



**SPORMETRE**  
The Journal of Physical Education and Sport Sciences  
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi

DOI: 10.33689/spormetre.1290017



Geliş Tarihi (Received): 29.08.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 22.12.2023

Online Yayın Tarihi (Published): 30.12.2023

## ANAEROBİK HIZ REZERVİ: GENEL BAKIŞ VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Halit Egesoy<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, DENİZLİ

**Öz:** Anaerobik Sprint Rezervi (ASR) kavramı maksimum sprint hızı (MSS) ile VO<sub>2</sub> max'ta koşu hızı arasındaki fark olarak açıklanmaktadır. Anaerobik hız ve güç rezervinin (ASR/APR), sporcuya uygulanan antrenmandaki yüklenme şiddetini tahmin etmek için kullanılan önemli bir antrenman metodu olduğu bildirilmiştir. Bazı branşlarda (özellikle koşu temelli) teknik beceri düzeyleri birbirine yakın sporcular arasındaki farkları belirlemede ASR'in önemli bir belirteç olabileceği belirtilmektedir. Bunun yanında, sporcuların VO<sub>2</sub> max değerleri birbirine yakın olabilir fakat ASR değerleri birbirinden bağımsız olabilir. Bu durum, sporcuların gelişmiş aerobik ve anaerobik dayanıklılık performanslarının bir sonucu olarak açıklanabilir. Ayrıca böyle sporcular, müsabaka sırasında yüksek şiddetli aktiviteleri daha fazla sayıda yapabilir, daha hızlı toparlanabilir ve daha iyi performans ortaya koyabilirler. Sporculardaki ASR değerinin benzer Maksimal aerobik hız (MAS) değerine sahip sporcularda supramaksimal koşu performanslarında bireyler arası farklılıkların üstesinden geldiği gösterilmiştir. Bunun nedeni, aynı mutlak çalışma yoğunluklarının (% MAS), kişinin ASR'sinin farklı bir oranını içermesi ve bu da farklı fizyolojik talepler ve enerji sistemi katkıları ile sonuçlanmasındır. Tekrarlı sprint yeteneği (RSA) bağlamında antrenörlere, sporcularına yüksek bir başlangıç çıktısı (yüksek maksimum sprint hızı) elde etmelerini ve ardından bu hızı mümkün olduğu kadar uzun süre koruma becerisini sağlayacak antrenmanlar yapmaları önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Aerobik kapasite, maksimal aerobik hız, anaerobik hız rezervi, tekrarlı sprint

## ANAEROBIC SPEED RESERVE: OVERVIEW AND CURRENT APPROACHES

**Abstract:** The concept of Anaerobic Sprint Reserve (ASR) is explained as the difference between maximum sprint speed (MSS) and running speed at VO<sub>2</sub> max. It has been reported that anaerobic speed and power reserve (ASR/APR) is an important training method used to estimate the intensity of loading in the training applied to the athlete. It is stated that ASR may be an important marker in determining the differences between athletes with similar technical skill levels in some branches (especially running-based). In addition, VO<sub>2</sub> max values of athletes may be close to each other, but ASR values may be independent of each other. This can be explained as a result of their improved aerobic and anaerobic endurance performance. In addition, such athletes are able to perform a greater number of high intensity activities during competition, recover faster and perform better. ASR value in athletes has been shown to overcome inter-individual differences in supramaximal running performances in athletes with similar MAS. This is because the same absolute work intensities (% MAS) involve a different proportion of the individual's ASR, resulting in different physiological demands and energy system contributions. In the context of repeated sprinting ability (RSA), coaches are advised to train their athletes to achieve a high initial output (high maximum sprint speed or MSS) and then the ability to maintain this speed for as long as possible.

**Key Words:** Aerobic capacity, maximal aerobic speed, anaerobic speed reserve, repeated sprint

\* Sorumlu Yazar: Halit Egesoy, Doç. Dr., E-mail: hegesoy1@hotmail.com

## GİRİŞ

*Anaerobik sprint rezervi* (ASR), ilk olarak Blondel ve ark., (2001) tarafından literatürde kullanılan bir terimdir. Maksimal aerobik ve anaerobik güç arasındaki ilişkiyi temsil eden bu kavram, maksimal sprint hızı (MSS) ve maksimal aerobik hız (MAS) arasındaki fark olarak ifade edilmektedir. Ayrıca, ASR anaerobik olarak kullanılan koşu hızı bölgesini ifade etmekte, daha anlaşılır bir ifade ile sporcunun maksimal sprint hızı (MSS) ile maksimal aerobik hız (MAS-vVO<sub>2</sub>max) arasındaki koşu hızı bölgesi olarak da açıklanmaktadır (Mendez-Villanueva ve ark., 2011; Ortiz ve ark., 2018). Bu da bireyin nöromusküler ve anaerobik kapasitelerini temsil etmektedir. Anaerobik kapasite, mevcut sınırlı metabolik kaynakların bir sonucu olarak süreyle azalan yüksek yoğunluklu/hızlı egzersiz olarak açıklanabilir ve karakterize edilebilir (Stanford ve ark., 2019).

Gerek bireysel sporlarda gerekse takım sporlarında sporcuların bireysel profillerinin belirlenmesinde kullanılan önemli parametrelerden birisinin ASR olduğu belirtilmektedir. Bazı branşlarda (özellikle koşu temelli) teknik beceri düzeyleri birbirine yakın sporcular arasındaki farkları belirlemede ASR önemli bir belirteç olabilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, teknik beceri düzeyleri birbirine benzer olan sporculardan daha iyi bir ASR yüzdesine sahip olan sporcunun iyi bir performans ortaya koymada avantajlı olabileceği belirtilmektedir (Buchheit ve Laursen, 2013; Ortiz ve ark., 2018; Sanders ve Heijboer, 2018; Ursula ve ark., 2020).

Takım sporları ve orta mesafe koşuları arasındaki spor, taktik ve zaman-hareket özelliklerindeki geniş zıtlıklara rağmen, aerobik ve anaerobik sistemin sportif performans için önemi her ikisinde de tutarlıdır. Takım sporları gelişmeye devam ettikçe, yüksek şiddette mesafe kat eden oyuncuların varlığı performans üzerinde etkili olmaya ve artmaya devam etmektedir (Barnes ve ark., 2014; Bellinger ve ark., 2021; Buchheit, 2008; Gabbett ve ark., 2013). Bu eylemler, takım sporlarının aralıklı doğasını da yansıtan 15-30 saniyelik aktif veya pasif toparlanma ile tekrarlanan yüksek şiddette yapılan koşular nedeniyle daha yaygın olarak '*Tekrarlı Sprint Yeteneği*' (RSA) olarak adlandırılır. Böyle bir yeteneğe sahip olan sporcu, müsabaka sırasında maksimal sprint performansını en verimli şekilde gerçekleştirebilmektedir (Andrzejewski ve ark., 2018).

Yüksek şiddette yapılan koşu ve RSA, skor durumlarının önemli bir bölümünü oluşturur ve aynı zamanda yarışma seviyeleri arasında önemli bir belirteçtir, bu da takım sporu sporcularında bu kaliteyi geliştirme ihtiyacını net şekilde ortaya koymaktadır (Buchheit ve ark., 2014; Spencer ve ark., 2006; Ufland ve ark., 2013). Yüksek hızlı koşu ve RSA'nın yoğunluğu ve zamansal faktörleri göz önüne alındığında, enerjik taleplerin aerobik süreçlerin aksine anaerobik metabolizmalara daha uygun olduğu görülmektedir. Takım sporları sporcuları arasında RSA kapasitesinin değerlendirilmesi/anlaşılması için bazı performans testlerine ihtiyaç vardır, ancak yaygın olarak seçilen değerlendirme yöntemi ASR yerine RSA testidir (Lopes-Silva ve ark., 2019).

