

Futbolcularda Maksimum Sprint Hızı, Maksimum Aerobik Hız, Anaerobik Hız Rezervi ve VO₂max Sonuçları ile Tekrarlı Sprint Performansları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Kesitsel Araştırma

Investigation of the Relationship Between Maximum Sprint Speed, Maximum Aerobic Speed, Anaerobic Speed Reserve and VO₂max Results and Repetitive Sprint Performances in Soccer Players: Cross-Sectional Research

¹Barışcan ÖZTÜRK^a, ²Hakan ENGİN^a, ³Bilgihan BÜYÜKTAŞ^a, ⁴Cenab TÜRKERİ^a

^aÇukurova Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Adana, Türkiye

Bu çalışma, 3. Uluslararası Atletik Performans & Sporda Sağlık Kongresi'nde (21-24 Ekim 2021, online) sözel olarak sunulmuştur.

ÖZET Amaç: Futbolcuların maksimum sprint hızı (MSH), maksimum aerobik hız (MAH), anaerobik hız rezervi (AHR) ve VO₂max sonuçları ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya 73 gönüllü erkek futbolcu katılmıştır. Araştırma 48 saat aralıkla 2 oturumdan oluşmuştur. İlk oturumda 10 m sürat testi ve 6x35 m tekrarlı sprint testi uygulanmıştır. İkinci oturumda ise Yo Yo-1 testi uygulanmıştır. 10 m ve Yo Yo-1 test sonuçları ile MSH, MAH, AHR ve VO₂max sonuçları hesaplanmıştır. Parametrelerin ilişkisi Pearson korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir. **Bulgular:** En iyi sprint zamanı ile MSH (r= -0,466), MAH (r= -0,354), AHR (r= -0,573) ve VO₂max (r= -0,360), ortalama sprint zamanı ile MSH (r= -0,371), MAH (r= -0,303), AHR (r= -0,459) ve VO₂max (r= -0,278), toplam sprint zamanı ile MSH (r= -0,503), MAH (r= -0,412), AHR (r= -0,567) ve VO₂max (r= -0,371), ideal sprint zamanı ile MSH (r= -0,465), MAH (r= -0,353), AHR (r= -0,571) ve VO₂max (r= -0,359) ve performans düşüş yüzdesi ile MSH (r= -0,264) ve AHR (r= -0,291) sonuçları arasında negatif ilişki bulunmuştur (p<0,05). **Sonuç:** Futbolcuların MSH, MAH, AHR ve VO₂max düzeyleri arttıkça tekrarlı sprint sürelerinin ve performans düşüş yüzdelерinin azaldığı, buna bağlı olarak da futbolcuların saha içerisinde yüksek yoğunluklu ve tekrarlı koşullardaki performanslarının artabileceği söylenebilir.

ABSTRACT Objective: To examine the relationship between maximum sprint speed (MSS), maximum aerobic speed (MAS), anaerobic speed reserve (ASR) and VO₂max results and repeated sprint performances in soccer players. **Material and Methods:** 73 volunteer male football players participated in the study. The research consisted of 2 sessions, 48 hours apart. In the first session, 10 m sprint test and 6x35 m repeated sprint test were applied. In the second session, Yo Yo-1 test was applied. 10 m and Yo Yo-1 test results and MSS, MAS, ASR and VO₂max results were calculated. The relationship of the parameters was determined by the Pearson correlation coefficient. **Results:** MSS (r= -0.466), MAS (r= -0.354), ASR (r= -0.573) and VO₂max (r= -0.360) with best sprint time, MSS with mean sprint time (r= -0.371), MAS (r= -0.303), ASR (r= -0.459) and VO₂max (r= -0.278), total sprint time and MSS (r= -0, 503), MAS (r= -0.412), ASR (r= -0.567) and VO₂max (r= -0.371), ideal sprint time and MSS (r= -0.465), MAS (r= -0.353), ASR (r= -0.571) and VO₂max (r= -0.359) and MSS (r= -0.264) and ASR (r= -0.291) with percentage of performance decline negative correlation was found between the results (p<0.05). **Conclusion:** It can be said that as the MSS, MAS, ASR and VO₂max levels of the football players increase, the repetitive sprint times and the performance decrease percentages decrease. In this case, it can be said that it can support the increase of the performance of the football players in high-intensity and repetitive runs in the field.

Anahtar Kelimeler: Futbol; maksimum aerobik hız; maksimum sprint hızı; anaerobik hız rezervi; VO₂max

Keywords: Soccer; maximum aerobic speed; maximum sprint speed; anaerobic speed reserve; VO₂max

Correspondence: Barışcan ÖZTÜRK
Çukurova Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Adana, Türkiye
E-mail: bariscan.ozturk.bc@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 18 Aug 2022

