

Genç Futbolcularda Sirkadiyen Ritmin Bazı Performans Parametreleri Üzerine Akut Etkisi: İlişkisel Çalışma

Acute Effect of Circadian Rhythm on Some Performance Parameters in Young Football Players: Relational Study

Halit EGESÖY^a, Ayşegül YAPICI^a, Selman SÖNMEZ^a, Yılmaz YÜKSEL^b

^aPamukkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi, Denizli, Türkiye

^bSerbest Antrenör, İstanbul, Türkiye

ÖZET Amaç: Belli aralıklarla belirli bir zaman biriminde düzenli olarak tekrarlanan değişimlere biyolojik ritim adı verilmektedir. Bunun yanında, bir güneş günü içinde meydana gelen döngüsel değişimler de sirkadiyen ritim olarak ifade edilmektedir. Sirkadiyen ritmin özellikle sporcuların performansları üzerinde önemli etkiler gösterdiği belirtilmektedir. Bu çalışma, genç futbolcularda sirkadiyen ritmin sıçrama, sprint ve çeviklik parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Bir amatör takımda futbol oynayan; yaş, antrenman yaşı, vücut ağırlığı ve boy uzunlukları sırasıyla 12,33±0,69 yıl, 2,33±1,07 yıl, 45,08±7,86 kg, 154,21±6,78 cm olan toplam 24 erkek sporcu çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar, 3 farklı gün ve zaman diliminde (saat: 09:00, 14:00 ve 19:00) sırasıyla aktif sıçrama, 20 m sprint ve zig-zag çeviklik testlerine katılmışlardır. Elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programında tekrarlı ölçümlerde varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. **Bulgular:** Çalışma verilerinin analizi sonucunda, katılımcıların saat 09:00'da alınan sıçrama değerleri ile 14:00 ve 19:00'da alınan değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunurken ($p<0,05$), saat 14.00 ve 19.00'da alınan test sonuçları karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Katılımcıların günün farklı zaman dilimlerinde alınan 20 m sprint değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Çeviklik test sonuçlarına göre ise saat 19:00'da alınan çeviklik değerleri ile 09.00'da alınan çeviklik değerleri arasında anlamlı derecede bir farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). **Sonuç:** Gün içindeki farklı zaman dilimlerinin katılımcıların sıçrama ve çeviklik performansları üzerine etkisi olduğu görülürken, 20 m sprint performansı üzerine ise anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

ABSTRACT Objective: Changes that are regularly repeated at certain intervals within a certain unit of time are called biological rhythms. In addition, cyclic changes that occur within a solar day are also referred to as circadian rhythm. It is stated that circadian rhythm has significant effects especially on the performance of athletes. This study was conducted to investigate the effect of circadian rhythm on jumping, sprinting and agility parameters in young football players. **Material and Methods:** Twenty-four young male football players playing soccer in amateur team participated in this study voluntarily (age: 12.33±0.69 years, training year: 2.33±1.07 years, weight: 45.08±7.86 kg, height: 154.21±6.78 cm). Participants respectively participated in active jump, 20 m sprint and zig-zag agility tests on 3 different days and time periods (09:00, 14:00 and 19:00). The obtained data were analyzed using the analysis of variance in repeated measurements in the SPSS 22.0 package program. **Results:** As a result of the analysis of the study data, there was a statistically significant difference between the jump values taken at 09:00 and the values taken at 14:00 and 19:00 ($p<0.05$), when the test results taken at 14.00 and 19.00 were compared. It was determined that there was no statistically significant difference between them ($p>0.05$). There was no statistically significant difference between the 20 m sprint values of the participants at different times of the day ($p>0.05$). According to the agility test results, a significant difference was found between the agility values taken at 19:00 and 09.00 ($p<0.05$). **Conclusion:** It was observed that different time periods during the day had an effect on the jumping and agility performances of the participants, while it did not have a significant effect on the 20 m sprint.

Anahtar Kelimeler: Sirkadiyen ritim; performans; genç futbolcu; futbol

Keywords: Circadian rhythm; performance; junior soccer players; soccer

Günümüzde profesyonel olarak yapılan spor branşlarında, gerek antrenörler gerekse sporcular optimal performans gelişimi için psikoloji, tıp ve bilimle daha fazla ilgi duymaya başlamışlardır. Antrenörler, sporcuların performans gelişimlerine katkıda bulunabilmek adına performans etkileyen tüm fak-

törleri dikkate almak durumundadırlar.¹ Sporcuların bireysel özelliklerinin dikkate alınarak antrenman planlamasının yapılması, onların performans gelişimlerine katkıda bulunabilir. Her bireyi benzersiz kılan faktörlerden biri, doğuştan gelen sirkadiyen ritmidir.²

Correspondence: Halit EGESÖY

Pamukkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi, Denizli, Türkiye

E-mail: hegesoy1@hotmail.com



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

Received: 19 Aug 2022

Received in revised form: 27 Jan 2023

Accepted: 02 Feb 2023

Available online: 21 Feb 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/>).

