

## Mikrobiyom ve Spor Performansı

Makale Türü  
Derleme

Geliş Tarihi  
2 Ekim 2024

Kabul Tarihi  
23 Aralık 2024

**Emre SERİN<sup>1</sup>**

**Özet:** İnsan vücudu, mikrobiyom adı verilen trilyonlarca mikroorganizmanın bir arada bulunduğu karmaşık bir ekosistemi barındırır. Bağırsak mikrobiyomu, bu mikroorganizmaların en büyük ve en etkili kısmını oluşturur ve sindirimden bağışıklık sistemine kadar birçok fizyolojik süreçte rol oynar. Son yıllarda, insan mikrobiyomu üzerine yapılan araştırmaların sayısındaki artış, bu karmaşık ekosistemin vücut üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamızı sağlamıştır. Örneğin, dayanıklılık sporcularının mikrobiyomlarının, uzun süreli enerji taleplerine uyum sağlamak için spesifik mikroorganizmalar açısından daha zengin olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada, mikrobiyomun sporcu performansına etkisini anlamaya yönelik genel bir çerçeveye çizilecek ve mikrobiyom çeşitliliği ile spor türleri arasındaki olası ilişkiler incelenecektir. Mikrobiyomun enerji metabolizması, dayanıklılık ve sindirim sağlığı üzerindeki rolü detaylandırılacak, bu mekanizmaların sporcuların performansını nasıl optimize edebileceği ele alınacaktır. Bu araştırma, bağırsak mikrobiyomunun sporcu performansı üzerindeki etkisini, sindirim sağlığının enerji metabolizması ve dayanıklılıkla olan ilişkisini incelemekte ve mikrobiyom çeşitliliğinin farklı spor dalları ile olası bağlantılarını araştırmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** mikrobiyom, sportif performans, egzersiz, sağlık


## Microbiome and Sports Performance

**Abstract:** The human body is home a complex ecosystem of trillions of microorganisms called the microbiome. The gut microbiome constitutes the largest and most effective group of microorganisms and plays a role in several physiological processes including digestion and immunity. Recent research into the human microbiome has shed light on the impact of this complex ecosystem on our bodyiesy. For example, studies have shown that endurance athletes have a higher abundance of microorganisms that are specialized into adapting to prolong-lasting energy demands. In this study, we will explore the overall impact of microbiome on sports performance and examine the possible connections between microbiome diversity and various sports. We will detail the role of microbiome in energy metabolism, endurance, and digestive health, and how these mechanisms can optimize athletic performance. This study investigates the impact of gut microbiome on athlete performance, the relationship between digestive health and energy metabolism and endurance, and the potential connections between microbiome diversity and various sports types.

**Keywords:** microbiome, sports performance, exercise, health

### GİRİŞ

İnsan mikrobiyomu, vücudun çeşitli bölgelerinde bulunan ve insan hücrelerinden sayıca çok daha fazla olan trilyonlarca mikroorganizmanın oluşturduğu bir topluluktur. Bu mikroorganizmalar, sindirimden bağışıklık sistemine, sinir sistemi işleyişinden hormonların düzenlenmesine kadar birçok biyolojik fonksiyonu etkiler. Özellikle bağırsak mikrobiyomu, genel sağlık üzerinde belirleyici bir rol oynar. Mikrobiyomun sağlık üzerindeki etkileri uzun süredir bilinse de, son yıllarda spor performansı

<sup>1</sup>  emreserin1@gmail.com, Mersin Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi- Mersin/ Türkiye

üzerindeki etkisi büyük ilgi uyandırmaya başlamıştır. Spor ve egzersiz, insan fizyolojisini derinlemesine etkileyen süreçlerdir ve performansı artırmaya yönelik stratejiler, spor biliminde geniş bir araştırma alanıdır. Sporcuların fiziksel kapasitesini artırmak, dayanıklılığı yükseltmek ve toparlanma süreçlerini hızlandırmak için yeni yollar aranmaktadır. Bu bağlamda, bağırsak mikrobiyomunun spor performansı üzerindeki etkisi, heyecan verici bir araştırma alanı olarak ön plana çıkmaktadır.

Bağırsak mikrobiyomu, enerji metabolizması, enflamasyon kontrolü, bağışıklık sistemi yanıtları ve hatta psikolojik iyilik hali gibi faktörlerle etkileşime girerek, spor performansını hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkileyebilir. Bağırsak mikrobiyomu, özellikle enerji üretimi ve dayanıklılık üzerinde kritik rol oynayan kısa zincirli yağ asitleri (SCFA'lar) gibi bileşiklerin üretimi yoluyla performansa katkıda bulunur. Ayrıca mikrobiyomun, yoğun antrenmanlar sonrası inflamasyonu azaltarak kas toparlanmasını hızlandırdığı ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği bilinmektedir. Bu mekanizmaların yanı sıra, son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, belirli mikrobiyom profillerinin, farklı spor dallarındaki sporcular arasında belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur.