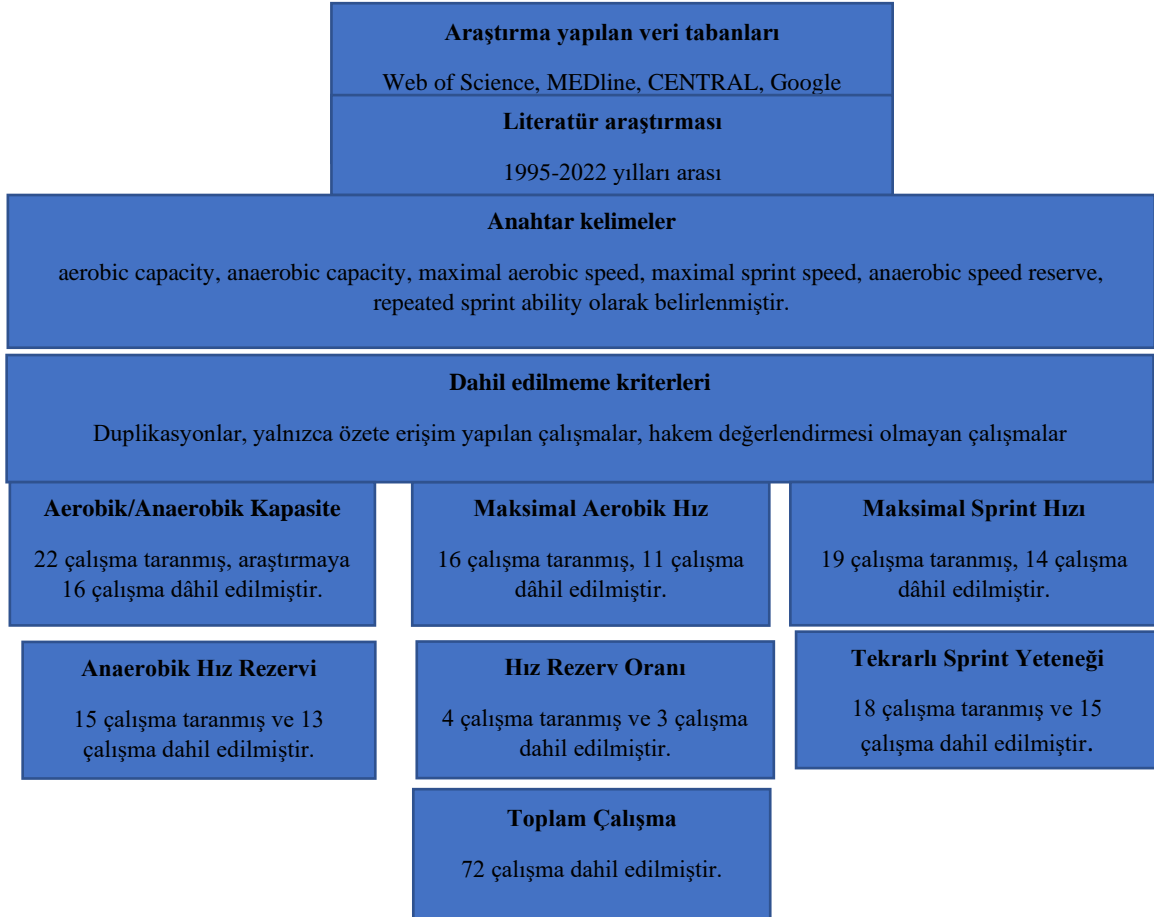
Bu derleme, sporcuların ASR değerlerinin müsabaka performansı üzerindeki etkisini araştıran literatür çalışmalarını incelemek amacıyla yapılmıştır. Mevcut çalışmada, sporcuların ASR değerlerinin avantaj ve dezavantaj yaratan durumları gözden geçirilmiş ve ASR'nin takım sporlarında RSA testi için uygun bir alternatif olabileceği belirlenmiştir. Nihayetinde bu görüş, yöntem açısından avantajlar sunmasına rağmen, özellikle alanda çalışan antrenörlerin deneyim ve bilgileri tarafından desteklenmesi gerekmektedir.

## YÖNTEM

Öncelikle bu çalışma için, “aerobic capacity”, “anaerobic capacity”, “maximal aerobic speed”, “maximal sprint speed”, “anaerobic speed reserve”, “repeated sprint ability”, anahtar kelimeler olarak belirlenmiştir. Daha sonra ilgili anahtar kelimeler, Web of Science, MEDline, CENTRAL, Google Scholar, PubMed, EBSCOhost veri tabanlarında 1995-2022 yılları arasında taranmıştır.

Aerobik ve anaerobik kapasite başlığı altında 22 çalışma elde edilmiş, araştırmaya 16 çalışma dâhil edilmiş; maksimal aerobik hız başlığı ile ilgili 16 çalışma incelenmiş, bunların 11 tanesi çalışmaya dâhil edilmiş; maksimal sprint hızı başlığı altında ise 19 çalışma taranmış, 14 çalışma dâhil edilmiş; anaerobik hız rezervi başlığı altında 15 çalışma taranmış ve 13 çalışma dahil edilmiş; hız rezerv oranı başlığı altında 4 çalışma taranmış ve 3 çalışma dahil edilmiş; tekrarlı sprint yeteneği başlığı altında 18 çalışma taranmış ve 15 çalışma dahil edilmiştir.

Literatürde konuyla ilgili ulaşılabilen tüm çalışmalar gözden geçirilmiştir. Duplikasyonlar, tam metine erişim sağlanamayan ve hakem değerlendirmesi olmayan çalışmalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bu derlemede, nitel ve nicel analiz yöntemleri kullanılmış ve elde edilen veriler yorumlanmıştır. Ayrıca çalışma metodolojisi oluşturulmuş, toplam makale sayısı, veri tabanları ve dâhil edilen makaleler eklenerek Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: Araştırma metodolojisi