Sirkadiyen, Latince kökenli olup (circa diem), yaklaşık 24 saat anlamına gelen bir kelimedir.³ Belli aralıklarla belirli bir zaman biriminde düzenli olarak tekrarlanan değişimlere biyolojik ritim adı verilmektedir. Bunun yanında, bir güneş günü içinde meydana gelen döngüsel değişimler de sirkadiyen ritim olarak ifade edilmektedir.^{4,5} Yapılan başka bir tanıma göre 24 saatlik bir periyotta düzenli olarak tekrarlanan ve çok çeşitli fizyolojik sistemlere etki gösteren biyolojik olaylar da sirkadiyen ritim olarak adlandırılmaktadır.^{6,7}

Sirkadiyen ritmin özellikle sporcuların performansları üzerinde önemli etkiler gösterdiği belirtilmektedir.⁵ Sporcular, gün içinde birçok fizyolojik değişimler yaşamaktadır. Sporcuların kan basıncı, vücut ısısı, hormon salgısı ve besinlerin enerji metabolizması gibi sahip oldukları birtakım özellikler, 24 saatlik zaman diliminde farklılık göstermektedir.⁸ Performansa etki eden birçok parametre, vücut ısısında meydana gelen sirkadiyen değişimleri takip etmektedir. Sirkadiyen ritmin en önemli değişkeni vücut ısısıdır. Bu faktör, sirkadiyen ritmin belirleyicisi olarak kabul edilmektedir.⁹

Spor performansına etki eden birçok parametrede sirkadiyen ritim ile ilişkili birçok değişim meydana gelmektedir.¹⁰ Literatürde konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, sirkadiyen ritmin gün içinde farklı zaman aralıklarında kısa süreli atletik performans üzerinde bazı etkileri olduğu tespit edilmiştir.^{11,12} Bununla birlikte, öğleden sonra ve akşamüstü saatlerde esnekliğin, kas kuvvetinin ve patlayıcı kuvvetin en yüksek değerlere ulaştığı yönünde araştırma bulguları mevcuttur.^{5,13} Bu performans parametrelerindeki artış, fizyolojik, psikolojik ve metabolik ritimler arasındaki senkronizasyonun bir sonucu olarak açıklanmaktadır.¹⁴

Egzersiz performansı, anaerobik egzersiz kapasitesi ve bacağın diz ekstansör kaslarının izometrik torku, gün içinde birtakım değişimler göstermekte ve akşamın saatlerinde (16:00-18:00 arası) zirve seviyelere ulaşmaktadır.^{13,15} Bu doğrultuda, sporcuların kısa süreli optimal performanslarının günün sabah ve öğleden sonraki saatlerinde maksimum değerlere ulaştığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir.¹⁵ Yüksek yoğunluklu kısa süreli egzersizlerde (örneğin kas

gücü, sprint) gün içinde yaşanan değişimler, test edilen popülasyon, kas grupları ve deneysel tasarım gibi faktörlerden etkilenmektedir.¹⁶

Literatürde, sirkadiyen ritmin sporcuların bazı performans parametreleri üzerinde akut etkileri olduğu görülmektedir. Antrenörlerin antrenmanları planlarken sirkadiyen ritim etkisini de dikkate alarak bir planlama yapması önemlidir. Konuyla ilgili literatürde, sirkadiyen ritmin elit sporcuların performansları üzerindeki etkisini inceleyen birçok çalışma olduğu görülmüştür. Fakat sirkadiyen ritmin genç futbolcuların performansları üzerindeki etkisinin incelendiği bilimsel çalışmaların yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple bu çalışmanın bilimsel literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bilgiler kapsamında yapılan çalışmanın amacı, genç futbolcularda sirkadiyen ritmin gün içindeki 3 farklı zaman diliminde sıçrama, sprint ve çeviklik parametreleri üzerine etkisinin incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMA GRUBU

Araştırmaya, bir amatör futbol takımının U-12 ve U-13 kategorilerinde futbol oynayan (yaş: 12,33±0,69 yıl, antrenman yılı: 2,33±1,07 yıl, boy uzunluğu: 154,21±6,78 cm, vücut ağırlığı: 45,08±7,86 kg) toplam 24 erkek gönüllü sporcu katılmıştır.

Araştırma grubunda yer alan katılımcıların öncelikle yaş, antrenman yaşı, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı değerleri kaydedilmiştir. Ardından katılımcılar randomize bir şekilde 3 farklı gruba (A, B ve C) ayrılmıştır. Her grupta yer alan katılımcılar, 3 farklı günde (pazartesi, çarşamba, cuma) günün farklı zamanlarında literatürle de benzerlik gösteren 09:00, 14:00 ve 19:00 saatlerinde sırasıyla aktif sıçrama, 20 m sprint ve zig-zag testlerine katılmışlardır (Tablo 1).¹⁰

TABLO 1: Çalışma planlaması.