Received in revised form: 09 Jan 2023

Accepted: 21 Feb 2023

Available online: 13 Mar 2023

2146-8885 / Copyright © 2023 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Günümüzde teknolojik gelişmelere bağlı olarak hızla gelişen modern futbol anlayışı, artık çok daha hızlı, taktiksel, güce ve atletik performansın sahada bilimsel olarak yansıtılabildiği bir spor hâline dönüşmüştür. Sporcuların oyuna ayak uydurabilmesi için hızlı düşünmek, süratli olmak ve çabuk hareket etmek ve buna bağlı olarak performansında artış göstermesi beklenmektedir.¹ Oyun hızındaki artış, sporcuların sahada sergiledikleri performans yoğunluğunu da artırmıştır. Maç sırasındaki koşu mesafesi, sprint sayısı, sprint hızı gibi performans göstergelerinde kayda değer artışlar meydana gelmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, oyuncuların kat ettikleri mesafeler, yaptıkları hareketler, ortalama, maksimum hız düzeyleri, tekrarlı sprint ve sprint sürelerindeki yoğunlukların arttığı görülmektedir.²

Elit futbolcular, maç içinde ortalama olarak 10-20 m'lik 2-3 sn süren sprintler koşmaktadır.³ Bir futbolcu maç süresince 20-60 tekrar arasında sprint koşmaktadır. Bu koşulan sprintler müsabaka boyunca kat edilen mesafe içinde yaklaşık 700-1.000 m arasında gerçekleşmektedir.⁴ Oyuncunun tekrarlı sprint sonrası kısa sürede toparlanıp daha kaliteli sprintler koşması oyun içinde skoru etkilemektedir. Pozisyona bağlı olarak, hücum ya da savunma sırasında yapılacak tekrarlı sprintlerin skoru etkileyeceği göz önüne alındığında, futbol içinde tekrarlı sprint performansı büyük önem taşımaktadır.^{2,4} Futboldaki yüksek yoğunlukta yapılan tekrarlı sprint performansının oyun üzerindeki etkisi, spor bilimcileri, yüksek yoğunlukta yapılan tekrarlı sprintlerin futbolcularda aerobik ve anaerobik metabolizma üzerine olan etkisini incelemeye yöneltmiştir.

Futbolcularda tekrarlı koşu performansıyla aerobik ve anaerobik performans çıktıları arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok araştırma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda, aerobik ve anaerobik performans çıktıları ile tekrarlı sprint performansı arasındaki ilişki ayrı ayrı incelenmektedir. Papadaks ve ark., profesyonel futbolcuların aerobik performans çıktıları ile tekrarlı sprint performansları arasında ilişkiyi inceledikleri araştırmada, maksimum aerobik hız (MAH) değerleri ile ortalama sprint zamanı değerleri ($r=-0,34$) arasında negatif yönde anlamlı bir farklılık bulmuşlardır.⁵ Da Silva ve ark., Brezilyalı genç futbolcuların aerobik ve anaerobik performansları ile

tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi inceledikleri araştırmada, futbolcuların MAH değerleri ile ortalama sprint zamanı ($r=-0,38$) arasında negatif bir ilişki bulmuşlardır.⁶ Sander ve ark.'nın futbolcular üzerinde yürüttüğü araştırmada, futbolcuların ortalama sprint zamanı ($r=-0,69$) ile VO_2max arasında negatif bir ilişki bulunmuştur.⁷ Rampini ve ark.'nın profesyonel ve amatör futbolcuların tekrarlı sprint testindeki fizyolojik yanıtlarını karşılaştırdıkları araştırmada, futbolcuların ortalama sprint zamanı ($r=-0,45$) ile VO_2max arasında negatif yönde bir ilişki olduğu rapor edilmiştir.⁸ Buchheit, takım sporu yapan sporcular ile yaptığı çalışmada, ortalama sprint zamanı ($r=-0,58$) ile VO_2max arasında negatif bir ilişki bulmuştur.⁹ Buchheit ve Villeneuve'nın yaptığı araştırmada, ortalama ve en iyi sprint zamanıyla maksimum sprint hızı (MSH) arasında bir ilişki olduğu belirtilmiştir.¹⁰ Dardouri ve ark., aerobik ve anaerobik performansla tekrarlı sprint performansı arasındaki ilişkiyi inceledikleri araştırmada, sporcuların toplam sprint zamanı ($r=-0,68$) ve en iyi sprint zamanı ($r=-0,70$) ile anaerobik hız rezervi (AHR) arasında negatif bir ilişki bulmuşlardır.¹¹

Literatür incelendiğinde, çalışmalarda genellikle aerobik ve anaerobik performans göstergelerinden olan MSH, MAH, AHR ve VO_2max parametreleri ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi ayrı ayrı inceleyen araştırmalar da bulunmaktadır. Ancak yapılan araştırmalarda, futbolcuların MSH, MAH, AHR ve VO_2max düzeyleri ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi birlikte inceleyen araştırmalara ulaşılamamıştır. Bu bağlamda çalışmamız, futbolcuların MSH, MAH, AHR ve VO_2max sonuçları ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMA MODELİ

Futbolcularda MSH, MAH, AHR ve VO_2max sonuçları ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişki kesitsel araştırma modelinde gerçekleştirilmiştir.

KATILIMCILAR

Araştırmaya, Adana ilinde Süper Amatör Lig'de oynayan, spor yaşı $5,29 \pm 1,63$ yıl, yaşı $19,81 \pm 2,07$ yıl,

boyu 1,75±0,06 m, ağırlığı 71,06±5,79 kg olan toplam 73 gönüllü erkek futbolcu katılmıştır.