## ASR, TAKIM SPORLARINDA RSA TESTLERİNİN YERİNİ ALABİLİR Mİ?

RSA testi, kısa aktif veya pasif toparlanma süreleri (30 saniye) ile serpiştirilmiş 6-12 maksimal sprintlerin ( $\leq 10$  saniye) olduğu koşuları içermektedir. Sprint mesafesi, toparlanma aktivitesi ve tekrarlar açısından sportif bağlama göre değişen birçok varyasyonla birlikte, birçok RSA testi hala iyi bir geçerlilik ve güvenilirliğe sahiptir (Lopes-Silva ve ark., 2019). Buna ek olarak, RSA testinin oyuncuların pozisyonları ve müsabaka seviyeleri arasında ayırım yapabilmesi de takım sporları için yüksek geçerlilik sağlamaktadır (Impellizzeri ve ark., 2008), dolayısıyla takım sporlarında ASR'ye kıyasla anaerobik kapasitenin değerlendirilmesinde mantıklı bir yöntem olarak kabul edilmektedir. RSA performanslarının değişkenleri **yorgunluk indeksi** (en iyi ve en kötü sprint arasındaki performans düşüşü) veya hız azalması (gerçek performans ile teorik performansı karşılaştırarak yüzde azalma puanı) olarak ifade edilir ve yorgunluğa direnme yeteneğini gösterir (Girard ve ark., 2011). Anaerobik kapasitenin RSA performansını ağırlıklı olarak başlangıç sprint performansına katkıları yoluyla kolaylaştırdığı gösterilmiştir; başlangıç sprint hızı daha yüksek olanların RSA ve anaerobik kapasiteleri de (glikolitik hız) daha yüksektir (Bogdanis ve ark., 1995; Girard ve ark., 2011). Karşılaştırmalı olarak diğer çalışmalar, anaerobik metabolizmanın tekrarlanan sprint performansında ilk sprintin yalnızca %40'ına katkıda bulunduğunu ve artan tekrarlarla önemli ölçüde kötüleşme olduğunu rapor etmiştir (Gaitanos ve ark., 1985). Bu nedenle, RSA'yı yalnızca artan anaerobik kapasiteye bağlamak ya da hatta gerçek anaerobik kapasitenin bir değerlendirmesi olarak ele almak şüpheli olacaktır. Bishop ve ark., (2011) yaptıkları çalışmalarında, buna bir alternatif sunarak RSA'nın temel belirleyicilerinin başlangıç sprint performansı ve sprintler arasında toparlanma yeteneği olduğunu belirtmiştir. Daha yüksek başlangıç sprint performansı seviyeleri, büyük ölçüde fosfokreatin depolarına ve kısa sürelerde yüksek kuvvet üretmek için nöromüsküler yeteneklere bağlı olan RSA testleri arasında daha yüksek toplam sprint performansı ile tutarlı bir şekilde ilişkilidir (Mendez ve ark., 2008; Weyand ve ark., 2000). Sprintler arasında toparlanma becerileri ise fosfokreatin yeniden sentezi, kas tamponlaması ve yüksek aerobik uygunluk seviyeleri ile desteklenmektedir. Bu durum şu şekilde açıklanabilir: 1) Tekrarlanan sprint performansının son aşamalarında aerobik metabolizmanın büyük katkısı bulunmaktadır. 2) Fosfokreatin, tekrarlanan sprint performansı boyunca gerekli enerjiyi sağlamaktadır. 3) Yüksek yoğunluklu egzersizden kaynaklanan hidrojen birikimi/azalan kas tamponlama kapasitesi, ATP üretimini ve kas aktivasyonunu engelleyerek tekrarlanan sprint performansını olumsuz etkilemektedir (Lundquist ve ark., 2021; Weyand ve ark., 2000).

Daha yakın zamanda Bishop ve ark., (2011) tarafından yapılan bir çalışmanın bulguları, özellikle takım sporu popülasyonları arasında, aerobik uygunluk, başlangıç sprint performansı ve RSA arasında benzer ilişkiler olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, RSA testi Bishop ve ark., (2011) tarafından özetlenen iki temel belirleyiciden yalnızca biri olan ilk sprint performansı hakkında doğru bir gösterge sunmaktadır. RSA testi, aerobik kondisyonun geçerli bir ölçüsünü sunmada gereksizdir ve bir bireyin sprintler arasında ne kadar iyi toparlanabildiğini anlamayı zorlaştırır. Yorgunluk indeksi ve hız düşüşü skorları aerobik kapasiteler hakkında bazı genel göstergeler sunabilse de aerobik kondisyon seviyelerini ve/veya RSA'yı sınırlayan faktörleri doğru bir şekilde belirlemenin zorluğu devam etmektedir. Ancak ASR tam olarak bu iki değişkeni içermekte olup, daha yaygın RSA testlerine kıyasla bir avantajdır ve RSA'nın söz konusu belirleyicilerinin daha doğru bir şekilde anlaşılmasını sağlar. MAS ve MSS'nin bir fonksiyonu olarak ASR'nin tekli sprint performansına dayandığı için fosfokreatin yeniden sentezinin anlaşılmasını sağlamadığı iddia edilebilir, ancak araştırmalar bunun aerobik kapasite ile de güçlü bir ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır (McMahon ve Jenkins, 2002).

Takım sporlarında sporcuları arasında RSA'nın belirlenmesi, RSA'yı ve dolayısıyla genel spor performansını iyileştirmek için daha bilinçli antrenmanlar yapma fırsatı sağlamaktadır. RSA'yı iyileştirmek için yapılan antrenmanlar, direnç antrenmanından küçük dar alan oyunlara kadar geniş bir yelpazede yer alır ve her birinin sağlam bir fizyolojik gerekçesi bulunmaktadır. Daha yaygın olarak tekrarlanan sprint antrenmanı, tekli sprint antrenmanı ve aralıklı antrenmanın kullanımı karşılaştırılır ve bunların hepsi ayrı ayrı RSA üzerinde olumlu etkiler ortaya koymaktadır (Bishop ve ark., 2011; Gist ve ark., 2014).

Araştırma kapsamında daha az net olan şey, herhangi bir antrenman türünün RSA'yı geliştirmede diğerinden daha büyük bir etkiye sahip olup olmadığıdır. Bu muhtemelen iyi RSA'yı oluşturan çok faktörlü katkıların bir ürünüdür; her bir antrenman RSA'nın metabolik veya nöromusküler belirleyicilerini hedef alır ve kombine bir yaklaşım RSA'yı geliştirmek için en güçlü çözümü sağlayabilir (Bishop ve ark., 2011). Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, ASR, RSA belirleyicilerini hedeflemek için MAS ve MSS kullanarak belirli güçlü yönleri ve iyileştirme alanlarını daha iyi belirleme yeteneği nedeniyle her iki müdahalenin reçetelenmesinde daha uygun olabilir (Julio ve ark., 2020). Bu durum, rugby oyuncularını ve mesafe koşucularını arasında yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizi daha iyi reçete etmek için ASR kullanımını araştıran Julio ve ark., (2020) tarafından yapılan çalışmada iyi bir şekilde yansıtılmıştır. Katılımcıların %25 ve %50 ASR kullanarak aerobik dayanıklılık ve kas tampon kapasitelerinde önemli gelişmeler elde ettikleri belirlenmiştir; bu iki özellik tekrarlanan sprintler arasında toparlanma için hayati önem taşımaktadır. Bu araştırma aynı zamanda, takım sporlarındaki sporcular için hız bölgelerini bireyselleştirmek ve dış yükü ölçmek için daha geniş bir kapsama sahip ASR'nin avantajlı durumunu ortaya koymaktadır (Fitzpatrick ve ark., 2018; Rago ve ark., 2020).

Öte yandan RSA testi, tek ve tekrarlı sprint antrenmanlarının ötesinde farklı müdahaleler için aynı kural koyucu işleve sahip değildir. RSA testinden elde edilen temel değişkenler olan yüzde (yorgunluk indeksi ve hız azalması ve/veya ortalama ve toplam sprint mesafesi, sub-maksimal ( $\geq$  MAS) aralıklı antrenman için yoğunluk (hız), hacim ve toparlanma süresine karar vermenin zor olduğunu kanıtlamaktadır. Ne olursa olsun, interval antrenman gibi, tekrarlı sprint antrenmanının da tekli sprint performansında olumlu değişikliklerin yanı sıra aerobik kapasiteyi geliştirdiği gösterilmiştir (Bishop ve ark., 2011).