Grup/gün	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
A grubu (n=8)	09:00	14:00	19:00
B grubu (n=8)	14:00	19:00	09:00
C grubu (n=8)	19:00	09:00	14:00

Literatürde, katılımcılara aynı gün içinde çok fazla sayıda (toplam 9 test) test uygulanması durumunda, katılımcıların yeterli dinlenme/toparlanma imkânlarının olmayacağı ve motivasyon kaybı yaşayabilecekleri ve bu durumda test sonuçlarını etkileyebileceği bildirilmektedir.¹⁰ Bu sebeple mevcut çalışmada yer alan testler farklı günlerde uygulanmıştır. Katılımcılara, her test öncesi 5 dk'lık düşük şiddetli koşu ve stretching egzersizlerinden oluşan standart bir ısınma protokolü uygulanmıştır. Katılımcılar, araştırmanın amacı ve uygulanacak değerlendirme yöntemleri hakkında bilgilendirilmiş ve tüm katılımcılardan "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" alınmıştır.

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 16.08.2022 tarihli, E-60116787-020-244642 sayılı izni ile Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

ARAŞTIRMANIN PLANLANMASI

Yapılan çalışmanın planlaması **Tablo 1**'de gösterilmiştir.

VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Antropometrik Ölçümler

Araştırmaya katılan sporcuların vücut ağırlığı çıplak ayakla 0,1 kg hassaslıkta SECA marka (Vogel, Almanya) baskülle ölçülmüştür. Sporcuların boy ölçümü ise 0,1 m hassasiyete sahip olan SECA marka boy skalası ile alınmıştır. Alınan değerler "cm" ve "kg" cinsinden kaydedilmiştir.

Vücut Sıcaklığı

Katılımcıların dinlenik oral vücut sıcaklıkları dijital termometre ile $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle (Omron Eco Temp Smart, Japonya) ölçülmüştür.

Dinlenik Kalp Atım Hızı

Kalp atım sayıları ölçümleri Polar RS 400 (Polar Electro, Finlandiya) marka cihaz kullanılarak alınmıştır. Dinlenik kalp atım sayısı, sporcu sırtüstü yatar pozisyonda 15 dk hareketsiz şekilde yattıktan sonra alınmıştır. Polar göğüs bandı ile kalp atım hızları 2 dk'lık süreçte izlenmiş ve ortalama değer kaydedilmiştir.

Sıçrama Testi: Aktif Sıçrama Testi (Counter Movement Jump)

Bu çalışmada yer alan tüm katılımcıların sıçrama performansları, "Counter Movement Jump" protokolü ile belirlenmiştir.¹⁷ Katılımcıların test değerleri, sıçrama matı kullanılarak alınmıştır. Katılımcılardan, sıçrama matı üzerinde elleri bellerinde, dizleri bükülü olacak şekilde en yükseğe sıçramaları istenmiştir. Katılımcılar 3 deneme yapmışlar ve en iyi dereceleri "cm" cinsinden kaydedilmiştir.

Sprint Testi: 20 m Sprint

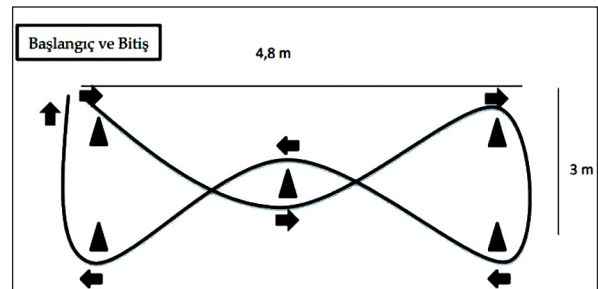
Katılımcıların sprint performansını test etmek için Fusion Sport markasına ait (Fusion sports Smartspeed™ PRO fotosel, Fusion Sport, Queensland, Avustralya) fotosel cihazı kullanılmıştır. Katılımcılar 3 tekrar olacak şekilde standart bir ısınma protokolü sonrası çıkış pozisyonu ile 20 m sprint gerçekleştirdi. Ölçümler arasında ortalama 3 dk dinlenme süresi verildi. Katılımcıların en iyi skor değeri "sn" cinsinden kaydedilmiştir.

Çeviklik Testi: Zig-Zag Testi

Katılımcıların çeviklik performansları, zig-zag testi ile belirlenmiştir. Test alanı, uzun kenarı 4,86 m mesafede bir işaret hunisi, kısa kenarı 3,04 m mesafede işaret hunisi ve merkeze konulmuş bir işaret hunisiyle oluşturulmuştur (**Şekil 1**).¹⁸ Katılımcılar, testi kendi iradeleriyle başlatıp bitirmişlerdir. Katılımcılar testi 2 defa uygulamışlar ve her bir test arasında 3 dk'lık bir dinlenme verilmiştir. Elde edilen en iyi derece "sn" cinsinden değerlendirmeye alınmıştır.