ARAŞTIRMA ETİĞİ

Araştırma ile ilgili prosedürler, Helsinki Deklarasyonu prensipleri 2008 etik standartlarına göre hazırlanmış ve araştırmanın etik kurul onayı Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 05.11.2021 tarih, 116-37 karar numarası ile alınmıştır.

VERİLERİN TOPLAMA ARAÇLARI

10 Metre MSH Testi: Sporcuların maksimal hızları 10 m sürat testi ile belirlenmiştir. Sporcu, 40 m uzunluğunda bir parkurda maksimum hızda koşmaya başlamış ve parkurun 30 ve 40'ncü metreleri arasına yerleştirilen fotosel cihazı ile son 10 m'yi geçiş süresi kayıt altına alınmıştır. Sporcunun 10 m kat ettiği süre baz alınarak saatteki hızı hesaplanmıştır.¹²

Tekrarlı Sprint Testi: Sporcuların 35 m'lik mesafeyi 6 kez maksimum hızda koşması istenmiştir. Her 35 m için 10 sn dinlenme süresi verilmiştir. Katılımcının koştuğu her 35 m, sn (0,01) cinsinden kaydedilmiştir. Sporcuların en iyi ortalama, toplam ve ideal sprint zamanları ile performans düşüş yüzdeleri belirlenmiştir.¹³ Sporcuların performans düşüş oranı **Şekil 1**'deki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level-1 (YIRT-1): Çalışmada, sporcuların aerobik dayanıklılıkları YIRT-1 testi ile belirlenmiştir. Test 20+5 m'lik mesafeden oluşmaktadır. Sporcular test alanına yerleştirilmiş 20 m'lik koşu alanını YIRT-1 sinyalle-

$$\text{Performans Düşüş Yüzdesi (\%): } 100 - \frac{\text{Toplam süre} \times 100}{\text{İdeal toplam zaman}} - 100$$

ŞEKİL 1: Performans düşüş oranı.¹³

rine göre gidiş-dönüş şeklinde koşmuşlardır. Sporcular, ilk sinyal sesi ile 10 km/s hızda teste başlamışlardır. İkinci sinyal sesiyle geriye dönüşü gerçekleştirilmiş ve 5 m'lik alanda dinlenme yapılmıştır. Her seviyede koşu hızı artarak test sürdürülmüştür. Üst üste 2 kez sinyal kaçıran sporcunun testi bitirilmiş ve koştuğu mesafe kayıt altına alınmıştır.^{14,15}

Maksimum Oksijen Tüketimi VO₂max (mL/kg/dk): Sporcuların VO₂max değerleri YIRT-1 testindeki koşu mesafesinden Bangsbo ve ark. tarafından oluşturulan **Şekil 2**'deki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.¹⁵

MAH (vVO₂max): Sporcuların vVO₂max değerleri YIRT-1 testindeki koşu mesafesinden **Şekil 2**'deki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.¹⁶

AHR: Sporcuların AHR değerleri MSS ve MAS değerleri ile **Şekil 2**'deki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.¹⁷

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Analizler, SPSS 22,0 (IBM Corporation, ABD) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. MSH, AHR, MAH, VO₂max ile tekrarlı sprint performansı arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir.

BULGULAR

Araştırmaya katılan futbolcuların demografik özellikleri **Tablo 1**'de gösterilmiştir.

Futbolcuların yaş ortalamaları 19,81±2,07 yıl, ağırlıkları 71,06±5,79 kg, boy uzunlukları 1,75±0,06 m, spor yaşları 5,29±1,63 yıl ve beden kitle indeksi (BKİ) değerleri 23,15±2,11 (kg/m²) olarak bulunmuştur (**Tablo 1**).

$$\begin{aligned} \text{VO}_2\text{max (mL/dk/kg)} &= \text{Koşulan mesafe (m)} \times 0,0084 + 36,4 \\ \text{Maksimal aerobik hız (m/sn)} &= 0,456250 \times (\text{koşulan mesafe (km)} + 3,617444) \\ \text{Anaerobik hız rezervi: MSH-MAH} \end{aligned}$$

ŞEKİL 2: VO₂max, MAH ve AHR denklemleri.

MSH: Maksimum sprint hızı; MAH: Maksimum aerobik hız; AHR: Anaerobik hız rezervi.

Araştırmaya katılan futbolcuların tekrarlı sprint performansları ve MSH, AHR, MAH ve VO₂max sonuçları **Tablo 2**'de gösterilmiştir.

Futbolcuların tekrarlı sprint performansları incelendiğinde, en iyi sprint zamanı 4,45±0,48 sn, ortalama sprint zamanı 5,19±0,57 sn, toplam sprint zamanı 30,42±3,95 sn, ideal sprint zamanı 26,72±2,91 ve performans düşüş yüzdeleri 13,27±5,82 olarak bulunmuştur. Futbolcuların MSH

22,27±3,86 km/s, AHR 7,96±4,38 km/s, MAH 16,20±1,12 km/s ve VO₂max 50,91±3,38 mL/kg/dk olarak bulunmuştur (**Tablo 2**).