Son yıllarda, mikrobiyomun spor performansı üzerindeki etkisi de giderek artan bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu araştırma, bağırsak mikrobiyomunun sporcu performansı üzerindeki etkisini, sindirim sağlığının enerji metabolizması ve dayanıklılıkla olan ilişkisini incelemekte ve mikrobiyom çeşitliliğinin farklı spor dalları ile olası bağlantılarını araştırmaktadır.

#### ***Bağırsak Mikrobiyomu ve Spor Performansı***

İnsan mikrobiyotası, insan vücuduyla simbiyoz halinde bulunan mikroorganizmalar olarak tanımlanabilir ve birçok bakteriyi kapsar (Sender vd. 2016). Egzersizin insan sağlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Serin, 2020; Serin 2019). Son yapılan çalışmalar da giderek artan bir şekilde bağırsak mikrobiyotasıyla ilişkisine odaklanmaktadır.

Hareketsiz kişilere kıyasla, sporcular ve fiziksel olarak aktif bireyler daha fazla dışkı bakterisi çeşitliliği, bol miktarda faydalı tür ve karbonhidrat ve amino asit metabolik yolundaki artan aktivite ile kanıtlandığı gibi yüksek bir mikrobiyal metabolizma sergilerler. Dahası, düzenli dayanıklılık egzersizi bağırsak mikrobiyotasının bileşimini düzenler ve iltihapla ilişkili proteobakterilerin varlığını azaltır (Wegierska vd. 2022).

Genel olarak sporcuların bağırsak mikrobiyotalarında *Akkermansia* spp. Ve *Prevotella* spp. Gibi sağlığı geliştirici türler açısından zengin bir yapı sergiledikleri yaygın olarak kabul gördüğü söylenebilir. Clarke vd. tarafından İrlanda'dan erkek uluslararası ragbi oyuncularını üzerinde yürütülen çalışmada, bu sporcuların diyet alımları ve fiziksel aktiviteleri incelenmiş ve hareketsiz kontrollerle karşılaştırıldığında bağırsak mikrobiyotasında daha yüksek bir  $\alpha$ -çeşitliliği ortaya çıkarılmıştır. Çalışmaya ayrıca yüksek BKİ (BKİ > 28) ve düşük BKİ (BKİ < 25) olmak üzere farklı vücut kitle indeksine (BKİ) sahip sağlıklı profesyonel olmayan sporculardan oluşan iki hareketsiz kontrol grubu da dâhil edilmiştir. Bulgulara göre, profesyonel sporcular dışkı mikrobiyotalarında her iki kontrol grubuna kıyasla daha fazla çeşitlilik sergilemiştir. Seçkin sporcuların bağırsak mikrobiyotası 22 bakteri şubesinden oluşurken, düşük ve yüksek BKİ gruplarında sırasıyla sadece 11 ve 9 şube bulunduğu ifade edilmektedir. Özellikle, zayıf fenotip ile ilişkilendirilen *Akkermansia muciniphila*'nın profesyonel sporcularda ve düşük BKİ grubunda yüksek BKİ grubuna kıyasla arttığı gözlemlendi. Pozitif metabolik fonksiyon ile ilişkilendirilen *Akkermansia muciniphila*, bağırsağın besin açısından zengin mukus tabakasında yaşayan, mukus parçalayan bir bakteridir (Dao vd. 2016). Dahası, bu çalışma, sporcularda karbonhidrat ve amino asit metabolizma yollarındaki artan aktivite ile gösterildiği gibi, mikrobiyal

metabolizma seviyelerinin profesyonel sporcular ve hareketsiz gruplar arasında farklılık gösterdiğini ileri sürdü. Bununla birlikte, profesyonel sporcularda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek toplam enerji, makro besin (özellikle protein) ve lif alımını ifade eden diyet düzenlerindeki farklılıkların bağırsak mikrobiyal bileşimini de etkileyebileceğini belirtmek önemlidir (Clarke vd. 2014).