VERİLERİN ANALİZİ

Tüm veriler ortalama ve standart sapma değerleri ile ifade edilmiştir. Tüm verilerin normallik sınaması



ŞEKİL 1: Zig-zag testi.

Shapiro Wilk analizi ile test edilmiştir. Verilerin normal dağıldığı tespit edildiğinden, sporcuların seçili parametrelerinin analizi tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile yapılmıştır. Anlamlı fark elde edildiğinde farkın hangi zaman diliminden kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla Bonferroni post hoc analizi uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

BULGULAR

Katılımcılara ait tanımlayıcı veriler **Tablo 2**'de gösterilmiştir.

Katılımcıların gün içindeki 3 farklı zaman dilimindeki performans değerleri **Tablo 3**'te gösterilmiştir.

Tablo 3'e bakıldığında, günün 3 farklı zaman diliminde katılımcıların vücut sıcaklığı, kalp atım hızı

ve 20 m sprint performans değerlerinde anlamlı bir değişim bulunmamıştır ($p>0,05$). Fakat katılımcıların aktif sıçrama ($F=9,12$, $p=0,00$) ve çeviklik değerlerinde ($F=3,10$, $p=0,05$) sirkadiyen ritmin istatistiksel olarak anlamlı bir etki gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Bonferroni post hoc analizi sonucuna göre yapılan aktif sıçrama testinde, katılımcıların 09:00-14:00 saatlerinde alınan değerleri ($p=0,004$) ile saat 09:00 ve 19:00'da alınan değerleri ($p=0,001$) arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcıların saat 09.00'da alınan çeviklik değerlerinin de saat 19.00'da alınan değerlerinden ($p=0,04$) istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olduğu belirlenmiştir.

TARTIŞMA

Yapılan mevcut çalışmada, katılımcıların günün farklı zamanlarında alınan vücut sıcaklığı, kalp atım hızı ve 20 m sprint performans değerlerinde anlamlı bir değişim olmadığı saptanırken, aktif sıçrama ve çeviklik performans değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu gözlenmiştir (**Tablo 3**).

Bu çalışmada, vücut sıcaklığında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da bir sirkadiyen ritim etkisi tespit edilmiştir. Katılımcıların vücut sıcaklık değer-

TABLO 2: Katılımcılara ait tanımlayıcı veriler.

Değişkenler	Ortalama±SS	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	12,33±0,69	12,00	14,00
Boy uzunluğu (cm)	154,21±6,78	146,00	168,10
Vücut ağırlığı (kg)	45,08±7,86	33,15	62,55
Antrenman yaşı (yıl)	2,33±1,07	1,00	4,00

SS: Standart sapma.

TABLO 3: Katılımcıların 3 farklı zaman dilimindeki performans değerleri ve fark tablosu.

Değişkenler	Günün zamanı (saat)	Ortalama±SS	F	p değeri	Fark
Vücut sıcaklığı (°C)	1. gün 09.00	34,33±0,97	0,46	0,078	
	2. gün 14.00	35,22±0,85			
	3. gün 19.00	36,41±0,88			
Dinlenik kalp atım hızı (atım/dk)	1. gün 09.00	94,83±12,27	0,36	0,70	
	2. gün 14.00	94,13±9,02			
	3. gün 19.00	96,79±12,45			
Aktif sıçrama (cm)	1. gün 09.00	30,48±5,66	9,12	0,00*	1-2 ($p=0,004$)
	2. gün 14.00	24,23±4,82			3 ($p=0,001$)
	3. gün 19.00	25,21±5,81			
20 m sprint (s)	1. gün 09.00	3,97±0,32	0,61	0,55	
	2. gün 14.00	4,04±0,36			
	3. gün 19.00	3,94±0,34			
Çeviklik (s)	1. gün 09.00	8,47±0,67	3,10	0,05*	1-3 ($p=0,04$)
	2. gün 14.00	8,21±0,71			
	3. gün 19.00	7,98±0,57			

* $p<0,00$ / $p<0,05$. SS: Standart sapma.

lerinde 2,08°C'lik bir artış olduğu ve en yüksek değerine akşam saatlerinde ulaştığı belirlenmiştir.

