

## Genç Sporcularda Diurnal Değişkenliğin Yüksek Şiddetli Egzersiz Sonrası Toparlanmaya Etkisi

### *The Effect of Diurnal Variation on Young Athletes Recovering from High-Intensity Exercises*

M. Ali ÖZÇELİK\*  
Alpay GÜVENÇ\*\*

**Öz:** Bu çalışmanın amacı, genç sporcularda yüksek şiddetli yüklenme ve sonrasındaki toparlanma yanıtlarında diurnal değişkenlik etkisinin incelenmesidir. Araştırmaya en az 2 yıl antrenman geçmişi olan 27 erkek sporcu katılmıştır. Sporcuların anaerobik performansları her bir test ayrı bir günde olmak üzere günün beş farklı zaman diliminde (08.<sup>00</sup>-09.<sup>00</sup>;10.<sup>00</sup>-11.<sup>00</sup>;12.<sup>00</sup>-13.<sup>00</sup>;15.<sup>00</sup>-16.<sup>00</sup>;17.<sup>00</sup>-18.<sup>00</sup>) Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT) ile değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, dinlenik, WAnT sırasında ve sonrasındaki toparlanmanın 21 dakikası boyunca olmak üzere kalp atım hızı (KAH), oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub>), vücut sıcaklığı ve ortalama kan basıncı yanıtları belirlenmiştir. Tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi sonucunda, WAnT'de kaydedilen KAH ve vücut sıcaklığı yanıtlarının akşamüstü saatlerine göre sabah saatlerinde anlamlı ölçüde daha düşük gerçekleştiği belirlenmiştir (p<0.05). Günün beş farklı zamanında kaydedilen dinlenik değerler, anaerobik performans düzeyleri ve birçok toparlanma değerlerine ilişkin zamanlar arasında anlamlı ölçüde farklılık yoktur (p>0.05). Ancak bunlara ilişkin ortalama değerler dikkate alındığında, kaydedilen anaerobik performans düzeyi, dinlenik ve toparlanmaya ilişkin KAH, VO<sub>2</sub> ve vücut sıcaklığı yanıtlarının akşamüstü saatlere göre sabah saatlerinde daha düşük değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte KAH toparlanma oranı da akşamüstü saatlere göre sabah saatlerinde daha fazladır. Sonuç olarak, yüksek şiddetli egzersiz performansı akşamüstü daha yüksek olma eğilimi gösterirken, toparlanma yanıtları sabah saatlerinde daha fazla olma eğilimindedir.

**Anahtar sözcükler:** Toparlanma, Diurnal Değişkenlik, Anaerobik Performans, Egzersiz

**Abstract:** This study examines the effect of diurnal variation on the recovery of young athletes following high-intensity exercise. Twenty-seven male athletes with at least 2 years of training experience participated in this study. Anaerobic performance was assessed at five different times of day (08.<sup>00</sup>-09.<sup>00</sup>;10.<sup>00</sup>-11.<sup>00</sup>;12.<sup>00</sup>-13.<sup>00</sup>;15.<sup>00</sup>-16.<sup>00</sup>;17.<sup>00</sup>-18.<sup>00</sup>) using the Wingate Test (WAnT) with each test performed on a different day. The heart rate (HR), oxygen consumption (VO<sub>2</sub>), body temperatures and mean arterial blood pressure values were also recorded while at rest, during WAnT and during the 21-minutes of recovery period. Repeated ANOVA test results showed the HR and body temperature responses to WAnT were significantly lower in the morning than in the early-evening (p<0.05). Both anaerobic performance, the resting, and most of the recovery values did not vary significantly between different times of day (p>0.05). However, when mean values were considered, anaerobic performance, the resting and recovery values of HR, VO<sub>2</sub> and body temperature were slightly lower in the morning than in the early evening. Moreover, the recovery rates of HR were slightly higher in the morning. In conclusion, it was shown that high-intensity exercise performance tended to be higher in the early evening hours, but that the rate of recovery from high-intensity exercise tended to be higher in the morning hours.