Hsu vd. (2015), yürütülen kesitsel bir çalışmada spesifik patojen içermeyen (SPF), germ içermeyen (GF) ve *Bacteroides fragilis* gnotobiyotik farelerin yüzme kapasitesi araştırılmıştır. Sonuçlar, yüzme-yorgunluk süresinin SPF fareleri için en uzun, GF fareleri için ise en kısa olduğunu ortaya koymuştur; bu da bağırsak mikrobiyotasının yokluğunda bozulmuş bir spor performansına işaret etmektedir (West 2014). Probiyotik takviyesinin etkileri sporcularda ve fiziksel olarak aktif popülasyonlarda incelenmiş olsa da, katılımcı sayısının az olması, uygulanan farklı egzersiz müdahale programları ve katılımcıların farklı eğitim geçmişleri sonuçları etkilemiş olabilir (Coffey vd. 2017). Bu nedenle sonuçlar tartışmalı olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, Marttinen vd. tarafından yürütülen bir inceleme, probiyotiklerin sporcular için çeşitli faydalarını özetlemiştir. Yazarlar, probiyotiklerin uygulanmasının gastrointestinal ve üst solunum yolu rahatsızlıklarının semptomlarını azaltabileceğini, fiziksel performansı artırabileceğini, egzersiz sonrası iyileşmeyi iyileştirebileceğini ve ruh haliyle ilişkili sonuçları iyileştirebileceğini göstermiştir (West vd. 2014). Bu nedenle, bağırsak mikrobiyotasının bileşimi ile spor performansı arasında önemli bir ilişki vardır. Ek olarak, bir çalışma rekabetçi bisikletçilerin *Bacteroides* spp.'nin göreceli bolluğunun azaldığını ortaya koyduğu ifade edilmektedir. Dahası, *Prevotella* spp.'nin göreceli bolluğunun haftada 11 saatten fazla antrenman yapan bisikletçilerde daha az sıklıkla antrenman yapanlara kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur (Petersen vd. 2017). Bu bulgular, fiziksel egzersizin bağırsak mikrobiyotasının bileşiminde değişikliklere neden olabileceği fikrini destekleyen kanıtlar sunmaktadır.

Bağırsak mikrobiyomu, spor performansını etkileyen birkaç temel mekanizma ile yakından ilişkili olduğu söylenebilir. Bu mikroorganizmalar, besinlerin sindirilmesi ve emilimi, enerji üretimi, bağışıklık yanıtlarının düzenlenmesi ve inflamasyonun kontrol edilmesinde rol oynar. Sporcuların enerji ihtiyaçları yüksek olduğu için, bağırsak mikrobiyomu sporcuların performansını doğrudan etkileyebilir. Mikrobiyomun enerji metabolizmasına etkisi, özellikle kısa zincirli yağ asitleri (SCFA'lar) üretimi yoluyla gerçekleşir. SCFA'lar, bağırsakta sindirilmeyen karbonhidratların fermente edilmesi sonucu üretilir ve enerji kaynağı olarak kullanılır. Araştırmalar, SCFA üretiminin arttığı durumlarda dayanıklılığın da arttığını göstermiştir. Bu da mikrobiyomun spor performansı üzerinde doğrudan bir rol oynayabileceğini düşündürülebilir.