Araştırmaya katılan futbolcuların tekrarlı sprint performansları ve MSH, AHR, MAH ve VO₂max sonuçları arasındaki ilişki **Tablo 3**'te gösterilmiştir.

MSH ile en iyi sprint zamanı (r=-0,466), ortalama sprint zamanı (r=-0,371), toplam sprint zamanı (r=-0,503), ideal sprint zamanı (r=-0,465) ve perfor-

TABLO 1: Futbolcuların demografik özellikleri.

	n	Minimum	Maksimum	X	ss
Yaş (yıl)	73	17,00	28,00	19,81	2,07
Ağırlık (kg)	73	48,00	91,00	71,06	5,79
Boy (m)	73	1,63	1,90	1,75	0,06
BKİ (kg/m ²)	73	17,42	27,59	23,15	2,11
Spor Yaşı (yıl)	73	2,00	9,00	5,29	1,63

BKİ: Beden kitle indeksi.

TABLO 2: Futbolcuların MSH, AHR, MAH ve VO₂max sonuçları ile tekrarlı sprint zamanları.

	n	Minimum	Maksimum	X	ss
En iyi sprint zamanı (sn)	73	3,60	5,55	4,45	0,48
Ortalama sprint zamanı (sn)	73	4,37	6,86	5,19	0,57
Toplam sprint zamanı (sn)	73	26,24	41,16	30,42	3,95
İdeal sprint zamanı (sn)	73	21,60	33,30	26,72	2,91
Performans düşüş yüzdesi (%)	73	2,82	33,06	13,27	5,82
MSH (km/s)	73	17,14	34,29	22,27	3,86
AHR (km/s)	73	2,05	18,80	7,96	4,38
MAH (km/s)	73	14,21	17,91	16,20	1,12
VO ₂ max (mL/kg/dk)	73	42,45	56,12	50,91	3,38

MSH: Maksimum sprint hızı; AHR: Anaerobik hız rezervi; MAH: Maksimum aerobik hız.

TABLO 3: Futbolcuların MSH, AHR, MAH ve VO₂max sonuçları ile tekrarlı sprint zamanları arasındaki ilişki.

		En iyi sprint zamanı (sn)	Ortalama sprint zamanı (sn)	Toplam sprint zamanı (sn)	İdeal sprint zamanı (sn)	Performans düşüş yüzdesi (%)
MSH (km/h)	r	-0,466**	-0,371**	-0,503**	-0,465**	-0,264*
	p	0,000	0,001	0,000	0,000	0,023
AHR (km/h)	r	-0,573**	-0,459**	-0,567**	-0,571**	-0,291*
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
MAH (km/h)	r	-0,354**	-0,303**	-0,412**	-0,353**	-0,181
	p	0,002	0,009	0,000	0,002	0,122
VO ₂ max (mL/kg/dk)	r	-0,360**	-0,278*	-0,371**	-0,359**	-0,110
	p	0,002	0,018	0,001	0,002	0,358

*p<0,05; **p<0,01; MSH: Maksimum sprint hızı; AHR: Anaerobik hız rezervi; MAH: Maksimum aerobik hız.

mans düşüş oranı ($r=-0,264$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). AHR 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 bulunmuştur ($p<0,05$). MAH ile en iyi sprint zamanı ($r=-0,354$), ortalama sprint zamanı ($r=-0,303$), toplam sprint zamanı ($r=-0,412$), ideal sprint zamanı ($r=-0,353$) arasında negatif ilişki bulunurken ($p<0,05$), performans düşüş oranı ile ($r=-0,181$) ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$). VO_2max ile en iyi sprint zamanı ($r=-0,360$), ortalama sprint zamanı ($r=-0,278$), toplam sprint zamanı ($r=-0,371$), ideal sprint zamanı ($r=-0,359$) arasında negatif ilişki bulunurken ($p<0,05$); performans düşüş oranı ile ($r=-0,110$) ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 3).

TARTIŞMA

Günümüzde futbolda oyun hızındaki artış sporcuların sahada sergiledikleri performans yoğunluğunu da artırmıştır. Bu durum, oyun içinde sıklıkla yapılan sprint sayısı, sprint hızı gibi performans göstergelerinde de kayda değer artışlar meydana getirmiştir. Oyun içinde yüksek yoğunlukta yapılan sprintler, oyunun gidişatına göre tekrarlı olarak da yapılmaktadır. Tekrarlı olarak yüksek yoğunlukta yapılan sprintler sırasında sporcunun toparlanıp yeniden sprint koşabilmesi, gelişmiş aerobik ve anaerobik enerji metabolizmasına ihtiyaç duyar. Futbolda yüksek yoğunlukta yapılan tekrarlı sprint koşularının oyun üzerindeki etkinliği, araştırmacıları tekrarlı sprint koşularının aerobik ve anaerobik metabolizma üzerine olan etkisini de incelemeye yöneltmiştir. Günümüzde futbol için önemli bir performans unsuru olarak kabul gören tekrarlı sprintler, kısa süreli dinlenme aralıkları içeren ve tekrarlı olarak maksimal sprint performansının ortaya konmasını sağlayan bir yetenek olarak tanımlanmaktadır.¹⁸⁻²⁰ Maç içerisindeki tekrarlı sprint koşularında hızın azalmasına bağlı olarak meydana gelen performans düşüşleri, bunu takiben tekrardan maksimal veya maksimale yakın sprintleri yineleyebilme becerisi, futbolda performansın önemli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir.⁴ Bu araştırma, futbolcuların MSH, MAH, AHR ve VO_2max sonuçları ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır.