**Keywords:** Recovery, Diurnal Variation, Anaerobic Performance, Exercise

\* Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Rekreasyon Böl., Antalya. aliozcelik@akdeniz.edu.tr

\*\* Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Böl., Antalya. guvenc@akdeniz.edu.tr

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalında, Doç. Dr. Alpay GÜVENÇ danışmanlığında bitirilmiş olan Mehmet Ali ÖZÇELİK'in Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir.

Bütün canlı varlıklar gibi insan organizması da zamanın değişimiyle birlikte oluşan çevresel farklılıklara göre, değişkenlik içerisinde (Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Reilly 2009; Rosa 2016). Belirli bir zaman diliminde ve belli aralıklarla ardışık olarak tekrar eden döngüsel değişkenliklere biyolojik ritim denir. Biyolojik ritimlerin etkilerini ve biyolojik ritimleri yöneten etkenleri araştıran bilim dalı ise kronobiyojodir. Kronobiyojoda bir güneş günüyle ilişkili olarak oluşan karanlık aydınlık döngüsüne ve buna ilişkin değişkenliklere sirkadiyen ritim denilmektedir (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997). İnsan organizmasının bütün fonksiyonlarının ayarlanmasında ritmik değişkenlikler önemlidir ve bunlardan en bilinen ve etkin olanı 24 saat süren, düzenli bir biyolojik ritim olan sirkadiyen ritimdir (Atkinson & Reilly 1996; Reilly 2009; Rosa 2016). Vücut fonksiyonlarını kontrol eden ve ayarlayan endokrin sistem günlük bir salınım sergilemekte ve fizyolojik, psikolojik ve bilişsel fonksiyonlarda sirkadiyen ritim nedeniyle gün içerisinde değişkenlikler gözlenmektedir (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Rosa 2016). Başka bir deyişle, sirkadiyen ritme bağlı olarak tüm vücut fonksiyonları da gün içi ya da diurnal değişkenlikler ve salınımlar içerisinde (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Rosa 2016). Bu bağlamda, diurnal ya da gün içi salınımların sportif performans düzeyi üzerinde de etkili olduğunu ve birçok fiziksel performans bileşeninin gün içerisinde değişkenlik sergilediğini gösteren çok sayıda bilimsel araştırma bulunmaktadır (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Reilly 2009; Rossi 2015; Thun 2015; Cristancho 2016; Ghattassi 2016; Rosa 2016).

Sportif performansta biyolojik ritimlerin önemi; antrenmanların planlanması, dönemlenmesi ve organize edilmesinde, müsabakalarının programlanmasında ve müsabaka amaçlı saat dilimi farklılıklarının olduğu meridyenler arası uzun yolculuklarda adaptasyonun sağlanması ile ilgili olarak ele alınmış ve araştırılmıştır (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Reilly 2009; Hatfield, Nicoll & Kraemer 2016; Rosa 2016). Birçok sportif performans bileşeninin gün içerisinde zirve yaptığı dönemler, genellikle vücut sıcaklığına ilişkin günlük ritimle ve vücut sıcaklığının en yüksek olduğu saatlerle örtüşmektedir (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Reilly 2009; Rosa 2016). Diğer taraftan fiziksel performansın zirve yaptığı zaman aralıkları da bireyler arasındaki kronotip farklılıklarına göre değişkenlik sergileyebilmektedir (Rossi 2015; Rosa 2016). İlgili literatürde, spor müsabakalarında kırılan rekorlarının genellikle vücut sıcaklığının da yüksek olduğu akşamüstü saatlerinde gerçekleştiği bildirilmektedir (Callard 2001; Rosa 2016). Bununla birlikte öğleden sonra ve akşamüstü saatlerde esnekliğin, kas kuvvetinin ve patlayıcı kuvvetin en yüksek değerlere ulaştığı yönünde araştırma bulguları mevcuttur (Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Callard 2001; Reilly 2009; Rosa 2016). Buna benzer pek çok bulgu, performans üzerindeki zamana bağlı değişkenliklerin vücut sıcaklığındaki günlük ritimle eşzamanlı olarak seyrettiğini göstermektedir (Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Rosa 2016). Bütün bunlar sirkadiyen ritmin sportif performansa etkisini ortaya koymakta ve spor bilimciler, antrenörler ve sporcuların insanın biyolojik yapısı ve çevresel etkenlerden kaynaklanan bu ritmik değişkenlikleri dikkate alması gerektiğini göstermektedir.