**Tablo 1.** Bağırsak mikrobiyotası ile egzersiz performansı arasındaki ilişki.

Literatür	Türler	Sayı	Tasarım	Süre	Sonuçlar
Choi vd. (2013)	Fare	12 ( <i>n</i> = 6/grup)	Rastgele kontrollü çalışma	5 hafta	Egzersiz, PCB'lere oral maruziyetle indüklenen mikrobiyotadaki değişiklikleri hafifletir. Egzersiz grubunda azalan taksonlar, tenericutes ve bacteroidetes filumuna aitti. Egzersiz yapan farelerde, hareketsiz farelere kıyasla tenericutes filumundaki <i>Erysipelotrichaceae</i> bakterisi C11_K211'de azalma vardı.
Clarke vd. (2014)	İnsan	86	Vaka-kontrol çalışması	1 örnekleme	Sporcularda bağırsak mikroorganizmalarının çeşitliliği daha yüksekti. <i>Bacteroidetes</i> sporcularda önemli ölçüde daha az yaygındı. Özellikle, elit sporcularda yüksek BKI kontrollerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti.
Evans vd. (2014)	Fare	48 ( <i>n</i> = 12/grup)	Rastgele kontrollü çalışma	12 hafta, 3 örnekleme	Egzersiz, bağırsak mikrobiyotasında diyet etkilerinden farklı olan benzersiz bir değişime neden olur. <i>Bacteroidetes</i> filumu , HFD ile beslenen farelerde koşulan mesafeye orantılı bir şekilde artarken <i>firmicutes</i> azaldı.
Hsu vd. (2015)	Fare	24 ( <i>n</i> = 8/grup)	İleriye dönük kohort çalışması	1 örnekleme	Dayanıklılık yüzme süresi SPF ve BF için GF farelerinden daha uzundu ve karaciğer, kas, kahverengi yağ ve epididimal yağ pedlerinin ağırlığı SPF ve BF için GF farelerinden daha yüksekti. GPx ve katalazın serum seviyeleri SPF'de GF farelerinden daha yüksekti. SOD aktivitesi BF'de SPF ve GF farelerinden daha düşüktü.
Kang vd. (2014)	Fare	40 ( <i>n</i> = 10/grup)	Rastgele kontrollü çalışma	1 örnekleme	Egzersiz tek başına bağırsak mikrobiyomunda diyetle neredeyse aynı büyüklükte büyük değişimlere neden oldu ancak değişimler ilgisizdi (ortogonal). Egzersiz <i>Porphyromonadaceae</i> , <i>Streptococcaceae</i> , <i>Peptococcaceae</i> 2 ailesinin bolluğunu azaltırken <i>peptostreptococcaceae</i> , <i>cryomorphaceae</i> , <i>rhizobiaceae</i> ve <i>Incertae Sedis IV</i> 'ü artırdı .
Lambert vd. (2015)	Fare	38 ( <i>n</i> = 9–10/grup)	Rastgele kontrollü çalışma	6 hafta, 1 örnekleme	Diyabet durumu ile egzersiz eğitimi arasındaki etkileşim, toplam bakteri, <i>enterobacteriaceae</i> ve <i>Bifidobacterium</i> spp.'nin kör bağırsak bolluğunu etkiledi. <i>Bifidobacterium</i> spp.
Matsumoto vd. (2008)	Sıçan	14 ( <i>n</i> = 7/grup)	Rastgele blok tasarımı	5 hafta, 1 örnekleme	Egzersiz yapan sıçanlar, hareketsiz sıçanlara kıyasla artmış kolon bütirat konsantrasyonları gösterdi. Sıcaklık gradyanı jel elektroforezi analizi, kör bağırsak mikrobiyotasındaki değişikliklerle ilişkili bütirat üreten bakterilerin ortaya çıkmasının, kör bağırsaktaki n-bütirat artışının nedeni olduğunu öne sürdü.
McFadzean vd. (2014)	İnsan	1493	İleriye dönük kohort çalışması	1 örnekleme	Faecalibacterium prausnitzii egzersiz sırasında önemli ölçüde farklı olan tek türdü. Egzersiz arttıkça <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> 'de artış gösterdiler. Daha sık egzersiz yapan bireylerde $\alpha$ çeşitliliğinde önemli bir artış vardı.
Petriz vd. (2014)	Sıçan	15 ( <i>n</i> = 5/grup)	İleriye dönük kohort çalışması	4 hafta	Egzersiz, tüm sıçan soylarında cins düzeyinde bağırsak bakterilerinin bileşimini ve çeşitliliğini değiştirdi. Obez sıçanlarda, <i>Pseudomonas</i> ve <i>Lactobacillus</i> egzersiz eğitimi sonrasında önemli ölçüde değişti. ( <i>Streptococcus</i> , <i>Aggregatibacter</i> ve <i>Sutterella</i> ).
Queipo-Ortuno vd. (2013)	Sıçan	40 ( <i>n</i> = 10/grup)	Vaka-kontrol çalışması	6 gün	Beslenme durumu ve egzersiz bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini ve benzerliğini etkilemiştir. Hem <i>Bifidobacteria</i> hem de <i>Lactobacillus</i> , bağırsaktaki bütirat üreten bakteriler tarafından bütirata dönüştürülen organik asit laktat üretme kapasitesine sahip. <i>Clostridium</i> ve <i>Enterococcus</i> egzersiz grubunda azalmış gibi görünüyor.

### **Sindirim Sağlığı, Enerji Metabolizması ve Dayanıklılık**

Dayanıklılık egzersizi, koşu, kros kayağı, bisiklet, aerobik egzersiz veya yüzme gibi uzun bir süre boyunca yapılan kardiyovasküler egzersiz olarak tanımlanabilir (Joyner ve Coyle 2008). Dayanıklılık antrenmanları ile insan vücudunda değişimler meydana gelir. Vücut ısısındaki artış (Serin ve Taşkın

2016). Kan akışını değiştirir ve susuzluğu artırır, bu da homeostatik dengeyi yeniden sağlamak amacıyla adrenalin ve glukokortikoidlerin salınmasına neden olur (Kar vd. 1981). Bağırsak mikrobiyotası; enerji üretimi için, sindirimi ve gıda emilimini destekler, Hsu vd. (2015), yaptığı çalışmada kolonda, kompleks karbonhidratların sindirilmesi ve daha sonra n-bütirat, asetat ve propionat gibi kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA'lar) fermente edilmesinden bahsedeler. Propionat ve asetat kan dolaşımında çeşitli organlara taşınır ve burada özellikle glukoneogenez için propionat kullanan hepatosit hücreleri tarafından enerji metabolizması için substrat olarak kullanılır (Samuel vd. 2008). Dayanıklılık egzersizinin fizyolojik ve biyokimyasal talepleri hem kas bazlı hem de sistemik tepkileri ortaya çıkarır. Dayanıklılık egzersizine yönelik temel adaptasyonlar arasında kaslarda mekanik, metabolik, nöromüsküler ve kasılma işlevlerinde iyileşme, elektrolitlerin yeniden dengelenmesi, glikojen depolanmasında azalma ve kas dokusunda mitokondriyal biyogenezde artış yer alır. Dahası, dayanıklılık egzersizi oksidatif stres, bağırsak geçirgenliği, kas hasarı, sistemik inflamasyon ve bağışıklık tepkileri üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Ek olarak, kaslardaki periferik vasküler direncin önemli ölçüde azalmasıyla ilişkili olarak kalbin ventilasyon ve pompalama işlevinde artış vardır. Bu, özellikle egzersiz yoğunluğu arttığında yüksek miktarda oksijen ve besin tüketen çalışan kaslara oksijen ve besin iletilmesini kolaylaştırır. ↑: artar; ↔: tepkide değişiklik yok; ↓: azalır; ↕: artabilir veya azalabilir (Heinonen vd., 2014).