İnsan sirkadiyen ritminin en önemli göstergelerinden birinin vücut ısısı olduğu bilinmektedir. Vücut ısısı genellikle öğleden sonraki saatlerde zirve değerine ulaşmaktadır.¹⁹⁻²⁵ İlgili literatürde, spor müsabakalarında kırılan rekorların genellikle vücut sıcaklığının da yüksek olduğu akşamüstü saatlerinde gerçekleştiği bildirilmektedir.^{13,20,22,26-28} Atkinson tarafından genç bisiklet sporcuları üzerinde yapılan bir çalışmada, sporcuların öğleden sonra ve akşam saatlerindeki 16 km'lik yarış performanslarının sabahki performanslarına göre daha iyi olduğu rapor edilmiştir.²⁶ Baxter ve Reilly tarafından yapılan bir başka çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yüzücüler üzerinde yapılan çalışmada, sporcuların öğleden sonra ve akşamüstü yapılan yarışmalardaki 100 m ve 400 m derecelerinin sabah seanslarındaki derecelere göre daha iyi olduğu bildirilmiştir.²⁹

Vücut ısısında meydana gelen 1-2°C'lik artışlar, bireylerin kalp atım sayısı ve katekolamin miktarında bir artışa neden olmaktadır.^{20,30} Ayrıca bu artışla birlikte; bireylerin metabolik ve nöromusküler sistem fonksiyonlarında da önemli değişimler meydana gelmektedir. Bu duruma bağlı olarak artan glikoliz ve glikojenoliz hızı, sinir ileti hızı, kas kuvveti ve eklem hareketliliğinin performans üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir.^{21,31,32}

Vücut sıcaklık değerlerinde 1-2°C'lik meydana gelen artışlar, bireylerin kalp atım sayılarında bazı artışlara neden olmaktadır. Bunun yanında, kalbin bir atımda ve 1 dk'da pompaladığı kan hacimlerinde bazı değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler, sporcuların performanslarında artışlara neden olmaktadır.^{22-25,28,32} Literatürde konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, katılımcıların dinlenik kalp atım sayılarının en yüksek değerlerinin saat 18:00'de, en düşük değerlerinin ise saat 08:00'de olduğu rapor edilmiştir.¹⁸ Bu sonuçlar, yaptığımız çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Yapılan çalışmada, katılımcıların dinlenik kalp atım sayılarının en yüksek değerlerinin saat 19:00'de olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcıların günün farklı zamanlarında alınan kalp atım hızı değerlerinde bazı değişimler görüle de bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bunun nedeni, sporcu-

ların yaş olarak küçük olmaları, antrenman deneyimlerinin olmamaları olabilir.

Kısa süreli (1 dk veya daha az) yapılan egzersizlerde, sirkadiyen ritimlerin varlığı tartışmalıdır ve yapılan egzersiz türüne ve test edilen kas grubuna bağlı olarak değişmektedir. Bunun yanında, ölçülen kas grubundan veya kasılma hızından bağımsız olarak kas kuvveti, akşamın erken saatlerinde sürekli olarak zirveye ulaşır.^{22,24,25} Kısa süreli performans, kısa süreli (10-30 sn) maksimal ergometre testleri kullanılarak da değerlendirilebilir. Hill ve Smit'in çalışmalarında, modifiye edilmiş wingate testi kullanılarak, günün farklı saatlerinde (03:00, 09:00, 15:00 ve 21:00) katılımcıların anaerobik güç ve kapasiteleri test edilmiştir. Katılımcıların öğleden sonra ölçülen tepe ve ortalama güç çıktılarının, gece yarısı ölçülen değerlerinden anlamlı derece yüksek olduğu bildirilmiştir.³⁰ Dinç ve Hayta tarafından yapılan bir çalışmada, sedanter bireylerde günün farklı zaman dilimlerinde ölçülen dikey sıçrama performans değerlerinin anlamlı olarak farklılık gösterdiği rapor edilmiştir.²³

İşler tarafından yapılan bir diğer çalışmada, katılımcıların anaerobik performanslarındaki sirkadiyen değişimler incelenmiştir. Katılımcılara uygulanan aktif sıçrama ve wingate testleriyle katılımcıların anaerobik performans üzerinde sirkadiyen ritim etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu etkinin oral vücut sıcaklığındaki değişimle benzer olmadığı rapor edilmiştir.⁴

Lericollais ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, anaerobik güç testi sırasında gözlemlenen saat 18:00'deki zirve ve ortalama güç değerlerinin, saat 06:00'deki değerlerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir.²⁴ Racinais ve ark., tarafından yapılan bir çalışmada, katılımcılara sabah (07:00-09:00 arası) ve öğleden sonra (17:00-19:00 arası) nötr ve orta dereceki ortam sıcaklığında, skuat sıçrama ve aktif sıçrama testleri uygulanmıştır. Araştırmacılar, katılımcıların ölçümler sırasındaki hava sıcaklığına bağlı olarak gün içindeki farklı zaman periyotlarından etkilendiğini belirlemişlerdir. Ayrıca ılık ve nemli hava şartlarının sporcuların kassal performanslarındaki günlük değişimi körelttiğini ve ortam sıcaklığının etkisinin zamana bağlı olarak değiştiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca katılımcıların sabah alınan

skuat ve aktif sıçrama performans değerlerinin öğleden sonraya göre anlamlı derecede yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.²⁵ Bu çalışmanın bulguları, yaptığımız çalışmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Yapılan çalışmada, katılımcıların sabah 09:00'da alınan test değerlerinin saat 14:00 ve 19:00'da alınan değerlere göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sabah ölçülen aktif sıçrama değerlerinin saat 14.00 ve 19.00'da alınan değerlere göre anlamlı olarak daha yüksek çıkması, bireylerin dinlenik olmasının, glikojen ve kreatin fosfat depolarının dolu olmasının bir sonucu olarak açıklanabilir.