MSH İLE TEKRARLI SPRINT ZAMANI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Yapılan çalışmada, futbolcuların tekrarlı sprint performansları incelendiğinde en iyi sprint zamanı $4,45\pm0,48$ sn, ortalama sprint zamanı $5,19\pm0,57$ sn, toplam sprint zamanı $30,42\pm3,95$ sn, ideal sprint zamanı $26,72\pm2,91$ ve performans düşüş yüzdeleri $13,27\pm5,82$ olarak bulunmuştur. Futbolcuların MSH'si ise $22,27\pm3,86$ km/s olarak bulunmuştur. Aybek ve ark., futbolcuların tekrarlı sprint performansını inceledikleri araştırmalarında, ortalama sprint zamanını $6,23$ sn olarak bulmuşlardır.²¹ Ziyagil ve İmamoğlu, sprint ortalama koşu süresini $6,58$ sn olarak bulmuştur.²² İmamoğlu ve ark., futbolcularda tekrarlı sprint testindeki ortalama sprint zamanını $6,52$ sn olarak bulmuşlardır.²³ Benzer şekilde Çayırtepe, ortalama sprint zamanını $7,45$ sn olarak bulmuştur.²⁴ Bu çalışmada elde edilen ortalama sprint zamanının incelenen çalışmalara göre daha iyi olduğu, sporcuların yaşı ve performans düzeyleri ile yapılan testin özellikleri gibi faktörlerin buna etken olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, MSH ile en iyi sprint zamanı ($r=-0,466$), ortalama sprint zamanı ($r=-0,371$), toplam sprint zamanı ($r=-0,503$), ideal sprint zamanı ($r=-0,465$) ve performans düşüş yüzdesi ($r=-0,264$) arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Yılmaz, 14-15 yaş grubu futbolcular üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada, tekrarlı sprint ile 30 m sürat performansı arasında ilişki olduğunu belirtmiştir.²⁵ Akılveren'in araştırmasında, futbolculara uygulanan tekrarlı sprint antrenmanlarının 30 m sürat testi üzerinde anlamlı fark yarattığı belirtilmiştir.²⁶ Buchheit ve Villeneuve'nın yaptığı çalışmada, ortalama ve en iyi sprint zamanı ile MSH arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmiştir.¹⁰ Futbola özgü maç analizleri, müsabakanın gidişatını değiştiren en önemli anların genellikle 10-30 m ya da 2-3 sn aralığındaki maksimal yoğunluklu sprintler olduğunu ortaya koymuştur.²⁷ Aktif olarak oynanan sürenin %0,5-3,0'ını kapsayan sprintler, toplam müsabakada koşulan, kat edilen mesafenin %1-11'ini oluşturmaktadır.¹⁴ Bu çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde, sporcuların maksimal hızda gerçekleştirildiği sprint performanslarının, başta tekrarlı

sprint performansı olmak üzere tüm sprint değerlerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Sporcuların sahadaki performanslarının en üst düzeyde sergilenebilmesi için tekrarlı sprintlerin çok önemli olduğu düşünüldüğünde, bu sprintlerin maksimum hızda uygulanmasının da takımın performansına olumlu katkı yapacağı söylenebilir.

AHR İLE TEKRARLI SPRINT ZAMANI ARASINDAKİ İLİŞKİ

AHR kavramı, spor bilimlerinde yeni bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Sporcunun AHR'si tipik olarak MSH ile VO_2max 'taki koşu hızı (MAH) arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. AHR, geniş ölçüde hem maksimum aerobik hem de anaerobik enerji kapasitelerinin bir kombinasyonu olarak tanımlanabilir.²⁸ AHR incelendiğinde, sporcunun vVO_2max değerinin üzerinde gerçekleşen faaliyetlerde ortaya çıktığı görülmektedir. Buna bağlı olarak, sporcunun oyun içinde MAH değerlerinin de üzerinde (supramaksimal yükte) gerçekleştirdiği faaliyetlerde karşımıza çıktığı söylenebilir.²⁸ Futbolun oyun yapısındaki değişimler oyun temposunu artırmıştır. Oyun içinde hücum ve savunma gereği sporcunun maksimal yük ve üzerinde faaliyetler sergilemesi gerekmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, AHR 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 yüzdesi ($r=-0,291$) arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0,05$). Selmi ve ark., futbolcuların ortalama ($r=-0,76$, $p=0,00$) ve en iyi sprint zamanları ($r=-0,79$, $p=0,00$) ile anaerobik hız rezervleri arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulmuşlardır.²⁹ Dardouri ve ark., aerobik ve anaerobik performans ile tekrarlı sprint performansı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, sporcuların toplam sprint zamanı ($r=-0,68$) ve en iyi sprint zamanı ($r=-0,70$) ile AHR arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulmuşlardır.¹¹ Stølen ve ark., bir futbol müsabakasında 4-6 sn'de bir değişen 1.000-1.400 m kadar kısa süreli aktiviteler uygulandığı ve bunların yaklaşık her 90 sn'de bir, kısa mesafe tekrarlı sprint olarak yapıldığını belirtmişlerdir.³⁰ Oyun içinde supramaksimal yükte yapılması önemli olan sprintlerin, en az dü-