Dayanıklılık egzersizi sırasında enerji gereksinimleri göz önüne alındığında, bağırsak mikrobiyotası ile tüm vücut enerji metabolizması arasındaki ilişki vardır. Bağırsak mikrobiyotasının, elit sporcularda performans etkileri gösterdiği mekanizmaları belirleme çabalarının artması da bu yüzden şaşırtıcı değildir. Karbonhidrat fermantasyonu, insan bağırsak mikrobiyotasının temel bir aktivitesidir ve kolonun enerji ve karbon metabolizmasını yönlendirir, ancak protein sindirimi tarafından üretilen son ürün yelpazesi karbonhidratlardan daha geniştir (Opitz vd. 2015). Dolayısıyla üzerinde çok daha geniş kapsamlı araştırmalar gerektiren bir konudur.

Antioksidan savunma ve/veya oksidatif stres arasındaki denge olan bağırsak epitel redoks ortamının homeostatik kontrolü, bağırsağın besin sindirimi ve emilimi, kök hücre çoğalması, apikal enterosit apoptozu ve bağışıklık tepkisi işlevlerinin merkezinde yer alır. ROS ve RONS maddelerinin kontrolü ve uzaklaştırılması (i) bir enzimatik sistem (örneğin, SOD, CAT ve GPx) ve (ii) bir enzimatik olmayan sistem (örneğin, urat, glutatyon, ubikinon, tiyoredoksin, ferritin ve laktoferri) tarafından gerçekleştirilir (Bahattacharyya vd. 2014). Egzersiz sırasında SOD, CAT ve GPx gibi antioksidan enzimlerin aktivitesi kronik yorgunluk ve yoğun egzersiz sırasında zayıflar. Ek olarak, daha sonra otoksidasyona uğrayan ve oksidatif stresi arttırabilen katekolaminlerin üretimi artarve böylece nihai performansı sınırlandırır (Lamprecht vd. 2012).

Bağırsak mikrobiyomu, sindirim sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak için kritik bir rol oynar. Sporcular için, sindirim sağlığı performansın kilit unsurlarından biridir çünkü en uygun besin emilimi ve enerji dönüşümü performansı doğrudan etkileyebilir. Mikrobiyomun sağlıklı bir dengesinin bozulması, sindirim sorunlarına yol açarak sporcuların enerji düzeylerini ve dayanıklılıklarını olumsuz etkileyebilir. Enerji metabolizması açısından, mikrobiyomun özellikle karbonhidrat, yağ ve proteinlerin sindirimi üzerindeki etkisi önemlidir. Sporcular, kas dokusunun korunması ve enerji ihtiyacının karşılanması için bu makro besinlere bağımlıdır. Bağırsak mikrobiyomundaki dengesizlikler veya yetersizlikler, bu besinlerin uygun şekilde sindirilmesini engelleyerek performans düşüşüne neden olabilir. Dayanıklılık ise mikrobiyomun genel vücut sağlığı üzerindeki etkisiyle ilişkilidir. Bağırsak mikrobiyomundaki yararlı bakterilerin yeterli seviyede olması, enflamasyonu azaltarak kas toparlanmasını hızlandırır ve sporcuların dayanıklılığını artırır. Bağırsak sağlığı, egzersiz sonrası

toparlanma sürecinde de önemli rol oynar, bu da sporcuların yoğun antrenmanları daha hızlı atlatmalarına yardımcı olabilir.

### ***Mikrobiyom Çeşitliliği ve Farklı Spor Dalları***

Farklı spor dallarında faaliyet gösteren sporcuların bağırsak mikrobiyom çeşitliliği üzerine yapılan çalışmalar, spor türlerine göre mikrobiyom yapısının değişebileceğini öne sürmektedir. (uzun mesafe koşu, bisiklet gibi) ile uğraşan sporcuların bağırsak mikrobiyom çeşitliliği (halter, güreş) ile uğraşanlara göre daha yüksek olduğu incelenen çalışmalar sonucunda yorumlanabilir. Bunun nedeni, dayanıklılık sporlarında enerji gereksinimlerinin farklılığı ve uzun süreli egzersizlerin metabolik etkilerinin bağırsak florası üzerinde yarattığı farklılıklardan kaynaklanabilir. Dayanıklılık sporcularının mikrobiyomlarının enerji üretiminde etkili olan bakteri türleri açısından zengin olduğu söylenebilir. Örneğin, Veillonella bakterisinin uzun mesafe koşucularında daha yaygın olduğu ve laktatı enerji kaynağı olarak kullanarak dayanıklılığı artırdığı söylenebilir. Buna karşın, güç sporcularında kas gelişimini destekleyen mikroorganizmalar daha fazla bulunabilir. Mikrobiyom çeşitliliğinin artırılması, her iki spor türünde de performans avantajları sağlayabilir. Ayrıca farklı spor dallarıyla ilgilenen sporcularında mikrobiyom çeşitliliği örnekleri bize analiz sonuçları elde etmemiz için imkânlar sağlayabilir. Yapılan son çalışmalar kapsamlıca incelendiğinde bu sonuçlara varabiliriz.