Katılımcıların, günün farklı zamanlarında alınan 20 m sprint değerlerinde anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Literatürde yapılan çalışmaların bulgularının çelişkili olduğu görülmüştür.

Pullinger ve ark.nın yaptığı çalışmada, sabah (07:30) ve akşam (17:30) saatlerinde katılımcılara koşu bandında 30 sn'lik dinlenme aralıkları ile 10x3 sn'lik tekrarlı sprint testi uygulanmıştır. Araştırmacılar, katılımcıların kat edilen mesafe, zirve güç, ortalama güç, zirve hız ve ortalama hız değerlerinin sabah saatleri ile kıyaslandığında akşam saatlerinde daha yüksek değerde olduğunu rapor etmişlerdir.³³

Bunun yanında, Bernard ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada, sirkadiyen ritmin günün farklı zaman dilimlerinde alınan sprint değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir.³¹ Ayrıca Chtourou ve ark. tarafından elit judocular üzerinde yapılan çalışmada, sporcuların kısa süreli tekrarlı sprint performansları test edilmiş ve elde edilen parametrelerin günün saatinden etkilenmediği ortaya konmuştur.³² Bu sonuçlar, çalışmanın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Deschenes ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada, optimal performansın, egzersizin yapıldığı günün zaman dilimleri arasında farklılık gösterdiği, ancak bu değişimin hareket hızına bağlı olarak gerçekleştiği bildirilmiştir.²² Sprint gibi yüksek şiddet uygulanan kısa süreli egzersizlerde, günlük sirkadiyen değişimlerin kas gruplarına, deneysel tasarıma ve test edilen popülasyona bağlı olarak %3-21,2 arasında farklılık gösterdiği rapor edilmiştir.¹⁶

Yapılan çalışmada, katılımcıların 20 m sprint performans değerlerinde günün farklı zamanları ara-

sında anlamlı bir fark çıkmamasının sebebi; uygulanan test protokollerinin farklı olması, katılımcıların yeterli antrenman deneyimine sahip olmamaları ve koşu mekaniğini iyi bilmemeleri olarak açıklanabilir.

Katılımcıların günün farklı zamanlarında alınan çeviklik değerleri arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada, katılımcıların saat 19:00'daki performans değerlerinin saat 09:00'da alınan değerlere göre anlamlı olarak iyi olduğu belirlenmiştir. Sabah saatlerindeki düşük performans, genellikle akşam saatlerine göre daha düşük olan vücut ısısına bağlanmaktadır. Vücut ısısı, öğleden sonra zirve değerine ulaşmaktadır.^{18,28} Vücut ısısındaki artış, bireylerin adrenerejik aktivitelerinde artışa ve glikoliz enzimlerindeki artışa bağlı olarak da glikolizin hızlanmasına ve bu durumda sporcularda performansın artışına neden olmaktadır.^{18,20,22}

Literatürde, sirkadiyen ritmin yaşla olan ilişkisini inceleyen araştırmaların sınırlı sayıda oldukları belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, ilerleyen yaşa bağlı olarak organizmadaki biyolojik değişimlerin hızında düşüşler meydana geldiği, fizyolojik bütünlüğün bozulduğu ve bunun sonucunda fiziksel performansta bazı kayıplar görüldüğü rapor edilmiştir.^{34,35} Bunun nedeni, ilerleyen yaşla birlikte sirkadiyen ritim ile ilgili mekanizmalardaki sinirsel birtakım faktörlerde meydana gelen değişimler olarak açıklanmaktadır.³⁴ Konuyla ilgili farklı yaş gruplarındaki fareler ile yapılan bir çalışmada, ilerleyen yaş ile sirkadiyen sistem arasındaki ilişki incelenmiş ve farelerde yaşla birlikte sirkadiyen uyumun azaldığı rapor edilmiştir.³⁴

Literatürde, sirkadiyen ritmin performans üzerindeki etkisini araştıran çalışmaların bulgularının çelişkili oldukları görülmüştür. Bazı çalışmalarda, sirkadiyen ritmin bazı performans parametreleri üzerindeki etkisi belirlenmişken, bazı çalışma bulgularında ise böyle bir etkinin görülmediği rapor edilmiştir.^{23,25,29-32} Sporcuların optimal performanslarını etkileyen uyku düzeyi, beslenme, stres, hormonal yanıtlar gibi birçok faktör bulunmaktadır.^{6,17,26,27,32} Bu faktörlerin her birinin sirkadiyen ritim üzerinde nasıl bir etkisi olduğu tam olarak ortaya konamamıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda bu etkile-

rin araştırılması, sirkadiyen ritmin performans üzerinde etkilerinin anlaşılmasına katkıda bulunacaktır.