Diğer taraftan antrenmandan beklenen etki; yüklenme, yenilenme ve kronik uyum ya da adaptasyonun bir ürünüdür. Buradan da anlaşılacağı üzere doğru yüklenme ve yüklenmeye verilen yanıtlar kadar, buna uygun düşen dinlenme ve yenilenme süreçleri de önemlidir. Yüklenme sonrası ve müsabaka sonrası toparlanma dönemi, bir sonraki yüklenmenin ne zaman yapılacağını belirlediği kadar, bir sonraki yüklenmenin kalite özelliğini de belirlemektedir. Bu durum toparlanma sürecinin hem sporcular için hem de antrenmanı planlayanlar açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Ancak literatürde yer alan biyolojik ritimlerle, özellikle

de sirkadiyen ritimle ilgili olarak, diurnal değişkenliklerin sportif performans bileşenleri üzerindeki etkilerini inceleyen çok sayıdaki çalışmada, farklı yüklenme yöntemlerine verilen yanıtlardaki değişimler ele alınmıştır. Diğer bir deyişle, kronobiyojik çalışmalar yüklenmeye verilen yanıtlardaki değişkenlikler üzerinde odaklanmıştır (Hill & Smith 1991; Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Deschodt & Arsac 2004; Souissi 2004; Nicolas 2008; Reilly 2009; Rossi 2015; Thun 2015; Cristancho 2016; Ghattassi 2016; Hatfield, Nicoll & Kraemer 2016; Rosa 2016). Yüklenme sonrası toparlanma sürecine ilişkin olarak diurnal değişimlerin incelendiği bilimsel araştırma sayısı ise oldukça azdır (Güneş 1998; Güvenç 2004; Nicolas 2007; Waterhouse 2007; Morris 2009). Yukarıda belirtilen gerekçelerden dolayı, yüklenme ve yüklenme sonrasındaki toparlanma sürecine ilişkin diurnal değişkenliğin incelendiği bu çalışmanın mevcut literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı, yüksek şiddetli kısa süreli yüklenme yanıtlarında ve sonrasındaki toparlanma döneminde diurnal değişkenliklerin incelenmesidir.

## Yöntem

### Araştırma Grubu

Araştırmaya yaşları 18 – 22 yıl arasında değişen ve en az 2 yıldır düzenli antrenman yapan 27 sağlıklı erkek sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmaya katılan sporcuların spor dallarına göre dağılımı ise Futbol (n=13), Basketbol (n=6), Hentbol (n=4), Atletizm (n=2) ve Güreş (n=2) şeklindedir. Araştırma grubunu oluşturan katılımcılar, Beden Eğitimi Spor Yüksekokulu öğrencileri ve öğrenci adayları arasından vücut kütle indeksi 18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup> aralığında ve gönüllü olarak araştırmaya katılmak isteyip, en az 2 yıl antrenman yaşına sahip olanlardan oluşturulmuştur. Ayrıca araştırma grubunu oluşturan sporculara çalışma hakkında daha önceden ayrıntılı bilgi verilmiş ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyenlerden onam formu alınmıştır.

### Araştırma Düzeni

Bu çalışmada takip edilen araştırma düzeni Fig. 1’de görülmektedir. Buna göre, araştırmaya katılan sporcular rastgele yöntemle oluşturulmuş grup 1 (G<sub>1</sub>), grup 2 (G<sub>2</sub>) ve grup 3 (G<sub>3</sub>) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Fig. 1’de de görüldüğü gibi her bir farklı grubu oluşturan denekler ikiyeşerli halde değişken ve döngüsel olarak her biri farklı saatlerde ve farklı günlerde olmak üzere gün içi 5 farklı saatte aynı ölçümlere alınmışlardır. Bu şekilde, araştırma düzeni olarak kronobiyojik çalışmalarında sıklıkla kullanılan (Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997) transfer araştırma düzeni kullanılmıştır (Fig.1).