Mikrobiyom çeşitliliği, vücudumuzdaki mikroorganizmaların (özellikle bağırsak bakterileri) çeşitliliği anlamına geldiği görülmüştür ve bu çeşitliliğin sağlık açısından büyük önem taşıdığı bilinir. Mikrobiyom, sindirim, bağışıklık sistemi, metabolizma ve ruh hali gibi birçok sistemi etkileyebilir. Spor ve egzersiz alışkanlıklarının mikrobiyom çeşitliliği üzerinde önemli bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

### ***Yapılan araştırmalar sonucu spor ve egzersizin mikrobiyom üzerine etkilerinin yorumlanması:***

1. Çeşitliliği artırır: Düzenli ve orta-yoğunlukta egzersiz, bağırsak mikrobiyom çeşitliliğini artırabilir. Daha fazla bakteri türünün varlığı, vücudun daha geniş bir yelpazede besinleri işlemesine ve sağlıklı metabolik işlevler yürütmesine olanak tanıyabilir.
2. Farklı sporlar ve mikrobiyom: Farklı egzersiz türleri farklı etkiler yaratabilir. Örneğin, dayanıklılık sporlarıyla uğraşan bireylerde mikrobiyom daha fazla çeşitlilik gösterirken, yüksek yoğunluklu antrenmanlar vücutta stres yaratabilir ve bu durum bazen mikrobiyom üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir.
3. Fiziksel aktivite ve bağırsak sağlığı: Egzersiz, bağırsak hareketliliğini artırarak, sindirim sürecini destekleyebilir. Bu, iltihaplanmanın azalmasına ve bağırsak geçirgenliğinin düşmesine yol açarak genel bağırsak sağlığını olumlu yönde etkileyebilir.
4. Bağırsak sağlığı ve spor performansı: Bağırsak mikrobiyomunun dengeli olması, spor performansını da iyileştirebilir. Bağırsak sağlığı iyi olan bireylerde enerji üretimi ve iltihaplanmanın azaltılması gibi faktörler sayesinde spor performansı artabilir. Kısaca, düzenli ve dengeli spor yapmak, mikrobiyomun çeşitliliğini ve sağlığını olumlu yönde etkileyebilir. Ancak aşırı yoğun antrenmanlar stres yaratarak olumsuz etkilere neden olabilir. Bu yüzden egzersiz programlarının bireye uygun şekilde dengelenmesi önemlidir.

**Tablo 2.** Bağırsak mikrobiyotası ve spor branşları açısından incelenmesi.

Literatür	Yaş	Katılımcılar	Vücut kitle indeksi	Mikrobiyota
Galle vd. (2020)	18–36	Çok aktif ( <i>n</i> = 140)	-	↓ <i>Megasphaera</i> ↓ <i>Lachnobacterium</i> ↓ <i>Dialister</i> ↓ <i>Paraprevotella</i>
Manor vd. (2020)	12–26	Kürekçiler ( <i>n</i> = 19)	-	↑ <i>Clostridiales</i> ↑ <i>Ruminococcaceae</i> ↑ <i>Faekalibakteri</i> ↓ <i>Bakteroitler</i>
Jang vd. (2019)	20–26	Vücut geliştirme ( <i>n</i> = 45)	20,5–28,1 ± 4,2	↑ <i>Faekalibakteri</i> ↑ <i>Clostridium</i> ↑ <i>Eisenbergiella</i> ↑ <i>Haemophilus</i> ↓ <i>Mavi</i> ↓ <i>Leuconostoc</i> ↓ <i>Weissella</i> ↓ <i>Bakteroitler</i> ↓ <i>Bifidobakteri</i>
Scheiman vd. (2019)	-	Koşucular ( <i>n</i> = 26)	-	↑ <i>Veillonella</i>
Barton vd. (2018)	-	Ragbi oyuncularını ( <i>n</i> = 86)	Kontrol grubu < 25,2 ve ≥ 26,5 olarak ayrıldı	↑ <i>Erizipelotrişi</i>