Bu nedenle, RSA testinden elde edilen yorgunluk indeksi/hız düşüşü ve ortalama/toplam sprint mesafesinden antrenman reçetesi oluşturmadaki zorluklara rağmen, tekrarlı sprint antrenmanını reçete etmek için bu değerlendirmeyi kullanmak, RSA'yı iyileştirmek için uygun adaptasyonlar için yeterli olabilir. RSA testi, RSA değerlendirmeleri ve müdahalelerinin ötesinde, yorgunluk kısıtlamaları altında doğrusal sprintte kinematik değişiklikleri değerlendirmek için eşsiz bir fırsat da sunmaktadır. Yorgunluğun sprintin nöromusküler ve biyomekanik faktörleri üzerindeki olumsuz etkisi rapor edilmiştir ve bu da yaralanma yatınlıkları üzerinde önemli etkiler gösterecektir (Mendiguchia ve ark., 2020; Pupo ve ark., 2017). Sonuç olarak, RSA testinin sprint performansında yaralanma riski oluşturabilecek faktörleri belirlemede bir tarama aracı olarak kullanılabilirliği belirtilmektedir.

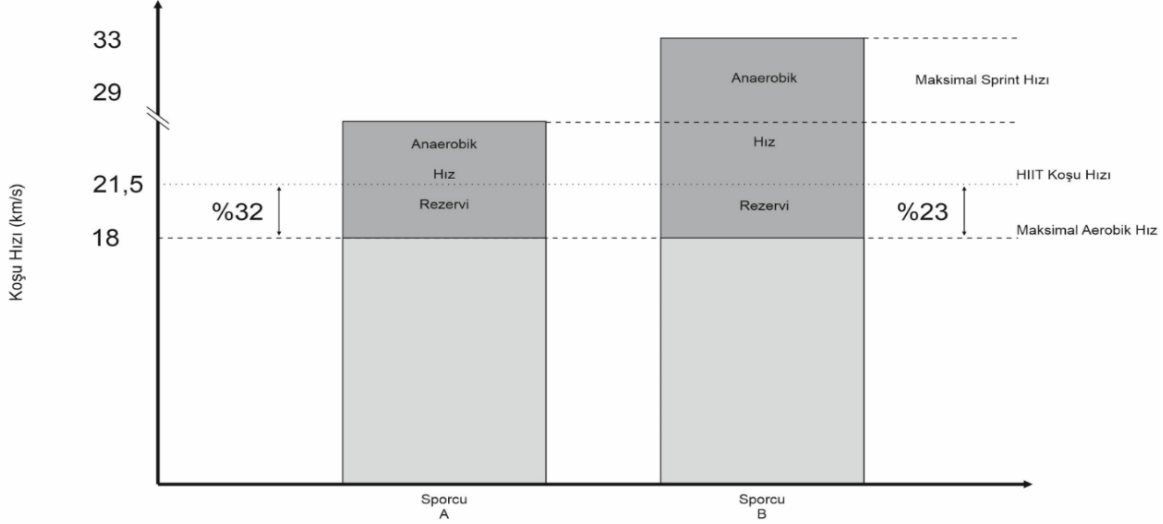
Buchheit ve Laursen (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, benzer maksimal oksijen alımındaki hız ( $vVO_{2max}$ ) seviyesine sahip sporcular arasındaki koşu profillerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, anaerobik hız rezerv aralıkları birbirinden farklı olan iki sporcunun uygulanan aynı yüklenmeye vereceği yanıtlar da birbirinden farklı olacaktır. Aynı antrenman şiddetinin uygulandığı bir antrenman sırasında, A sporcusu anaerobik hız rezervinin %32'si ile antrenman yaparken, B sporcusu ise bu rezervin ancak %23'ü ile antrenmanı

gerçekleştirmektedir (Tablo1) (Şekil 2). Yani ASR aralığı daha geniş olan sporcunun yüklenme anında enerji kullanımını da daha ekonomik olacaktır.

**Tablo 1.** Farklı sporculara ait MSS, ASR ve vVO2 maks değerleri

	A Sporcusu	B Sporcusu
MSS	29	33
ASR	11(%32=3.5)	15(%23=3.45)
VvO2max	18	18

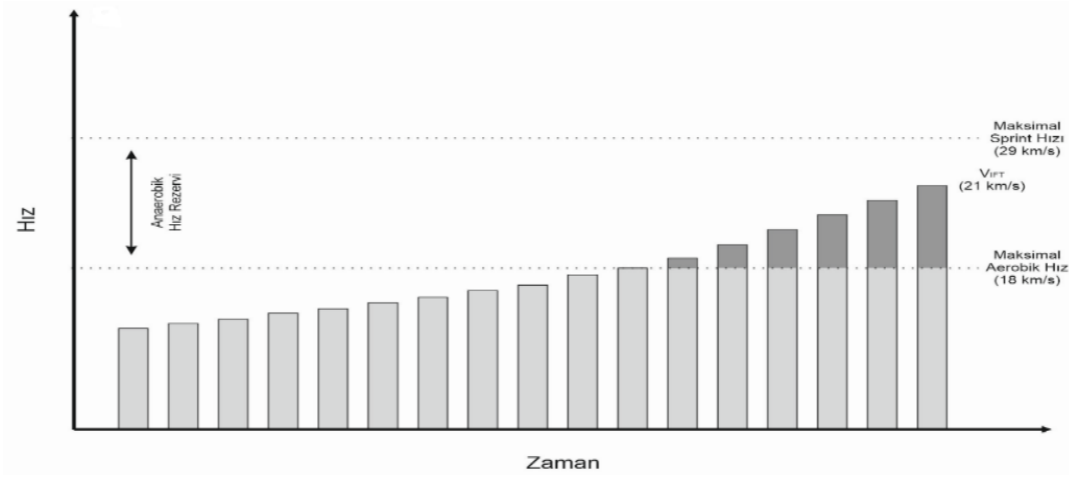
**MSS:** Maksimal sprint hızı, **ASR:** Anaerobik hız rezervi, **vVO2 maks (MAS):** Maksimal oksijen alımındaki hız



**Şekil 2.** Benzer maksimal oksijen alımındaki hız (vvo2max) seviyesine sahip iki sporcu arasındaki anaerobik hız rezervi farkı (Buchheit ve Laursen, 2013)

Şekil 2'de her iki sporcunun da MAS değerinin 18 km/saat olduğu görülmektedir. Sporcu A'nın MSS'si 29 kph'dir ve 11 kph "yedekte" kalırken, Sporcu B'nin MSS'si 33 kph'dir ve yedekte 15 kph kalır. Her iki sporcu için de 21.5 km/s hızla koşunun olduğu bir antrenman planlandığında, A, B'den (%23) daha yüksek bir rezerv oranında (%32) koşacaktır. Bu nedenle, Sporcu A daha çabuk yorulacak ve muhtemelen seansı Sporcu B ile aynı seviyede tamamlayamayacaktır. Ayrıca yukarıdaki şekilde ASR ile ilgili veriler incelendiğinde, ASR' nin sporcuların vVO2max değerlerinin üzerinde gerçekleşen aktivitelerde gerçekleştiği görülmektedir.

Maksimal oksijen alımını gerçekleştirmek için gereken en düşük hıza ulaşıldığında, antrenmanın devamı için gerekli enerji çoğu zaman anaerobik kaynaklardan temin edilmektedir. Bu nedenle belirlenmiş bir MAS' de, daha büyük bir MSS değerine sahip olan sporcu, daha büyük ASR ve Tekrarlı sprintlerde sporcunun koştuğu son hız değeri (VIFT) değerlerine sahip olacağı için daha iyi bir performans gerçekleştirebilecektir (Şekil 4).