SONUÇ

Bu çalışma, genç futbolcularda sirkadiyen ritmin gün içindeki 3 farklı zaman diliminde sıçrama, sprint ve çeviklik parametreleri üzerine etkisini incelenmek amacıyla yapılmıştır.

Yapılan çalışmada, katılımcıların günün farklı zamanlarında alınan vücut sıcaklığı, kalp atım hızı ve 20 m sprint performans değerlerinde anlamlı bir değişim olmadığı saptanırken, aktif sıçrama ve çeviklik performans değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu gözlenmiştir. Katılımcıların saat 09.00'da alınan çeviklik değerlerinin de saat 19.00'da alınan değerlerinden ($p=0,04$) istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olduğu belirlenmiştir.

ÖNERİLER

Sirkadiyen ritim konusunda yapılan çalışmalarda, özellikle öğleden sonra ve akşam üzeri uygulanan egzersizlerin sportif performansa olumlu katkı sağladığı ifade edilmektedir. Fakat egzersiz modeli, yoğunluğu, şiddeti, süresi sirkadiyen ritmin etki mekanizmasını farklılaştırmaktadır. Bu nedenle antrenman seansları, her sporcu için günün en uygun zamanına göre planlanmalıdır.

Spor bilimciler, antrenörler ve sporcuların, insanın biyolojik yapısı ve çevresel etkenlerden kaynaklanan bu ritmik değişkenlikleri dikkate almaları önerilmektedir. Ayrıca ileride yapılacak olan çalışmaların, farklı yaş grubundaki sporcularla günün farklı zaman aralıklarında ve farklı performans parametrelerinin test edilerek yapılması tavsiye edilmektedir.

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: Halit Egesoy, Ayşegül Yapıcı; **Tasarım:** Halit Egesoy, Selman Sönmez; **Denetleme/Danışmanlık:** Halit Egesoy, Ayşegül Yapıcı; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Halit Egesoy, Selman Sönmez, Yılmaz Yüksel; **Analiz ve/veya Yorum:** Halit Egesoy, Ayşegül Yapıcı; **Kaynak Taraması:** Halit Egesoy, Selman Sönmez, Yılmaz Yüksel; **Makalenin Yazımı:** Selman Sönmez, Yılmaz Yüksel; **Eleştirel İnceleme:** Halit Egesoy, Ayşegül Yapıcı.

KAYNAKLAR

- Currell K, Jeukendrup AE. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med.* 2008;38(4):297-316. [Crossref] [PubMed]
- Roenneberg T, Kuehne T, Juda M, Kantermann T, Allebrandt K, Gordijn M, et al. Epidemiology of the human circadian clock. *Sleep Med Rev.* 2007;11(6):429-38. [Crossref] [PubMed]
- Akbay GD. Sirkadiyen ritim ve obezite [Circadian rhythm and obesity]. *Cumhuriyet Üniv Sağlık Bil Enst Derg.* 2020;5(2):83-90. [Link]
- İşler KA. Anaerobik performansa sirkadiyen değişimlerin incelenmesi [Evaluation of circadian rhythms in anaerobic performance]. *Spor Bil Derg.* 2005;16(4):174-84. [Link]
- Ayala V, Martínez-Bebia M, Latorre JA, Gimenez-Blasi N, Jimenez-Casquet MJ, Conde-Pipo J, et al. Influence of circadian rhythms on sports performance. *Chronobiol Int.* 2021;38(11):1-15. [Crossref] [PubMed]
- Hatfield DL, Nicoll JX, Kraemer WJ. Effects of circadian rhythm on power, force, and hormonal response in young men. *J Strength Cond Res.* 2016;30(3):725-32. [Crossref] [PubMed]
- Postolache TT, Gulati A, Okusaga OO, Stiller JW. An introduction to circadian endocrine physiology: implications for exercise and sports performance. In: Hackney A, Constantini N, eds. *Endocrinology of Physical Activity and Sport.* 3rd ed. Humana (Cham): Contemp Endocr; 2020. p.363-90. [Crossref]
- Reilly T, Bambaiechi E. Methodological issues in studies of rhythms in human performance. *Biol Rhythm Res.* 2003;34(4):321-36. [Crossref]
- Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, Reilly T. Circadian rhythms in sports performance—an update. *Chronobiol Int.* 2005;22(1):21-44. [Crossref] [PubMed]
- Gauthier A, Davenne D, Martin A, Van Hoeck J. Time of day effects on isometric and isokinetic torque developed during elbow flexion in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84(3):249-52. [Crossref] [PubMed]
- Guette M, Gondin J, Martin A. Time-of-day effect on the torque and neuromuscular properties of dominant and non-dominant quadriceps femoris. *Chronobiol Int.* 2005;22(3):541-58. [Crossref] [PubMed]