## SONUÇ

Sonuç olarak, bağırsak mikrobiyomu spor performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir ve bu etkiler hem fiziksel dayanıklılığı hem de toparlanma süreçlerini iyileştirebilir. Bağırsak mikrobiyomu, özellikle enerji metabolizmasında kritik rol oynayan kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi yoluyla, sporcuların enerji ihtiyaçlarını karşılamada yardımcı olabilir. Aynı zamanda inflamasyonu düzenleyerek egzersiz sonrası toparlanmayı hızlandırabilir ve bağışıklık sistemini desteklediği görülmüştür. Mikrobiyom çeşitliliğinin artması, sindirim sağlığını iyi gelebilir ve böylece besinlerin emilimini ve metabolik süreçlerin verimliliğini artırır. Araştırmalar, farklı spor dallarındaki sporcuların mikrobiyom profillerinin farklı olabileceğini, bu farkın spor türüne özgü enerji gereksinimleri ve antrenman yoğunluklarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Farklı spor dallarında mikrobiyom çeşitliliği değişiklik gösterebilir ve bu çeşitlilik, sporcuların performansını optimize etmek için kullanılabilir. Dayanıklılık sporcularının mikrobiyomlarının enerji üretiminde etkili mikroorganizmalar açısından daha zengin olması, performansları üzerinde olumlu bir etki yaratabilir. Bu bulgular, mikrobiyomun sporcuların bireysel ihtiyaçlarına göre optimize edilmesinin, spor performansını artırmak için etkili bir strateji olabileceğini göstermektedir. Beslenme düzenlemeleri ve probiyotik takviyeler ile sporcuların sportif performansı ve iyilik hali artırılabilir. Ancak, mikrobiyomun spor performansındaki rolünü daha iyi anlamak için uzun vadeli, çok farklı araştırmalara ihtiyaç vardır. Mikrobiyomun spor performansı üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için, gelecekte yapılacak çalışmalar ile sporcuların beslenme alışkanlıkları, antrenman yükleri, şiddeti ve mikrobiyom yapısı arasındaki ilişkiyi daha derinlemesine incelemelidir.

## KAYNAKLAR

Petritz, B. A., Castro, A. P., Almeida, J. A., Gomes, C. P., Fernandes, G. R., Kruger, R. H., ... & Franco, O. L. (2014). Exercise induction of gut microbiota modifications in obese, non-obese and hypertensive rats. *BMC genomics*, 15, 1-13.

- Barton, W., Penney, N. C., Cronin, O., Garcia-Perez, I., Molloy, M. G., Holmes, E., ... & O'Sullivan, O. (2018). The microbiome of professional athletes differs from that of more sedentary subjects in composition and particularly at the functional metabolic level. *Gut*, 67(4), 625-633.
- Bhattacharyya, A., Chattopadhyay, R., Mitra, S., & Crowe, S. E. (2014). Oxidative stress: an essential factor in the pathogenesis of gastrointestinal mucosal diseases. *Physiological reviews*, 94(2), 329-354.
- Choi, J. J., Eum, S. Y., Rampersaud, E., Daunert, S., Abreu, M. T., & Toborek, M. (2013). Exercise attenuates PCB-induced changes in the mouse gut microbiome. *Environmental health perspectives*, 121(6), 725-730.
- Clarke, S. F., Murphy, E. F., O'Sullivan, O., Lucey, A. J., Humphreys, M., Hogan, A., ... & Cotter, P. D. (2014). Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*, 63(12), 1913-1920.
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2017). Concurrent exercise training: do opposites distract? *The Journal of physiology*, 595(9), 2883-2896.
- Dao, M. C., Everard, A., Aron-Wisnewsky, J., Sokolovska, N., Prifti, E., Verger, E. O., ... & MICRO-Obes Consortium. (2016). Akkermansia muciniphila and improved metabolic health during a dietary intervention in obesity: relationship with gut microbiome richness and ecology. *Gut*, 65(3), 426-436.
- Kar, D. H., Baxter, P., & Gül, R. J. (1981). Dayanıklılık yarışında yarışan atlarda kas lifi bileşimi ve glikojen tükenmesi. *Veteriner Rec.*, 108, 374 – 378.
- Evans, C. C., LePard, K. J., Kwak, J. W., Stancukas, M. C., Laskowski, S., Dougherty, J., ... & Ciancio, M. J. (2014). Exercise prevents weight gain and alters the gut microbiota in a mouse model of high fat diet-induced obesity. *PloS one*, 9(3), e92193.
- Gallè, F., Valeriani, F., Cattaruzza, M. S., Gianfranceschi, G., Liguori, R., Antinozzi, M., ... & Romano Spica, V. (2020). Mediterranean diet, physical activity and gut microbiome composition: a cross-sectional study among healthy young Italian adults. *Nutrients*, 12(7), 2164.
- Heinonen, I., Kalliokoski, K. K., Hannukainen, J. C., Duncker, D. J., Nuutila, P., & Knuuti, J. (2014). Organ-specific physiological responses to acute physical exercise and long-term training in humans. *Physiology*, 29(6), 421-436.
- Hsu, Y. J., Chiu, C. C., Li, Y. P., Huang, W. C., Te Huang, Y., Huang, C. C., & Chuang, H. L. (2015). Effect of intestinal microbiota on exercise performance in mice. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 552-558.
- Jang, L. G., Choi, G., Kim, S. W., Kim, B. Y., Lee, S., & Park, H. (2019). The combination of sport and sport-specific diet is associated with characteristics of gut microbiota: an observational study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 1-10.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology*, 586(1), 35-44.
- Kang, S. S., Jeraldo, P. R., Kurti, A., Miller, M. E. B., Cook, M. D., Whitlock, K., ... & Fryer, J. D. (2014). Diet and exercise orthogonally alter the gut microbiome and reveal independent associations with anxiety and cognition. *Molecular neurodegeneration*, 9, 1-12.