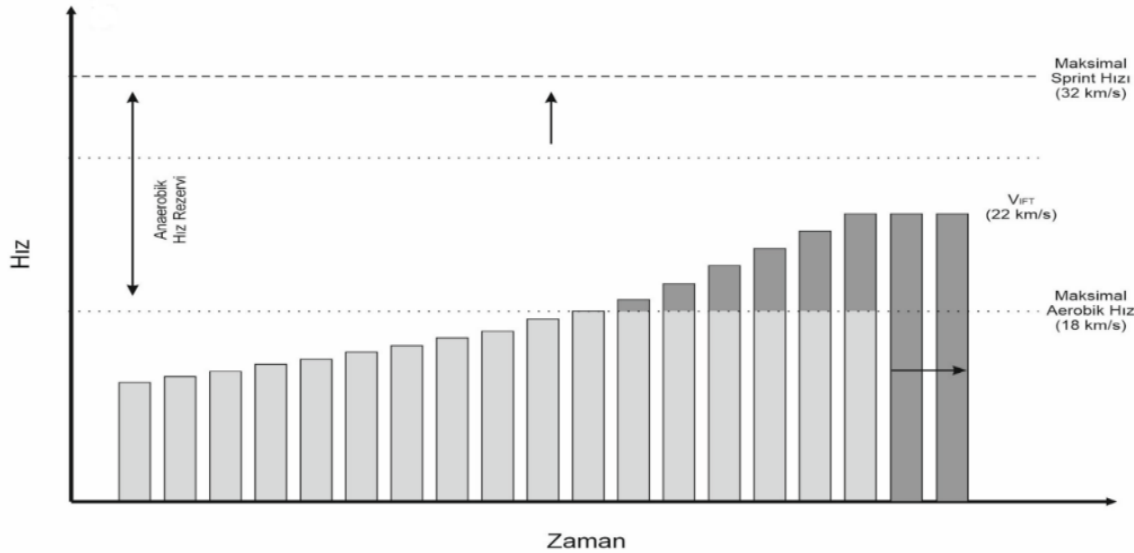
Şekil 4. Anaerobik hız ve güç rezervi

Daha büyük bir ASR değerine sahip olan bir sporcunun, benzer bir MAS için 30-15 IFT testi sırasında daha başarılı bir performans ortaya koyması beklenebilir. ASR değerinin sporcuların yüksek yoğunluklu tekrarlı koşu performansını da etkilemesi sebebiyle, antrenörlerin antrenmanlarda sporcuların MAS değerleri yerine VIFT değerlerini kullanmaları daha doğru olacaktır (Tablo 2) (Şekil 5).

Tablo 2. Farklı sporculara ait MSS, MAS, ASR ve VIFT değerleri

	MSS	MAS	ASR	VIFT
A Oyuncusu	32	18	14	21
B Oyuncusu	36	16	20	20.5
C Oyuncusu	35	14	21	18.5

**MSS:** Maksimal sprint hızı, **vVO<sub>2</sub> maks (MAS):** Maksimal oksijen alımındaki hız, **ASR:** Anaerobik hız rezervi  
**VIFT:** Tekrarlı sprintlerde sporcunun koştuğu son hız değeri



Şekil 5. Anaerobik hız ve güç rezervi

Benzer MAS (vVO<sub>2</sub>Max) değerlerine sahip iki sporcu arasındaki bireysel farklılığı ön plana çıkaran faktör maksimal sprint hızı (MSS) değeridir. Sporcuların maksimum hız performanslarındaki bir artış, maksimum altı hız performanslarının iyileşmesine neden olacaktır (Buchheit ve Laursen, 2013).

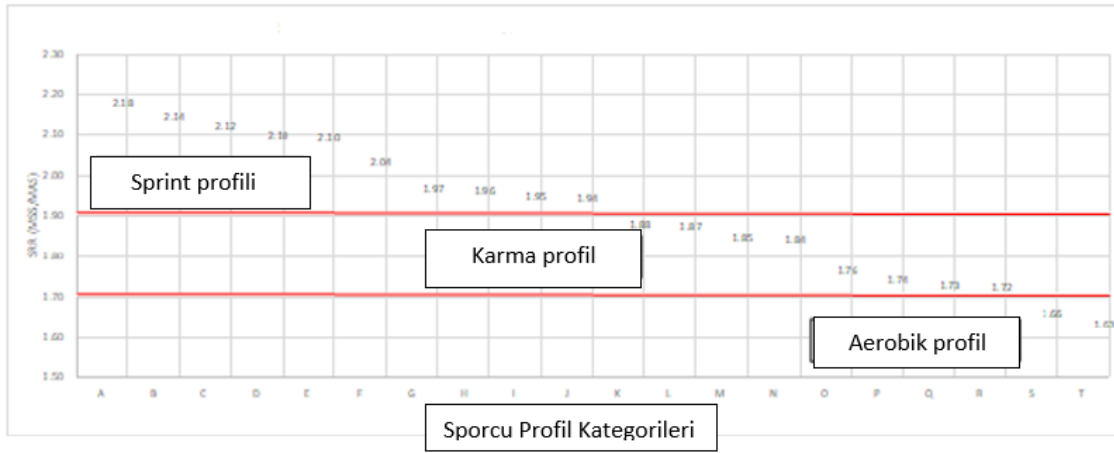
## HIZ REZERV ORANI: Bireyselleştirilmiş Antrenman için Sporcuların Koşu Hızı Profilini Oluşturma

Hız rezerv oranı (SRR), bir sporcunun aerobik ve anaerobik kapasitesi arasındaki yeteneği temsil etmektedir ve basitçe MSS'nin MAS'a bölünmesi ile elde edilmektedir.

$$SRR = MSS (kph) / MAS (kph)$$

Örneğin, bir sporcunun MSS'si 8,0 m/s ve MAS'ı 4,0 m/s ise ASR'si 4,0 m/s (8,0 m/s - 4,0 m/s) olarak bulunacaktır. SRR'si ise 2,0 (8,0/4,0) olacaktır.

Bir antrenörün sporcusu veya takımı için bu oranı hesaplamak, onların koşu hızı profillerini öğrenmesine ve ardından antrenman programını buna göre hazırlamasına katkıda bulunacaktır. Fakat bu oranı sporcuların performanslarını arttırmada tek başına kullanılan bir reçete olarak değerlendirmemek gerekir. Bunun yerine, sporcular için en iyi adaptasyonları elde etmek amacıyla hazırlanan antrenman programları için iyi bir rehber olarak değerlendirmek daha doğru olacaktır (Sandford ve ark., 2019).



Şekil 3. Profesyonel kriket oyuncularının hız rezerv oranları (Scott, 2018).

Yukarıdaki Şekil 3' de kriket sporcularının hız rezerv oranları dikkate alındığında, profil kategorileri şu şekilde belirlenmiştir: Sprint profili: >1,90 SRR; karma profil: 1,80 - 1,90 SRR; aerobik profil: <1,70 SRR.

Sandford ve ark., (2018) tarafından atletler üzerinde yapılan çalışmada, öncelikle sporcuların koşu profilleri belirlenmiş ve sporcuları alt gruplara ayırmak için antrenmanda kullanılabilecek hız rezerv oranları (SRR), 400 m sporcuları için SRR >1,60, 400-800 m sporcuları için SRR 1,50 - 1,60 arası ve 800-1500 m sporcuları için SRR<1,50 olarak rapor edilmiştir.

