destekleyebileceği bildirilmiştir. Bikarbonat bakımından zengin maden suyu tüketimi, performansı artırmak için bir spor takviyesi olarak kullanılır. Bikarbonat bakımından zengin maden suyu tüketiminin mikrobiyotanın yeniden şekillenmesini destekleyerek yağsız indüklenbilir bakterileri (*Christensenella* ve *Dehalobacteriaceae*) artırabileceği bildirilmiştir. Omega 3 ve çoklu doymamış yağ asitleri egzersiz sonrası anti-inflamatuar etkiler gösterebilir ve epitelyal bariyer fonksiyonunu iyileştirerek bağırsak bütünlüğünü etkileyebilir. Ayrıca *Bifidobacterium*, *Lachnospira*, *Roseburia* ve *Lactobacillus* ve diğer bütirat üreten bakteri cinslerinin yoğunluğunu arttırabilir. Karbonhidratlı sporcu içeceklerinin, bağırsak emilimine, formülasyona ve/veya belirli bileşenlerin birlikte varlığına bağlı olarak bağırsak rahatsızlığını arttırabileceği bildirilmiştir. Karnitin, bağırsak mikrobiyotasının lif fermentasyonunu destekler. Bugüne kadar kafein birçok popüler spor takviyesinde öne çıkan bir bileşen olmasına rağmen, mikrobiyota bileşimi üzerinde herhangi bir önemli etki yaratıp yaratmayacağını belirlemek henüz mümkün olmamıştır (Zeppa ve ark., 2020).

## Sonuç

Bağırsak mikrobiyotası üzerinde birçok faktör etkili olmakla birlikte bunlardan en önemlisi beslenme biçimidir. Sağlıksız ve hatalı beslenme, bağırsak mikrobiyotasını olumsuz yönde etkilemekte ve birçok sağlık probleminin oluşumuna zemin hazırlayabilmektedir. İdeal bir bağırsak mikrobiyotasına sahip olabilmek için sağlıklı beslenme alışkanlıkları ve yaşam tarzının geliştirilmesi gerekir. Yakın zamanda tıpkı beslenme gibi fiziksel aktivitelerin de bağırsak mikrobiyotası üzerinde etki potansiyelinin olduğu bildirilmiştir. Uzun ve yorucu olmayan düzenli fiziksel aktivitelerin mikrobiyotayı desteklediğine dair sınırlı da olsa çalışmalar mevcuttur. Ancak, besin tüketimi, fiziksel aktivite ve mikrobiyota ilişkisinin sağlık üzerindeki etkilerini inceleyen daha fazla deneysel araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## Etik Standartlar ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar, bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Etik izin:** Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

**Veri erişilebilirliği:** Araştırma niteliği bakımından veri içermemektedir.

**Finansal destek:** Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiştir.

**Teşekkür:** -

**Açıklama:** -

## Kaynaklar

Alves, C.N. (2016). Microbiota-based nutrition plans. *Nature Reviews Microbiology*, 14(1), 1.

<https://doi.org/10.1038/nrmicro.2015.10>

Aya, V., Florez, A., Perez, L., Ramirez, J.D. (2021). Association between physical activity and changes in intestinal microbiota composition: A systematic review. *Plos One*, 16(2), e0247039.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247039>

Aydın, N., Bağrıaçık, E. (2021). Covid-19 tedavisinde mikrobiyotanın önemi. *Selçuk Sağlık Dergisi*, 2(1), 65-75.

<https://doi.org/10.54247/SOYD.2021.20>

Aziz Q., Dore J., Emmanuel A., Guarners F., Quigley, E.M.M. (2013). Gut microbiota and gastrointestinal health: current concepts and future directions. *Neurogastroenterol Motil*, 25, 4-15.

<https://doi.org/10.1111/nmo.12046>

Barrea, L., Muscogiuri, G., Toral, E.F., Laudisio, D., Pugliese, G., Castellucci, B., Velasquez, E.G., Savastano, S., Colao, A. (2021). Nutrition and immune system: from the Mediterranean diet to dietary supplementary through the microbiota. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(18), 3066-3090.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1792826>

Bayram, H.M., Öztürkcan, S.A. (2020). Gıda katkı maddelerinin mikrobiyota üzerine etkisi. *Gıda*, 45(5), 1030-1046.