Rastgele Yöntemle Oluşturulmuş Gruplar															
n=27															
G <sub>1</sub> - G <sub>2</sub> - G <sub>3</sub>															
	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>
	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün	5.Gün	6.Gün	7.Gün	8.Gün	9.Gün	10.GÜN	11.Gün	12.Gün	13.Gün	14.Gün	15.Gün
08:00-09:00	G <sub>1</sub> (1.2.)	G <sub>2</sub> (1.2.)	G <sub>3</sub> (1.2.)	G <sub>1</sub> (3.4.)	G <sub>2</sub> (3.4.)	G <sub>3</sub> (3.4.)	G <sub>1</sub> (5.6.)	G <sub>2</sub> (5.6.)	G <sub>3</sub> (5.6.)	G <sub>1</sub> (7.8.)	G <sub>2</sub> (7.8.)	G <sub>3</sub> (7.8.)	G <sub>1</sub> (9.10.)	G <sub>2</sub> (9.10.)	G <sub>3</sub> (9.10.)
10:00-11:00	G <sub>1</sub> (3.4.)	G <sub>2</sub> (3.4.)	G <sub>3</sub> (3.4.)	G <sub>1</sub> (1.2.)	G <sub>2</sub> (1.2.)	G <sub>3</sub> (1.2.)	G <sub>1</sub> (9.10.)	G <sub>2</sub> (9.10.)	G <sub>3</sub> (9.10.)	G <sub>1</sub> (5.6.)	G <sub>2</sub> (5.6.)	G <sub>3</sub> (5.6.)	G <sub>1</sub> (7.8.)	G <sub>2</sub> (7.8.)	G <sub>3</sub> (7.8.)
12:00-13:00	G <sub>1</sub> (5.6.)	G <sub>2</sub> (5.6.)	G <sub>3</sub> (5.6.)	G <sub>1</sub> (7.8.)	G <sub>2</sub> (7.8.)	G <sub>3</sub> (7.8.)	G <sub>1</sub> (1.2.)	G <sub>2</sub> (1.2.)	G <sub>3</sub> (1.2.)	G <sub>1</sub> (9.10.)	G <sub>2</sub> (9.10.)	G <sub>3</sub> (9.10.)	G <sub>1</sub> (3.4.)	G <sub>2</sub> (3.4.)	G <sub>3</sub> (3.4.)
15:00-16:00	G <sub>1</sub> (7.8.)	G <sub>2</sub> (7.8.)	G <sub>3</sub> (7.8.)	G <sub>1</sub> (9.10.)	G <sub>2</sub> (9.10.)	G <sub>3</sub> (9.10.)	G <sub>1</sub> (3.4.)	G <sub>2</sub> (3.4.)	G <sub>3</sub> (3.4.)	G <sub>1</sub> (1.2.)	G <sub>2</sub> (1.2.)	G <sub>3</sub> (1.2.)	G <sub>1</sub> (5.6.)	G <sub>2</sub> (5.6.)	G <sub>3</sub> (5.6.)
17:00-18:00	G <sub>1</sub> (9.10.)	G <sub>2</sub> (9.10.)	G <sub>3</sub> (9.10.)	G <sub>1</sub> (5.6.)	G <sub>2</sub> (5.6.)	G <sub>3</sub> (5.6.)	G <sub>1</sub> (7.8.)	G <sub>2</sub> (7.8.)	G <sub>3</sub> (7.8.)	G <sub>1</sub> (3.4.)	G <sub>2</sub> (3.4.)	G <sub>3</sub> (3.4.)	G <sub>1</sub> (1.2.)	G <sub>2</sub> (1.2.)	G <sub>3</sub> (1.2.)