Sporcuların doğru antrenman yüklerinde çalışabilmeleri için öncelikle koşu hızı profillerinin belirlenmesi gerekmektedir. Sporcuların MSS performansları ne kadar yüksek olursa, müsabaka sırasında ortaya koyacakları koşu performansları da yüksek olacaktır. Bu durum müsabaka performansının artmasına hizmet edecektir. Futbol gibi branşlarda, sporcuların gelişmiş sprint yetenekleri (31.0 km/h) takımdaki pozisyonları için belirleyici olabilmektedir. Ayrıca, müsabaka sırasında en yüksek hızlarda art arda yapılan sprintler, sporcuların daha iyi toparlanabilmelerine imkan sağlamaktadır (Altmann ve ark., 2020; Weyand ve ark., 2006).

Sporcularda yüksek şiddetli bir antrenman yaptırılarak aynı antrenman etkisinin meydana gelmesi isteniyorsa, sporcuların her birinin aerobik ve anaerobik profillerin ayrıntılı analizlerinin yapılması gereklidir. Bunun yanında, antrenörlerin sporcularının ASR değerlerini bilmeleri, sporcuların gerek aerobik gerekse anaerobik kapasitelerinin sınırları hakkında bilgi



sahibi olmalarına ve antrenmanda yapılacak yüklemeler hakkında yorum yapabilmelerine imkan sağlayacaktır (Buchheit ve ark., 2013; Sandford ve ark., 2019; Weyand ve ark., 2006). Yapılacak antrenmanlarda sporcuların bireysel özellikleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Ayrıca sporcuların optimal gelişimleri için onların eksikliklerine yönelik hazırlanmış antrenman programları uygulanmalıdır. Bu tür programlar, spordaki tesadüfü yaklaşımları ortadan kaldıracak, antrenörün neyi, nasıl ve ne kadar yapması gerektiği konusunda antrenöre rehberlik edecektir. Ayrıca, sporcuların bireysel özelliklerine ait bilgiler yardımıyla bireysel gelişimleri de kontrol edilebilecektir. Bunun yanında, uygulanacak sistematik antrenman programları, sporcuların sakatlık yaşama riskinin de azalmasına neden olacaktır.

### **ASR NASIL HESAPLANMAKTADIR?**

Antrenmanlarda sporcuların doğru antrenman yüklerinde çalışabilmeleri için öncelikle koşu hızı profillerinin belirlenmesi gerektiği ifade edilmektedir. Bunun için sporcuların MSS ve MAS değerlerini bilmek son derece önemlidir.

Sporcunun müsabaka ya da antrenman sırasında 30-60 m arasında ulaştığı en yüksek koşu hızı, Maksimal Sprint Sürati (MSS) olarak tanımlanmaktadır. Maksimal aerobik hız (MAS) ise maksimal oksijen kullanımındaki en düşük koşu hızı olarak ifade edilmektedir. ASR'deki koşu hızı "Koşu Hızı=MAS + (MSS – MAS) x %ASR" formülü ile hesaplanmaktadır (Sandford ve ark., 2021).

### **LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR**

Konuyla ilgili literatür gözden geçirildiğinde, ASR ile ilgili özellikle son dönemlerde önemli çalışmalar yapıldığı ancak bunlarında sayıca yeterli olmadıkları gözlemlenmiştir. Bu konuda alana yeterli katkının verilebilmesi için daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Ortiz ve ark., (2018) tarafından 120 Brezilya'lı elit futbolcu üzerinde yapılan bir çalışmada, anaerobik hız rezervinin (ASR) sporcuların oyun pozisyonlarına göre farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Araştırma bulguları, sporcuların ASR değerleriyle oyun pozisyonları arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Bunun yanında, sporcuların ASR ile MSS ve MAS değerlerinin karşılaştırılmasında ise ASR ile MSS arasında ( $r = 0.72$ ) ve ASR ile MAS arasında ( $r = -0.63$ ) yüksek bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Sandford ve ark., (2019) atletler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, 800 m orta mesafe performansında ASR ve MSS arasındaki ilişkileri incelemişler ve ASR'nin (daha yüksek MSS'nin bir ürünü olarak) 800 m performansı ile en güçlü korelasyonlara yol açtığını ve hatta 800 m atlet profili türleri arasında ayırım yapabildiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Bachero-Mena ve ark., (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, atletlerin 800m performansı ile kısa mesafelerdeki tüm MSS çabaları arasında büyük ilişkiler olduğunu bildirmiştir. Ancak bu durum, özellikle bu araştırmada yer alan katılımcıların yüksek MAS skorları sergilediği ve bunun daha az elit gruplar arasında önemli bir özellik olmayabileceği düşünüldüğünde, MAS'ın değerini azaltmamalıdır. Bunun yerine, bu bulgular, ASR ve SRR'nin gösterdiği gibi, her bir sistemin elit performansa ortak katkılarını vurgulamalıdır. Hallam ve ark., (2022) orta mesafe koşan atletler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, 400 ve 800 m koşucularının anlamlı olarak daha yüksek ASR değerine ve 400 m sporcularının 800 m sporcularından daha iyi maksimal sprint hız (MSS) değerlerine sahip olduklarını gözlemlenmiştir. Dardouri ve ark., (2014) tarafından yapılan bir başka çalışmada, sporcuların tekrarlı sprint performansları ile aerobik ve anaerobik performansları arasındaki ilişki incelenmiştir. Sporcuların en iyi sprint zamanı ( $r=0,70$ ) ve toplam sprint zamanı ( $r=-0,68$ ) ile anaerobik hız rezervi (ASR) arasında negatif yönde bir ilişki olduğu rapor edilmiştir.

Papadakis ve ark., (2017) profesyonel futbolcuların aerobik performans çıktıları ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi inceledikleri araştırmalarında, futbolcuların MAS değerleri ile ortalama sprint zamanı değerleri arasında negatif bir ilişki ( $r=-0,34$ ) olduğunu gözlemlemişlerdir. Öztürk ve ark., (2022) tarafından futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada, sporcuların ASR değerleriyle tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişki incelenmiştir. ASR ile en iyi sprint zamanı ( $r=-0,573$ ), ortalama sprint zamanı ( $r=-0,459$ ), toplam sprint zamanı ( $r=-0,567$ ), ideal sprint zamanı ( $r=-0,571$ ) ve performans düşüş oranı ( $r=-0,291$ ) arasında negatif bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Silva ve ark., (2010) Brezilyalı genç futbolcuların tekrarlı sprint performansları ile aerobik ve anaerobik performansları arasındaki ilişkiyi inceledikleri araştırmalarında, futbolcuların MAS değerleri ile ortalama sprint zamanı arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki ( $r=-0,38$ ) olduğunu rapor etmişlerdir. Buchheit ve Villanueva (2014) futbolcular üzerine yaptıkları bir başka çalışmada, ortalama sprint zamanı ile MAS değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, bir sporcunun MAS performansının gelişmesiyle, tekrarlı sprint performansında ortalama ve toplam sprint zamanı performansının gelişimine katkıda bulunacağını ifade etmişlerdir. Bu çalışmalara ek olarak, Rampinini ve ark., (2009), Buchheit (2012), Jones ve ark., (2013), Rodriguez ve ark., (2019), Archiza ve ark., (2020) tarafından yapılan çalışmalarda, sporcuların ortalama ve en iyi sprint zamanları ile VO<sub>2</sub>maks değerleri arasında negatif yönde anlamlı ilişkiler olduğu rapor edilmiştir.