<https://doi.org/10.15237/gida.GD20070>

Biesalski, H.K. (2016). Nutrition meets the microbiome: micronutrients and the microbiota. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1372, 53-64.



<https://doi.org/10.1111/nyas.13145>

**Boisseau, N., Barnich, N., Ramonatxo, C.K. (2022).** The nutrition-microbiota physical activity triad: An inspiring new concept for health and sports performance. *Nutrients*, 14(924), 1-25.

<https://doi.org/10.3390/nu14050924>

**Cassotta, M., Hernández, T.Y.F., Iglesias, R.C., Ruiz, R., Zabaleta, M.E., Giampieri, F., Battino, M. (2020).** Links between nutrition, infectious diseases, and microbiota: emerging technologies and opportunities for human-focused research. *Nutrients*, 12(1827), 1-28.

<https://doi.org/10.3390/nu12061827>

**Cella, V., Bimonte, V.M., Sabato, C., Paoli, A., Baldari, C., Campanella, M., Lenzi, A., Ferretti, E., Migliaccio, S. (2021).** Nutrition and physical activity-induced changes in gut microbiota: possible implications for human health and athletic performance. *Foods*, 10(3075), 1-24.

<https://doi.org/10.3390/foods10123075>

**Clark, A., Mach, N. (2017).** The Crosstalk between the gut microbiota and mitochondria during exercise. *Frontiers in Physiology*, 8(319), 1-17.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00319>

**Çatak, J., Demirci, A., Yaman, M. 2021(a).** Besin alerjileri ve mikrobiyota. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 902-910.

<https://doi.org/10.31590/ejosat.932606>

**Çatak, J., Yıldırım, Servi, E., Memiş, N. 2021(b).** Obezite ve mikrobiyota etkileşimlerine genel bakış. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31, 275-291.

<https://doi.org/10.31590/ejosat.935513>

**Ercolini, D., Fogliano, V. (2018).** Food design to feed the human gut microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, 3754-3758.

<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00456>

**Ersoy, N., Ersoy, G. (2019).** Barsak mikrobiyotası ve dayanıklılık egzersizleri. *Journal of Health Science and Profession*, 6(1), 170-178.

<https://doi.org/10.17681/hsp.388229>

**Fava, F., Gitau, R., Griffin, B., Gibson, G., Tuohy, K., Lovegrove, J. (2013).** The type and quantity of dietary fat and carbohydrate alter faecal microbiome and short-chain fatty

acid excretion in a metabolic syndrome ‘at-risk’ population. *International Journal of Obesity*, 37(2), 216-223.

<https://doi.org/10.1038/ijo.2012.33>

**Fiers, W.D., Leonardi, I., Iliev, I.D. (2020).** From birth and throughout life: Fungal microbiota in nutrition and metabolic health. *Annual Review of Nutrition*, 40(16), 1-21.

<https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-013120-043659>

**Flint, H.J., Scott, K.P., Louis, P., Duncan, S.H. (2012).** The role of the gut microbiota in nutrition and health. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 9, 577-589.

<https://doi.org/10.1038/nrgastro.2012.156>

**Gigante, G., Tortora, A., Ianiro, G., Ojetti, V., Purchiaroni, F., Campanale, M., Cesario, V., Scarpellini, E., Gasbarrini, A. (2011).** Role of gut microbiota in food tolerance and allergies. *Digestive Diseases*, 29, 540-549.

<https://doi.org/10.1159/000332977>

**He, X., Marco, M.L., Slupsky, C.M. (2013).** Emerging aspects of food and nutrition on gut microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(40), 9559-9574.

<https://doi.org/10.1021/jf4029046>

**Hsu, Y.J., Chiu, C.C., Li, Y.P., Huang, W.C., Huang, Y.T., Huang, C.C., Chuang, H.L. (2015).** Effect of intestinal microbiota on exercise performance in mice. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 552-558.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000644>

**Karatay, E. (2019).** Microbiota, probiotic and prebiotics. *Anatolian Current Medical Journal*, 1(3), 68-71.

<https://doi.org/10.38053/agt.529392>

**Kılıç, Ü., Altındış, M. (2017).** Antibiyotik kullanımı ve mikrobiyota. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1(Special Issue), 39-43.