zeyde performans kaybı ile yapılması oyundaki dengeleri değiştirebilmektedir. Özellikle kontra atakta, hücum anında ya da az sayıda adamla savunmada yakanma durumunda yapılan sprintler bunlara örnek olarak verilebilir. Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular ile bu çalışmada elde ettiğimiz bulgular birbirine yakındır. Tüm bunlar göz önüne alındığında, futbolcularda anaerobik hız rezervinin gelişmiş olmasının, futbolcuların oyun içindeki tekrarlı sprint performansını da artırabileceği ve beraberinde tekrarlı sprint sırasındaki performans düşüşünün en az düzeyde tutulabileceğini gösterebilir.

MAH İLE TEKRARLI SPRINT ZAMANI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Futbol, oyun yapısı gereği aralıklı olarak farklı hızlarda doğrusal, diyagonal ve yön değiştirme koşularının olduğu ve bu koşuları teknik ve taktik becerilerle birleştirerek uygulanan bir spordur. Belirtilen özelliklerin sahada iyi bir şekilde uygulanabilmesi, hem anaerobik hem de aerobik uygunluk niteliklerinin oldukça gelişmiş bir kombinasyonuyla mümkündür.^{30,31} Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar incelendiğinde, MAH ile en iyi sprint zamanı ($r=-0,354$), ortalama sprint zamanı ($r=-0,303$), toplam sprint zamanı ($r=-0,412$), ideal sprint zamanı ($r=-0,353$) arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunurken ($p<0,05$); performans düşüş yüzdesi ile ($r=-0,181$) negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$). Papadakis ve ark., profesyonel futbolcuların aerobik performans çıktıları ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, futbolcuların MAH değerleri ile ortalama sprint zamanı değerleri arasında ($r=-0,34$) negatif yönde anlamlı bir farklılık bulmuşlardır.⁵ Da Silva ve ark., Brezilyalı genç futbolcuların aerobik ve anaerobik performansları ile tekrarlı sprint performansları arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, futbolcuların MAH değerleri ile ortalama sprint zamanı arasında ($r=-0,38$) negatif yönde anlamlı bir ilişki bulmuşlardır.⁶ Buchheit ve Villanueva, futbolcular üzerine yaptıkları çalışmada, ortalama sprint zamanı ile MAH arasında bir ilişki olduğunu, ayrıca sporcunun MAH değerlerinin artmasının tekrarlı sprint performansında ortalama ve toplam sprint zamanı performansını da artıracaklarını belirtmişlerdir.¹⁰

Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar ile literatür incelendiğinde ortaya çıkan sonuçlar birbiriyle benzerlik göstermektedir. Oyun içerisinde futbolcuların yüksek yoğunlukta tekrarlı sprint koşuları yapması ve bir sonraki sprinti de aynı kalitede uygulaması müsabakanın gidişatında önemli rol oynamaktadır. Futbolcunun tekrarlı sprintlerindeki performans düşüşünün az olması, aerobik uygunluk düzeyinin gelişmiş olması, vVO_2max düzeyinde devamlı koşular yapabilmesiyle gerçekleşmektedir. Çünkü aerobik kapasite, bir sporcunun yüksek yoğunluklu eforlar arasında toparlanma ve böylece yorgunluğun başlamasını geciktirme yeteneğinde belirleyici bir faktördür.^{25,26} Fakat bu tek başına futbol gibi devamlı şekilde yüksek tempolu koşular olduğu sporlarda yeterli olmayabilir. Oyun sırasında futbolcuların minimum toparlanma ile daha yüksek rekabet seviyesinde, daha yüksek yoğunluklu koşular ve daha hızlı sprintler koşması gerekmektedir.³²⁻³⁵ Bu çalışmadaki bulgular ile literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, futbolcularda gelişmiş VO_2max ve vVO_2max kapasitelerinin sporcuların daha hızlı toparlanmasını sağlayarak tekrarlı sprint performanslarını pozitif yönde etkileyebileceği söylenebilir.