Müsabaka sırasında sporcuların yüksek şiddette tekrarlı sprint koşularını ardı ardına yapması en iyi performansını ortaya koymasına neden olacak ve bu durumda müsabakanın kazanılmasına katkıda bulunacaktır. Sporcuların tekrarlı sprintlerindeki performans düşüşünün az olması verimli performans açısından önemlidir ve bu da ancak gelişmiş aerobik uygunluk düzeyi ile mümkündür (Papadakis ve ark., 2017; Ursula ve ark., 2020). Sporcuların aerobik uygunluk seviyelerinin gelişimleri, vVO<sub>2</sub> maks (maksimal aerobik hız) düzeyinde yapılan devamlı koşular ile gerçekleşmektedir. Çünkü gelişmiş bir aerobik kapasite, bir müsabaka sırasında sporcunun yüksek şiddetteki aktiviteleri daha uzun süre yapabilmesine, yorgunluğun daha geç oluşmasına ve sporcunun kısa sürede toparlanabilmesine imkan sağlamaktadır (Tomlin ve Wenger, 2001).

## SONUÇ

Konuyla ilgili literatür incelendiğinde, özellikle takım sporlarında müsabaka sırasında önemli bir performans göstergesi olan yüksek yoğunlukta sergilenen tekrarlı sprint performansı ile sporcuların MSH, ASR, MAH ve VO<sub>2</sub>max değerleri arasında negatif yönde bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular dikkate alındığında, sporcuların maksimal hızda gerçekleştirecekleri sprint performanslarının, başta tekrarlı sprint performansı olmak üzere tüm sprint değerlerini olumlu yönde etkileyebileceği söylenebilir. Bunun yanında gelişmiş *anaerobik hız rezervi* (ASR) müsabaka sırasında sporcuların tekrarlı sprint performanslarında bir artış sağlayabilir ve tekrarlı sprint sırasındaki performans kaybının da daha düşük düzeyde oluşmasına katkıda bulunabilir.

## ÖNERİLER

Konuyla ilgili literatür çalışmalarının bulguları dikkate alındığında, sporcuların antrenman yüklerinin submaksimal koşullarda veya MAS'ın %130'si ve altındaki koşu hızlarında sporcuların MAS değeri üzerinden, supramaksimal koşullarda veya MAS'ın %130'sinden yüksek koşu hızları için ASR değeri üzerinden belirlenmesi gerektiği belirtilmektedir.

Sporcuların müsabaka sırasında en iyi performanslarını ortaya koyabilmeleri için MAS, MSS ve ASR değerlerinin belirlenip, yüksek yoğunluk içeren dayanıklılık antrenmanlarına antrenörler tarafından hazırlanan programlarda daha fazla yer vermeleri tavsiye edilmektedir. Bunun yanında, tekrarlı sprint yeteneği (RSA) bağlamında antrenörlere, sporcularına yüksek bir başlangıç çıktısı (yüksek maksimum sprint hızı) elde etmelerini ve ardından bu hızı mümkün olduğu kadar uzun süre koruma becerisini sağlayacak antrenmanlar yapmaları önerilmektedir.

## **KAYNAKLAR**

Altmann, S., Neumann, R., Woll, A., & Hartel, S. (2020). Endurance capacities in professional soccer players: are performance profiles position specific? *Frontiers in Sport and Active Living, 3* (2), 2-9. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.549897>

Andrzejewski, M., Chmura, P., Konefał, M., Kowalczyk, E., & Chmura, J. (2018). Match outcome and sprinting activities in match play by elite German soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 58*(6),785-92. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07352-2.

Archiza, B., Andaku, D. K., Beltrame, T., Libardi, C. A., & Borghi-Silva, A. (2020). The relationship between repeated-sprint ability, aerobic capacity, and oxygen uptake recovery kinetics in female soccer athletes. *Journal of Human Kinetics, 75*, 115-26. doi: [10.2478/hukin-2020-0042](https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0042)

Bachero-Mena, B., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Yanez-Garcia, J. M., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, JJ. (2017). Relationships between sprint, jumping and strength abilities, and 800 m performance in male athletes of national and international levels. *Journal of Human Kinetics, 58*(1), 187-95. doi: 10.1515/hukin-2017-0076

Barnes, C., Archer, D., Bush, M., Hogg, R., & Bradley, P. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the english premier league. *International Journal of Sports Medicine, 10*, 35:1-6. doi: 10.1055/s-0034-1375695.

Bellinger, P., Derave, W., Lievens, E., Kennedy, B., Arnold, B., Rice, H., & Minahan, C. (2021). Determinants of last lap speed in paced and maximal 1500-m time trials. *European Journal of Applied Physiology, 121*,525-37. doi: 10.1007/s00421-020-04543-x.

Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability-Part II: Recommendations for training. *Sports Medicine, 41*(9), 741-56. doi: 10.2165/11590560-000000000-00000.

Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V., & Linsel, G. (2001). Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140 % of vV O<sub>2</sub>max and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. *International journal of sports medicine, 22*(1), 27-33. doi: 10.1055/s-2001-11357.

Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., Lakomy, H. K., & Nevill, A. M. (1995). Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *The Journal of Physiology, 15*;482(Pt 2), 467-80. doi: [10.1113/jphysiol.1995.sp020533](https://doi.org/10.1113/jphysiol.1995.sp020533)

Buchheit, M. (2008). The 30–15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of Strength and Condition Research, 22*, 36-44. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181635b2e.

Buchheit, M. (2012). Repeated-sprint performance in team sport players: associations with measures of aerobic fitness, metabolic control and locomotor function. *International Journal of Sports Medicine, 33*(3), 230-39. doi: [10.1055/s-0031-1291364](https://doi.org/10.1055/s-0031-1291364)

Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine, 43*, 313-38. doi: [10.1007/s40279-013-0029-x](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x)

Buchheit, M., Simpson, B. M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International Journal of Sports Medicine, 34*, 40-8. doi: 10.1055/s-0032-1316363

Buchheit, M., Samozino, P., Glynn, J. A., Michael, B. S., Haddad, H. A., Mendez-Villanueva, A., & Morin, J. B. (2014). Mechanical determinants of acceleration and maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1906-13. doi: 10.1080/02640414.2014.965191.

Buchheit, M., & Mendez-Villanueva, A. (2014). Changes in repeated-sprint performance in relation to change in locomotor profile in highly-trained young soccer players. *Journal of Sports Science*, 32(13), 1309-17. doi: 10.1080/02640414.2014.918272.

Da Silva, J. F., Guglielmo, L. G., & Bishop, D. (2010). Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *Journal of Strength and Condition Research*, 24(8), 2115-21. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e34794.

Dardouri, W., Selmi, M. A., Sassi, R. H., Gharbi, Z., Rebhi, A., Yahmed, M. H., & Moalla, W. (2014). Relationship between repeated sprint performance and both aerobic and anaerobic fitness. *Journal of Human Kinetics*, 40, 139-48. doi: [10.2478/hukin-2014-0016](https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0016)

Fitzpatrick, J. F., Hicks, K. M., & Hayes, P. R. (2018). Dose-response relationship between training load and changes in aerobic fitness in professional youth soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(10), 1365-70. doi: 10.1123/ijsp.2017-0843

Gabbett, T. J., Stein, J. G., Kemp, J. G., & Lorenzen, C. (2013). Relationship between tests of physical qualities and physical match performance in elite rugby league players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1539-45. doi: 10.1519/JSC.0b013e318274f236.

Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability – Part I: Factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673-94. doi: 10.2165/11590550-000000000-00000.