G<sub>1</sub> = Grup 1                      (1.2.) = Birinci ve İkinci Denek                      (7.8.) = Yedinci ve Sekizinci Denek  
 G<sub>2</sub> = Grup 2                      (3.4.) = Üçüncü ve Dördüncü Denek                      (9.10.) = Dokuzuncu ve Onuncu Denek  
 G<sub>3</sub> = Grup 3                      (5.6.) = Beşinci ve Altıncı Denek

Fig. 1. Araştırma Düzeni

Fig. 1’de de görüldüğü üzere ölçümler transfer araştırma düzenine uygun olacak şekilde, 08:00-09:00, 10:00-11:00, 12:00-13:00, 15:00-16:00 ve 17:00-18:00 saatlerinde olmak üzere günün 5 farklı zamanında tekrar edilmiştir. Bu tip bir araştırma düzeninin kullanılmasıyla birlikte; ölçümlerin her defasında tamamlanması gereken 1 saatlik zaman diliminin dışına çıkılmaması ve ölçüm saatlerinin hassas bir şekilde ayarlanması, her bir deneğin ölçümler arasında 72 saat dinlendirebilmesi ve yeterli toparlanmanın sağlanması, her bir ölçüm saatine ilk olarak alınan denek grubunun farklı olmasıyla birlikte testlerde öğrenme etkisinin azaltılması sağlanmıştır. Diğer taraftan bu araştırma başlangıçta 30 sporcu ile başlatılmış ancak tekrar eden ölçümlerin 3 sporcuda tam olarak alınamaması nedeniyle araştırma 27 sporcu ile tamamlanmıştır.

## Verilerin Toplanması

### Antropometrik Özellikler

Boy uzunluğu ölçümleri stadiometre (Holtain Ltd. UK) kullanılarak  $\pm 1$  mm hata ile deneğin vücut ağırlığı iki ayağa eşit olarak dağılmış, topuklar birleşik ayaklar çıplak ve baş Frankfort düzleminde iken yapılmıştır. Vücut ağırlığı  $\pm 0.1$  kg hata ile ve vücut yağ yüzdesi (VYY), yağsız vücut kütlesi (YVK) ve toplam vücut suyu (TVS) ölçümleri denekler hafif ağırlıkta giysili (şort, atlet) ve ayaklar çıplak şekilde biyoelektrik impedans analizi (Tanita TBF-300, Japan) ile gerçekleştirilmiştir. Vücut kitle indeksi (VKİ) değerleri; “vücut ağırlığı (kg) / boy uzunluğu ( $m^2$ )” eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Biyoelektrik impedans analizi ölçümleri sırasında üretici firmanın tavsiye ettiği standart prosedürler dikkate alınmış, ayakların konulduğu çelik skala nemli bir bezle silinerek iletkenlik artırılmış ve ölçümden önce bireylerden 2 saat süreyle bir şey yememeleri ve boşaltım gereksinimlerini karşılamaları, test öncesi sıvı tüketmemeleri istenmiştir. Vücut ağırlığı ölçümleri her bir deneğe yapılmış olan 5 farklı ölçümde de tekrarlanmış ve anaerobik performans testinde uygulanan test yükleri deneğin o günkü vücut ağırlığına göre hesaplanmıştır.

### Kısa Süreli ve Yüksek Şiddetli Yüklenme Protokolünün Uygulanması



**Fig. 2.** Solunum Ölçüm Sistemi Kalibrasyonu

**Ön Hazırlıklar:** Yüklenme protokolü öncesi hazırlık safhasında solunum ölçüm sistemi (Sensor Medics Vmax Spectra 229v, USA) için gerekli kalibrasyonlar (referans gaz ve insprasyon-eksprasyon kalibrasyonu) üretici firmanın kullanım kılavuzunda açıkladığı prosedürlere uyularak ve belirtilen sıklıklarda yapılmıştır (Fig. 2). Kalibrasyon ve ölçümlerden en az 30 dakika önce sistem çalıştırılarak solunum ölçüm cihazının elektrodunun ısınması sağlanmıştır. Yüklenme protokolünün uygulanması için laboratuvar aynı oda sıcaklığında (20-23 C°) ve nem miktarında (% 50'nin üzerinde olmayacak şekilde)