**Kılınç, G.E., Uçar, A. (2022).** Farklı beslenme şekilleri ve intestinal mikrobiyota. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 12(1), 164-170.

<https://doi.org/10.33631/sabd.1055528>

**Koçak, T., Şanlıer, N. (2017).** Mikrobesein öğeleri ve mikrobiyota etkileşimi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), 290-302.

**Kurtaran, B. (2021).** Microbiome and microbiota. *Ege Journal of Medicine*, 60(Ek Sayı), 88-93.



<https://doi.org/10.19161/etd.863679>

**Mach, N., Botella, D.F. (2017).** Endurance exercise and gut microbiota: A review. *Journal of Sport and Health Science*, 6, 179-197.

<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.05.001>

**Mancin, L., Rollo, I., Mota, J.F., Piccini, F., Carletti, M., Susto, G.A., Valle, G., Paoli, A. (2021).** Optimizing microbiota profiles for athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 49(1), 42-49.

<https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000236>

**Mohr, A.E., Jäger, R., Carpenter, K.C., Kerksick, C.M., Purpura, M., Townsend, J.R., West, N.P., Black, K., Gleeson, M., Pyne, D.B., Wells, S.D., Arent, S.M., Kreider, R.B., Campbell, B.I., Bannock, L., Scheiman, J., Wissent, C.J., Pane, M., Kalman, D.S., Pugh, J.N., Ortega-Santos, C.P., Haar, J.A., Arciero, P.J., Antonio, J. (2020).** The athletic gut microbiota. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(24), 1-33.

<https://doi.org/10.1186/s12970-020-00353-w>

**O'Connor, E.M. (2013).** The role of gut microbiota in nutritional status. *Current Opinion Review*, 16(5), 509-516.

<https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e3283638eb3>

**O'Sullivan, O., Cronin, O., Clarke, S.F., Murphy, E.F., Molloy, M.G., Shanahan, F., Cotter, P.D. (2015).** Exercise and the microbiota. *Gut Microbes*, 6(2), 131-136.

<https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1011875>

**Özdemir, A., Büyüktuncer, Demirel, Z. (2017).** Beslenme ve mikrobiyotaya ilişkisi. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1(Special issue), 25-33.

**Özsoy, S. (2019).** Polifenoller, mikrobiyotaya ve diyabet. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(Özel Sayı), 102-109.

<https://doi.org/10.33076/2019.BDD.1321>

**Tekin, T., Çiçek, B., Konyalgi, N. (2018).** İntestinal mikrobiyotaya ve obezite ilişkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 27, 95-99.

**Valdes, A.M., Walter, J., Segal, E., Spector, T.D. (2018).** Role of the gut microbiota in nutrition and health. *Science and Politics of Nutrition*, 361(1), 36-44.

<https://doi.org/10.1136/bmj.k2179>

**Vela, J.A., Urra, P.S., Ruiz-Ojeda, F.J., Álvarez-Mercado, A.I., Arancibia, J.O., Diaz, J.P. (2021).** Impact of exercise on gut microbiota in obesity. *Nutrients Review*, 13, 999.

<https://doi.org/10.3390/nu13113999>

**Vernocchi, P., Del Chierico, F., Putignani, L. (2020).** Gut microbiota metabolism and interaction with food components. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 3688.

<https://doi.org/10.3390/ijms21103688>

**Wu, Y., Wan, J., Choe, U., Pham, Q., Schoene, N.W., He, Q., Li, B., Yu, L., Wang, T.T.Y. (2019).** Interactions between food and gut microbiota: Impact on human health. *Annual Review of Food Science and Technology*, 10, 389-408.

<https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121303>

**Zeppa, D.S., Agostini, D., Gervasi, M., Annibalini, G., Amatori, S., Ferrini, F., Sisti, D., Piccoli, G., Barbieri, E., Sestili, P., Stocchi, V. (2020).** Mutual interactions among exercise, sport supplements and microbiota. *Nutrients Review*, 12(17), 1-33.

<https://doi.org/10.3390/nu12010017>

**Zhang, N.M.D., Ju, Z.B.D., Zuo, T.P.D. (2018).** Time for food: The impact of diet on gut microbiota and human health. *Nutrition*, 51(52), 80-85.

<https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.12.005>