Gist, N. H., Fedewa, M. V., Dishman, R. K., & Cureton, K. J. (2014). Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 44(2), 269-79. doi: 10.1007/s40279-013-0115-0.

Hallam, L. C., Ducharme, J. B., Mang, Z. A., & Amorim, F. T. (2022). The role of the anaerobic speed reserve in female middle-distance running. *Science and Sports*, 37, 637.e1-637.e8. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.07.006>

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A., & Wisloff, U. (2008). Validity of a repeated-sprint test for football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 899-905. doi: 10.1055/s-2008-1038491

Jones, R. M., Cook, C. C., Kilduff, L. P., Milanovic, Z., James, N., Sporis, G., Fiorentini, B., Fiorentini, F., Turner, A., & Vuckovic, G. (2013). Relationship between repeated sprint ability and aerobic capacity in professional soccer players. *Scientific World Journal*, 952350. doi: 10.1155/2013/952350

Julio, U. F., Panissa, V. L. G., Paludo, A. C., Alves, E. D., Campos, F. A. D., & Franchini, E. (2020). Use of the anaerobic speed reserve to normalize the prescription of high-intensity interval exercise intensity. *European Journal of Sport Science*, 7;20(2), 166-73. doi: 10.1080/17461391.2019.1624833.

Lopes-Silva, J. P., Ferreira da Silva Santos, J., Abbiss, C. R., & Franchini, E. (2019). Measurement properties and feasibility of repeated sprint ability test: A systematic review. *Strength and Conditioning Journal*, 41(6), 41-61. doi: 10.1519/SSC.0000000000000495

Lundquist, M., Nelson, M. J., Debenedictis, T., Gollan, S., Fuller, J. T., Larwood, T., & Bellenger, C. R. (2021). Set distance time trials for predicting maximal aerobic speed in female Australian Rules Footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24, 391-6. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.10.002>

McMahon, S., & Jenkins, D. (2002). Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise. *Sports Medicine*, 1;32(12), 761-84. doi: 10.2165/00007256-200232120-00002.

- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P., & Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 411-19. doi: 10.1007/s00421-008-0723-9.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., Peltola, E., & Bourdon, P. (2011). Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run? *Journal of Strength and Condition Research*, 25(9), 2634-38. doi: 10.1519/JSC.0b013e318201c281.
- Mendiguchia, J., Gonzalez De la Flor, A., Mendez-Villanueva, A., Morin, J. B., Edouard, P., & Garrues, M. A. (2020). Training-induced changes in anterior pelvic tilt: potential implications for hamstring strain injuries management. *Journal of Sports Science*, 10, 1-8. doi: 10.1080/02640414.2020.1845439.
- Ortiz, J. G., Teixeira, A. S., Mohr, P. A., Do Nascimento, S. P. C., Cetolin, T., Guglielmo, L. G. A., & De Lucas, R. D. (2018). The anaerobic speed reserve of high-level soccer players: a comparison based on the running speed profile among and within playing positions. *Human Movements*, 19(5), 65-72. doi: [10.5114/hm.2018.81287](https://doi.org/10.5114/hm.2018.81287)
- Papadakis, L., Mitrotasios, M., & Patras, K. (2017). Influence of aerobic endurance, sports speed and strength to repeated sprint performance in professional soccer players. *Biology of Exercise*, 13(1), 45-57. doi: [10.4127/jbe.2017.0115](https://doi.org/10.4127/jbe.2017.0115)
- Pupo, J. D., Detanico, D., Ache-Dias, J., & Dos-Santos, S. G. (2017). The fatigue effect of a simulated futsal match protocol on sprint performance and kinematics of the lower limbs. *Journal of Sports Sciences*, 2;35(1), 81-8. doi: 10.1080/02640414.2016.1156727.
- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Krustup, P., & Rebelo, A. (2020). Application of individualized speed zones to quantify external training load in professional soccer. *Journal of Human Kinetics*, 31;72(1), 279-89. doi: [10.2478/hukin-2019-0113](https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0113)
- Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzoni, S., Fanchini, M., & Coutts, A. J. (2009). Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 34(6), 1048-54. doi: 10.1139/H09-111.
- Rodríguez-Fernández, A., Sanchez-Sanchez, J., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., Rodríguez-Marroyo, J. A., & Villa-Vicente, J. G. (2019). Relationship between repeated sprint ability, aerobic capacity, intermittent endurance, and heart rate recovery in youth soccer players. *Journal of Strength and Condition Research*, 33(12), 3406-13. doi: 10.1519/JSC.0000000000002193.
- Sanders, D., & Heijboer, M. (2018). The anaerobic power reserve and its applicability in professional road cycling. *Journal of Sports Science [Internet]*, 37, 621-29. doi: 10.1080/02640414.2018.1522684.
- Sandford, G. N., Pearson, S., Allen, S. V., Malcata, R. M., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2018). Tactical behaviors in men's 800-m Olympic and world-championship medalists: A changing of the guard. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 246-49. doi: [10.1123/ijsp.2016-0780](https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0780)
- Sandford, G. N., Rogers, S. A., Sharma, A. P., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen P. B. (2019). Implementing anaerobic speed reserve testing in the field: validation of vVO<sub>2</sub>max prediction from 1500-m race performance in elite middle-distance runners. *International journal of sports physiology and performance*, 14(8), 1147-50. doi: 10.1123/ijsp.2018-0553.
- Sandford, G. N., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019). Maximal sprint speed and the anaerobic speed reserve domain: the untapped tools that differentiate the world's best male 800 m runners. *Sport Medicine [Internet]*, 49, 843-52. doi: [10.1007/s40279-018-1010-5](https://doi.org/10.1007/s40279-018-1010-5)
- Sandford, G. N., Laursen, P. B., & Buchheit, M. (2021). Anaerobic speed/power reserve and sport performance: scientific basis, current applications and future directions. *Sports Medicine*, 51, 2017-28. doi: 10.1007/s40279-021-01523-9
- Scott, P. (2018). Applying the anaerobic speed reserve to team sport conditioning. *Hettler Performance, on Twitter @Gareth\_Sandford and @pcfscott*.

Spencer, M., Fitzsimons, M., Dawson, B., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. *Journal of Science and Medicine in Sport, 1*;9(1), 181-89. doi: 10.1016/j.jsams.2005.05.001.

Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine, 31*(1), 1-11. doi: 10.2165/00007256-200131010-00001.

Ufland, P., Ahmaidi, S., & Buchheit, M. (2013). Repeated-sprint performance, locomotor profile and muscle oxygen uptake recovery: effect of training background. *International Journal of Sports Medicine, 34*, 924-30. doi: 10.1055/s-0033-1333719.

Ursula, F. J., Valeria, L. G., Panissa, A. C. P., Elaine, D. A., Fabio, A., Campos, D., & Franchini, E. (2020). Use of the anaerobic speed reserve to normalize the prescription of high-intensity interval exercise intensity, *European Journal of Sport Science, 20* (2), 166-173. doi: 10.1080/17461391.2019.1624833.

Weyand, P. G., Sternlight, D. B., Bellizzi, M. J., & Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology, 89*(5), 1991-99. doi: 10.1152/jappl.2000.89.5.1991.

Weyand, P. G., Lin, J. E., & Bundle, M. W. (2006). Sprint performance-duration relationships are set by the fractional duration of external force application. *American journal of physiology-Regulatory, Integrative and Comparative physiology, 8*(3), 758-65. doi: 10.1152/ajpregu.00562.2005.