hazırlanmıştır. Test öncesi denek uygulanacak protokol ile ilgili ayrıntılı bir şekilde bilgilendirilmiştir. Daha sonra dinlenik ölçümleri alınmak üzere, öncelikle kalp atım hızı bilgilerini kayıt ve monitörize etmek için unipolar özellikte olan 12 kanallı kardiyovasvüler derivasyonları monitörize edebilen (Cardisoft ECG GE systems Corina 2003, GER) elektrokardiyografi cihazının elektrotları deneğin üzerine; 1. elektrot sternumun sağ dördüncü interkostal aralık ile kesiştiği yere, 2. elektrot sternumun sol dördüncü interkostal aralık ile kesiştiği yere, 4. elektrot sol midklavikuler hattın beşinci interkostal aralık ile kesiştiği yere, 3. elektrot 2. ve 4. elektrotların arasına, 5. elektrot ön koltuk çizgisinin beşinci interkostal aralık ile kesiştiği yere ve 6. elektrot

arka koltuk çizgisinin beşinci interkostal aralık ile kesiştiği yere gelmesi sağlanacak şekilde hassas bir biçimde yerleştirilmiştir (Fig. 3). Solunum ölçümleri için öncelikle cihazla birlikte kurulan Vmax yazılımına ölçüm yapılacak deneğin vücut ağırlığı, yaşı, cinsiyeti ve ırksal özellikleri girildikten sonra deneğin yüzüne uygun olan ölçüdeki maske takılarak sabitlenmiştir. Denek bu aşamalar tamamlandıktan sonra rahat bir şekilde sırtüstü yatar pozisyonda dinlenim konumuna geçirilmiş ve daha sonra elektronik sfigmomanometre'nin manşeti deneğin üst kol kısmına takılmıştır (Fig. 3).

**Dinlenme Periyodu:** Denek dinlenim kalp atım hızı, solunum ve kan basıncı değerlerinin belirlenebilmesi için 10 dakika boyunca sırtüstü yatar pozisyonda bekletilmiştir (Aslan 2013). Kan basıncı ölçümleri osilometrik yöntem ile ölçüm yapan elektronik sfigmomanometre (Braun BP5900) kullanılarak yapılmıştır. Kan basıncı ölçümleri, ölçüm yapılan kol tamamen çıplak haldeyken, dirsek kıvrımının 2-3 cm yukarısına elektronik sfigmomanometre'nin manşeti kola tam oturacak şekilde yerleştirilerek yapılmıştır. Buradan sistolik kan basıncı ve diastolik kan basıncı değerleri kayıt edilmiştir ve ortalama kan basıncı (OKB) değerleri;  $OKB = \text{diastolik kan basıncı} + (\text{sistolik kan basıncı} - \text{diastolik kan basıncı}) / 3$  formülü ile hesaplanmıştır. Bu aşamada ayrıca vücut sıcaklığının ölçülebilmesi için kulaktan timpanik membran üzerinden kızıl ötesi ışık göndererek ölçüm yapan timpanik termometre (Thermo- Scan0297) kullanılmıştır. Tüm ölçümlerde termometre dış kulağın 1/3'lük kısmına yerleştirilerek, kulak kepçesi yukarı ve altına doğru çekilmiş sinyal sesi gelinceye kadar beklenilerek ölçülen değer  $^{\circ}C$  cinsinden kaydedilmiştir. Timpanik zarın, ısı merkezi hipotalamus ile aynı kanı paylaşmasından dolayı timpanik termometre ile elde edilen vücut sıcaklığı değerlerinin vücut çekirdek sıcaklığına en yakın değerlerden biri olduğu bildirilmektedir (Martin & Thompson 2000).