12. Callard D, Davenne D, Gauthier A, Lagarde D, Van Hoecke J. Circadian rhythms in human muscular efficiency: continuous physical exercise versus continuous rest. A crossover study. *Chronobiol Int.* 2000;17(5):693-704. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
13. Bellastella G, De Bellis A, Maiorino MI, Paglionico VA, Esposito K, Bellastella A. Endocrine rhythms and sport: it is time to take time into account. *J Endocrinol Invest.* 2019;42(10):1137-47. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
14. Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D. Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *Int J Sports Med.* 2004;25(1):14-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
15. Nicolas A, Gauthier A, Michaut A, Davenne D. Effect of circadian rhythm of neuromuscular properties on muscle fatigue during concentric and eccentric isokinetic actions. *Isokinet Exerc Sci.* 2007;15(2):117-29. [[Crossref](#)]
16. Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, Franco-Márquez F, Yá-ez-García JM, González-Badillo JJ. Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *J Strength Cond Res.* 2017;31(1):196-206. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Bailey SL, Heitkemper MM. Circadian rhythmicity of cortisol and body temperature: morningness-eveningness effects. *Chronobiol Int.* 2001;18(2):249-61. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Chmura P, Van Gent MM, Rokita A, Chmura J. Assessment of sprinting skill of soccer players based on straight and zig-zag sprint tests. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation.* 2018;40(1):85-95. [[Link](#)]
19. Rosa JP, Rodrigues DF, Silva A, de Moura Simim MA, Costa VT, Noce F, et al. 2016 Rio Olympic Games: can the schedule of events compromise athletes' performance? *Chronobiol Int.* 2016;33(4):435-40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Waterhouse J, Atkinson G, Reilly T, Jones H, Edwards B. Chronophysiology of the cardiovascular system. *Biol Rhythm Res.* 2007;38(3):181-94. [[Crossref](#)]
21. Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from high-intensity exercise. *Chronobiol Int.* 2006;23(5):1009-24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Deschenes MR, Sharma JV, Brittingham KT, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Chronobiological effects on exercise performance and selected physiological responses. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998;77(3):249-56. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Dinç N, Hayta Ü. Sirkadiyen ritmin anaerobik güç üzerine etkisinin incelenmesi [Investigation of the effect of circadian rhythm on anaerobic power]. *Gaziantep Üniv Spor Bil Derg.* 2018;3(4):77-86. [[Crossref](#)]
24. Lericollais R, Gauthier A, Bessot N, Sesboüé B, Davenne D. Time-of-day effects on fatigue during a sustained anaerobic test in well-trained cyclists. *Chronobiol Int.* 2009;26(8):1622-35. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Racinais S, Hue O, Blonc S. Time-of-day effects on anaerobic muscular power in a moderately warm environment. *Chronobiol Int.* 2004;21(3):485-95. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. *Sports Med.* 1996;21(4):292-312. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Reilly T, Waterhouse J. Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role? *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(3):321-32. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Martin L, Doggart AL, Whyte GP. Comparison of physiological responses to morning and evening submaximal running. *J Sports Sci.* 2001;19(12):969-76. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Baxter C, Reilly T. Influence of time of day on all-out swimming. *Br J Sports Med.* 1983;17(2):122-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
30. Hill DW, Smith JC. Circadian rhythm in anaerobic power and capacity. *Can J Sport Sci.* 1991;16(1):30-2. [[PubMed](#)]
31. Bernard T, Giacomoni M, Gavarry O, Seymat M, Falgairette G. Time-of-day effects in maximal anaerobic leg exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998;77(1-2):133-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Chtourou H, Engel FA, Fakhfakh H, Fakhfakh H, Hammouda O, Ammar A, et al. Diurnal variation of short-term repetitive maximal performance and psychological variables in elite judo athletes. *Front Physiol.* 2018;9:1499. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
33. Pullinger SA, Brocklehurst EL, Iveson RP, Burniston JG, Doran DA, Waterhouse JM, et al. Is there a diurnal variation in repeated sprint ability on a non-motorised treadmill? *Chronobiol Int.* 2014;31(3):421-32. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. López-Otín C, Blasco MA, Partridge L, Serrano M, Kroemer G. The hallmarks of aging. *Cell.* 2013;153(6):1194-217. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
35. Manfredini R, Manfredini F, Fersini C, Conconi F. Circadian rhythms, athletic performance, and jet lag. *Br J Sports Med.* 1998;32(2):101-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]