- Lambert, J. E., Myslicki, J. P., Bomhof, M. R., Belke, D. D., Shearer, J., & Reimer, R. A. (2015). Exercise training modifies gut microbiota in normal and diabetic mice. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(7), 749-752.
- Lamprecht, M., Bogner, S., Schippinger, G., Steinbauer, K., Fankhauser, F., Hallstroem, S., & Greilberger, J. F. (2012). Probiotic supplementation affects markers of intestinal barrier, oxidation, and inflammation in trained men; a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9, 1-13.
- Manor, O., Dai, C. L., Kornilov, S. A., Smith, B., Price, N. D., Lovejoy, J. C., ... & Magis, A. T. (2020). Health and disease markers correlate with gut microbiome composition across thousands of people. *Nature communications*, 11(1), 5206.
- Matsumoto, M., Inoue, R., Tsukahara, T., Ushida, K., Chiji, H., Matsubara, N., & Hara, H. (2008). Voluntary running exercise alters microbiota composition and increases n-butyrate concentration in the rat cecum. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 72(2), 572-576.
- McFadzean, R. (2014). Exercise can help modulate human gut microbiota. Honors Thesis: Robert McFadzean Thesis advisor: Dr. Rob Knight 04/07/2014 University of Colorado Department of Evolutionary Biology.
- Opitz, D., Lenzen, E., Opiolka, A., Redmann, M., Hellmich, M., Bloch, W., ... & Brinkmann, C. (2015). Endurance training alters basal erythrocyte MCT-1 contents and affects the lactate distribution between plasma and red blood cells in T2DM men following maximal exercise. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 93(6), 413-419.
- Petersen, L. M., Bautista, E. J., Nguyen, H., Hanson, B. M., Chen, L., Lek, S. H., ... & Weinstock, G. M. (2017). Community characteristics of the gut microbiomes of competitive cyclists. *Microbiome*, 5, 1-13.
- Queipo-Ortuno, M. I., Seoane, L. M., Murri, M., Pardo, M., Gomez-Zumaquero, J. M., Cardona, F. ... Tinahones, F. J. (2013). Gut microbiota composition in male rat models under different nutritional status and 457 physical activity and its association with serum leptin and ghrelin levels. *PLoS One*, 8(5), e65465.
- Samuel, B. S., Shaito, A., Motoike, T., Rey, F. E., Backhed, F., Manchester, J. K. ... & Gordon, J. I. (2008). Effects of the gut microbiota on host adiposity are modulated by the short-chain fatty-acid-binding G protein-coupled receptor, Gpr41. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(43), 16767-16772.
- Scheiman, J., Lubber, J. M., Chavkin, T. A., MacDonald, T., Tung, A., Pham, L. D. ... & Kostic, A. D. (2019). Meta-omics analysis of elite athletes identifies a performance-enhancing microbe that functions via lactate metabolism. *Nature medicine*, 25(7), 1104-1109.
- Sender, R., Fuchs, S., & Milo, R. (2016). Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. *PLoS biology*, 14(8), e1002533.
- Serin, E. (2019). Profesyonel, amatör ve sedanter futbol oynayanların fiziksel, fizyolojik ve motorik özelliklerinin değerlendirilmesi-anaerobik dayanıklılıklarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 14(2), 344-355.

- Serin, E. (2020). Aerobik antrenmanların vücut kompozisyonu üzerine etkisi. *Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 3(1), 17-24.
- Serin, E., & Taşkın, H. (2016). Anaerobik dayanıklılık ile dikey sıçrama arasındaki ilişki. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 37-43.
- Wegierska, A. E., Charitos, I. A., Topi, S., Potenza, M. A., Montagnani, M., & Santacroce, L. (2022). Fiziksel egzersiz ve bağırsak mikrobiyotası arasındaki bağlantı: rekabetçi sporcular için etkileri. *Spor Hekimliği*, 52, 2355-2369.
- West, N. P., Horn, P. L., Pyne, D. B., Gebiski, V. J., Lahtinen, S. J., Fricker, P. A., & Cripps, A. W. (2014). Probiotic supplementation for respiratory and gastrointestinal illness symptoms in healthy physically active individuals. *Clinical Nutrition*, 33(4), 581-587.

**How to cite this article/Bu makaleye atıf için:**

- Serin, E. (2024). Mikrobiyom ve spor performansı. *DÜSTAD-Dünya Sağlık ve Tabiat Bilimleri Dergisi*, 7(2), 117-126. <https://doi.org/10.56728/dustad.1560067>