Fig. 3. Dinlenme ve Toparlanma Periyodu

**Yüklenme Periyodu:** Dinlenim verileri kaydedildikten sonra yüklenme protokolü olarak kullanılan Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT) uygulamasına geçilmiştir (Fig. 4). WAnT için optik tur sayaçlı Monark 824E kefleli bisiklet ergometresi (Monark-Crescent AB, Varberg, Sweden), kişisel bilgisayar, Wingate v 1.1 test yazılımı ve 1 kg'dan 100 gr'a kadar test ağırlıkları kullanılmıştır. Tüm testler, her tekrarında yukarıda bahsedilen standart laboratuvar koşullarında ve aynı işlem yoluyla yapılmıştır. Ayrıca test öncesinde bisiklet ergometresinde her denek için ayrı ayrı oturma yüksekliği ayarları yapılmış ve tüm testlerde kaydedilen aynı ayarlar kullanılmıştır. Isınma, bisiklet ergometresinde herhangi bir direnç uygulanmaksızın, pedal hızı dakikada 60-70 devir olacak şekilde ve aralarda 2-3 saniyelik iki kısa yüklenmenin yer aldığı 3 dakikalık sabit bir protokol şeklinde uygulanmıştır (Güvenç 2011). Isınma ve bisiklet ergometresine alışma sonrası denekler beş dakika dinlendirilmiş ve dinlenme sonrası deneklerin ayakları klipsler yardımı ile pedallara sabitlenmiştir. Deneklerden, bisiklet ergometresinin pedalını test boyunca olabildiğince hızlı çevirmeleri istenmiş ve denek olabildiğince hızlandığında (3-4 saniye kadar) vücut ağırlığının kilogramı başına 75 gr olan test yükü bisiklet kefesine bırakılarak 30 saniyelik test gerçekleştirilmiştir. WAnT'de ulaşılan hız (m/sn) ve 30 saniye boyunca kat edilen mesafe (m) optik tur sayacı ile belirlenmiştir. Anaerobik güç testteki en yüksek güç çıktısı, anaerobik kapasite 30 saniyelik test süresince elde edilen ortalama güç çıktısı ve minimum güç testteki en düşük güç çıktısı olarak absolut ve relatif (absolut değerlerin vücut ağırlığına oranı) değerler şeklinde tespit edilmiştir. Yorgunluk indeksi değerleri

ise [(anaerobik güç–minimum güç)\*100/ anaerobik güç] eşitliğinden hesaplanmıştır.

Otuz saniyelik WAnT yüklenme protokolünün hemen ardından deneğe herhangi bir soğuma protokolü uygulanmaksızın tekrar sırtüstü yatar pozisyonunu alması sağlanmış ve hemen test sonu timpanik vücut sıcaklığı ve kan basıncı ölçümleri alınmıştır. Deneklerin kalp atım hızı ve solunum verileri Vmax bilgisayar yazılımı aracılığıyla dinlenimde, yüklenme protokolü süresince ve 21 dakikalık toparlanma periyodu süresince sürekli olarak takip edilerek kaydedilmiştir. Bu işlemler her bir denek için yukarıda gösterilen araştırma düzeninde (Fig. 1), günün beş farklı saat diliminde ve aynı işlem yolları kullanılarak standart laboratuvar ortamında tekrar edilmiştir.



Fig. 4. Test Aşaması

### Verilerin Değerlendirilmesi

Toplanan veriler Excel programında bir araya getirilerek, aşağıdaki işlem sırası izlenmiştir. Kalp atım hızı ve solunum değerleri 10 dakika dinlenme süresince kaydedilmiş ve son 5 dakika ortalamalar dinlenik değerler olarak kullanılmıştır. Vücut sıcaklığı ve kan basıncı da yine aynı dinlenme periyodu süresince 1 dakikalık aralarla ölçülmüş ve son 5 dakika ortalama dinlenik değerler kullanılmıştır. Yüklenme protokolünün hemen sonunda alınan kan basıncı ve vücut sıcaklığı değerleri yüklenmeye yanıt değerler olarak değerlendirilmiştir. Yüklenme protokolü süresince kayıt edilen en yüksek kalp atım hızı ve solunum değerleri yüklenmeye yanıt değerler olarak ele alınmıştır.

Toparlanmada ise kalp atım hızı ve solunum verilerinin; 3., 6., 9., 12., 15., 18., ve 21. dakikalardaki birer dakikalık ortalamaları dikkate alınmıştır. Kan basıncı ve vücut sıcaklığında ise yine aynı dakikalarda birer ölçüm yapılmıştır. Ayrıca, kalp atım hızı ve solunum verileri için toparlanma oranları (%); [(yüklenme değerleri - dinlenik değerler) - (ilgili toparlanma değerleri - dinlenik değerler) \* 100 / (yüklenme değerleri - dinlenik değerler)] formülü yardımıyla hesaplanmıştır (Aslan 2011).