VO_2MAX İLE TEKRARLI SPRINT ZAMANI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Yapılan çalışmada, futbolcuların VO_2max değerleri incelendiğinde $50,91 \pm 3,38$ mL/kg/dk olarak bulunmuştur. VO_2max ile en iyi sprint zamanı ($r=-0,360$), ortalama sprint zamanı ($r=-0,278$), toplam sprint zamanı ($r=-0,371$), ideal sprint zamanı ($r=-0,359$) arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunurken ($p<0,05$); performans düşüş yüzdesi ile ($r=-0,110$) negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0,05$). Sanders ve ark.nın futbolcular üzerinde yürüttüğü araştırmalarında, futbolcuların ortalama sprint zamanı ($r=-0,69$) ile VO_2max değerleri arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.⁷ Rampinini ve ark., profesyonel ve amatör futbolcuların tekrarlı sprint testindeki fizyolojik yanıtlarını inceledikleri araştırmada, futbolcuların ortalama sprint zamanı ($r=-0,45$) ile VO_2max değerleri arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulmuşlardır.⁸ Buchheit, takım sporu yapan sporcular ile yaptığı çalışmasında, ortalama sprint zamanı ($r=-0,58$) ile VO_2max değer-

leri arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulmuştur.⁹ Literatürde yapılan araştırmalar ile bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar benzerlik göstermektedir. Tomlin ve Wenger'in yaptıkları araştırmada, daha yüksek aerobik kapasiteye sahip sporcuların yüksek yoğunluklu çalışmalar sırasında daha kısa sürede toparlanabildiğini, buna bağlı olarak tekrarlı sprintte gösterebilecekleri performansların düşük düzeyde aerobik kapasiteye sahip sporculardan daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.³² Elde edilen sonuçlar ve literatürde yapılan çalışmalara göre VO_2max değerlerinin yüksek olması durumunda sporcuların tekrarlı sprint performanslarının daha iyi sergilenebileceği, bunun sebebinin de yüksek aerobik kapasiteye sahip sporcuların daha hızlı toparlanabilmeleri olduğu söylenebilir.

SONUÇ

Oyun için önemli bir performans göstergesi olan yüksek yoğunlukta sergilenen tekrarlı sprint performansı ile MSH, AHR, MAH ve VO_2max değerleri arasında negatif yönde ilişki olduğu bulunmuştur. Buna bağlı olarak, futbolcuların maksimal hızda gerçekleştirdiği sprint performanslarının başta tekrarlı sprint performansı olmak üzere tüm sprint değerlerini olumlu yönde etkileyebileceği, gelişmiş AHR'nin oyun içindeki tekrarlı sprint performansını artırabileceği ve tekrarlı sprint sırasındaki performans kaybının da daha düşük düzeyde oluşmasını sağlayabileceği söylenebilir. Ayrıca gelişmiş VO_2max ve vVO_2max 'ın müsabakada futbolcuların minimum toparlanma süresi ile yüksek rekabet seviyesinde, yüksek yoğunluklu koşular ve sprintler koşabilmesini pozitif yönde etkileyebileceği söylenebilir. Bu bulgular doğrultusunda, futbolcuların performanslarını en üst düzeyde sergileyebilmesi için MAH, MSH ve AHR düzeylerinin belirlenip, yüksek yoğunlukta (özellikle VO_2max 'ın üzerinde) yapılacak olan dayanıklılık antrenman programlarına daha fazla yer vermeleri tavsiye edilebilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme

sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Barışcan Öztürk, Hakan Engin; **Tasarım:** Barışcan Öztürk, Hakan Engin, Bilgihan Büyüktaş; **Denetleme/ Danışmanlık:** Cenab Türkeri, Barışcan Öztürk; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Barışcan Öztürk, Hakan Engin, Bilgihan Büyüktaş; **Analiz ve/veya Yorum:** Barışcan Öztürk, Cenab Türkeri; **Kaynak Taraması:** Hakan Engin, Bilgihan Büyüktaş; **Makalenin Yazımı:** Barışcan Öztürk, Hakan Engin, Cenab Türkeri; **Eleştirel İnceleme:** Barışcan Öztürk, Cenab Türkeri; **Malzemeler:** Bilgihan Büyüktaş.

KAYNAKLAR

- O'Donoghue P. Repeated work activity in English FA Premier League soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 2005;2:46-80. [Crossref]
- Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*. 2007;28(3):222-7. [Crossref] [PubMed]
- Carling C, Le Gall F, Dupont G. Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *J Sports Sci*. 2012;30(4):325-36. [Crossref] [PubMed]
- Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*. 2005;35(12):1025-44. [Crossref] [PubMed]
- Papadakis L, Miltrotasios M, Patras K. Influence of aerobic endurance, sports speed and strength to repeated sprint performance in professional soccer players. *Biology of Exercise*. 2017;13(1):45-57. [Crossref]
- da Silva JF, Guglielmo LG, Bishop D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(8):2115-21. [Crossref] [PubMed]
- Sanders GJ, Turner Z, Boos B, Peacock CA, Peveler W, Lipping A. Aerobic capacity is related to repeated sprint ability with sprint distances less than 40 meters. *Int J Exerc Sci*. 2017;10(2):197-204. [PubMed] [PMC]
- Rampinini E, Sassi A, Morelli A, Mazzoni S, Fanchini M, Coutts AJ. Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2009;34(6):1048-54. [Crossref] [PubMed]
- Buchheit M. Repeated-sprint performance in team sport players: associations with measures of aerobic fitness, metabolic control and locomotor function. *Int J Sports Med*. 2012;33(3):230-9. [Crossref] [PubMed]
- Buchheit M, Mendez-Villanueva A. Changes in repeated-sprint performance in relation to change in locomotor profile in highly-trained young soccer players. *J Sports Sci*. 2014;32(13):1309-17. [Crossref] [PubMed]
- Dardouri W, Selmi MA, Sassi RH, Gharbi Z, Rebhi A, Yahmed MH, et al. Relationship between repeated sprint performance and both aerobic and anaerobic fitness. *J Hum Kinet*. 2014;40:139-48. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Al Haddad H, Simpson BM, Buchheit M, Di Salvo V, Mendez-Villanueva A. Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10(7):888-96. [Crossref] [PubMed]
- Wadley G, Le Rossignol P. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. *J Sci Med Sport*. 1998;1(2):100-10. [Crossref] [PubMed]
- Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*. 2003;21(7):519-28. [Crossref] [PubMed]
- Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*. 2008;38(1):37-51. [Crossref] [PubMed]
- Heaney N, Williams M, Lorenzen C, Kemp J. Comparison of a YOYO IR1 test and a VO2max test as a determination of training speeds and evaluation of aerobic power. *Australian Strength and Conditioning Association International Conference on Applied Strength and Conditioning, Australia: 2009-7;18:S1. Poster Presentation*. [Link]
- Mendez-Villanueva A, Buchheit M, Simpson B, Bourdon PC. Match play intensity distribution in youth soccer. *Int J Sports Med*. 2013;34(2):101-10. [Crossref] [PubMed]
- Andrzejewski M, Chmura P, Konefal M, Kowalczyk E, Chmura J. Match outcome and sprinting activities in match play by elite German soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(6):785-92. [Crossref] [PubMed]
- Mi-ano-Espin J, Casáis L, Lago-Pe-as C, Gómez-Ruano MÁ. High Speed Running and Sprinting Profiles of Elite Soccer Players. *J Hum Kinet*. 2017;58:169-76. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Stone KJ, Oliver JL. The effect of 45 minutes of soccer-specific exercise on the performance of soccer skills. *Int J Sports Physiol Perform*. 2009;4(2):163-75. [Crossref] [PubMed]
- Aybek S, Ağaoğlu YS, Ağaoğlu A, Eker H. Amatör futbolcuların tekrarlı sprint testi ile yorgunluk ve toparlanma düzeylerinin belirlenmesi [Determining the fatigue and recovery level of amateur soccer players with repetitive sprints]. *Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve spor Yüksekokulu Spormetre Dergisi*. 2004;2(4):171-7. [Crossref]
- Ziyagil MA, İmamoğlu O. Tekrarlı sprintlerin erkek ve bayan futbolcuların ortalama sürat ve dakika kalp atım sayılarına etkileri. İzmir: II Futbol ve Bilim Kongresi, Program ve Bildiri Özet Kitapçığı; 2000. p.13, 16-8. [Link]
- İmamoğlu O, Çebi M, Yıldız M. U15 futbolcularında ardışık sprint, sıçrama ve bacak kuvvetleri ilişkilerinin araştırılması [The research of consecutive sprint, jump and leg strength relationships in U15 football players]. *The Journal*. 2018;11(58):913-8. [Crossref]
- Çayırtepe B. Yıldız ve genç erkek futbolcuların tekrarlı sprint zamanları, yorgunluk indeksleri ile toparlanma durumlarının belirlenmesi. [Yüksek lisans tezi]. Sakarya: Sakarya Üniversitesi; 2018. Erişim tarihi: 22.06.2023. [Link]
- Yılmaz M. 14-15 yaş grubu futbolcularda tekrarlı sprint ve patlayıcı kuvvet antrenmanlarının sürat ve vücut kompozisyonuna etkisinin incelenmesi. [Yüksek lisans tezi]. Kütahya: Kütahya Dumlupınar Üniversitesi; 2019. Erişim tarihi: 22.06.2023. [Link]
- Akılveren E. Futbolda yüksek şiddetli interval antrenman ve tekrarlı sprint antrenmanlarının aerobik performans üzerine etkisinin incelenmesi. [Yüksek lisans tezi]. Antalya: Akdeniz Üniversitesi; 2018. Erişim tarihi: 22.06.2023. [Link]

27. Girard O, Mendez-Villanueva A, Bishop D. Repeated-sprint ability-part I: factors contributing to fatigue. *Sports Med.* 2011;41(8):673-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Bundle MW, Weyand PG. Sprint exercise performance: does metabolic power matter? *Exerc Sport Sci Rev.* 2012;40(3):174-82. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Selmi MA, Al-Haddabi B, Yahmed MH, Sassi RH. Does maturity status affect the relationship between anaerobic speed reserve and multiple sprint sets performance in young soccer players? *J Strength Cond Res.* 2020;34(12):3600-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med.* 2005;35(6):501-36. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med.* 2007;28(3):228-35. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med.* 2001;31(1):1-11. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):584-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(11):1925-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjørkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than mode-rate training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(4):665-71. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]