### Verilerin Analizi

Tüm değişkenler için tanımlayıcı istatistik değerler (aritmetik ortalama±standart sapma) hesaplanmıştır. Günün beş farklı zamanında tekrarlanan ölçümlerin karşılaştırılmasında Tekrarlı Ölçümlerde Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır. Tekrarlanan ölçümler arasında farklılık anlamlı çıktığında ikişerli karşılaştırmalar Bonferroni yöntemi ile yapılmıştır. Uygulanan istatistiksel işlemlerde  $\alpha=0.01$  ve  $\alpha=0.05$  yanılma düzeyleri dikkate alınmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS istatistik paket programında yapılmıştır.

### Bulgular

Çalışmaya yaşları 18–22 yıl arasında değişen (ortalama yaş:  $19.46 \pm 1.27$  yıl) ve en az 2 yıl antrenman yaşına sahip olan 27 erkek sporcu katılmıştır. Araştırma grubunu oluşturan sporcuların fiziksel özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistik değerler Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Araştırma Grubuna İlişkin Fiziksel Özellikler

Fiziksel Özellikler (n=27)	Aritmetik Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	19.46 $\pm$ 1.27	18.00	22.00
Antrenman Yaşı (yıl)	5.46 $\pm$ 2.27	2.00	10.00
Boy Uzunluğu (cm)	176.88 $\pm$ 4.78	164.00	184.00
Vücut Ağırlığı (kg)	70.71 $\pm$ 5.91	58.30	82.30
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	22.46 $\pm$ 1.61	18.60	24.70
VYY (%)	10.43 $\pm$ 3.22	4.30	17.70
YVK (kg)	62.76 $\pm$ 4.96	51.80	72.40
TVS (L)	48.54 $\pm$ 3.63	46.08	53.00

VKİ; vücut kütle indeksi, VYY; vücut yağ yüzdesi, YVK; yağsız vücut kütlesi, TVS; toplam vücut suyu

Gün içerisinde farklı zamanlarda kaydedilen WAnT sonuçları ve bunlara ilişkin istatistik analizler Tablo 2’de sergilenmiştir.

**Tablo 2.** Anaerobik Güç, Kapasite ve Yorgunluk İndeksi Değerlerinde Diurnal Değişim

WAnT Sonuçları (n=27)	1.Ölçüm (08:00-09:00)	2.Ölçüm (10:00-11:00)	3.Ölçüm (12:00-13:00)	4.Ölçüm (15:00-16:00)	5.Ölçüm (17:00-18:00)	P
Absolut Anaerobik Güç (W)	837.1 $\pm$ 130.2	831.8 $\pm$ 113.6	826.5 $\pm$ 112.4	843.0 $\pm$ 110.8	859.5 $\pm$ 122.8	0.106
Relatif Anaerobik Güç (W.kg <sup>-1</sup> )	11.74 $\pm$ 1.12	11.67 $\pm$ 0.93	11.61 $\pm$ 1.08	11.82 $\pm$ 1.03	12.03 $\pm$ 1.21	0.234
Absolut Anaerobik Kapasite (W)	608.2 $\pm$ 87.8	615.2 $\pm$ 76.2	622.1 $\pm$ 87.3	619.6 $\pm$ 62.1	617.0 $\pm$ 58.3	0.686
Relatif Anaerobik Kapasite (W.kg <sup>-1</sup> )	8.54 $\pm$ 1.15	8.65 $\pm$ 0.97	8.75 $\pm$ 1.08	8.71 $\pm$ 1.01	8.68 $\pm$ 1.24	0.560
Absolut Minimum Güç (W)	361.2 $\pm$ 73.0	377.9 $\pm$ 59.5	394.5 $\pm$ 75.5	388.4 $\pm$ 46.3	382.3 $\pm$ 57.5	0.107
Relatif Minimum Güç (W.kg <sup>-1</sup> )	5.09 $\pm$ 0.93	5.33 $\pm$ 0.80	5.57 $\pm$ 1.10	5.49 $\pm$ 0.82	5.41 $\pm$ 1.06	0.233
Yorgunluk İndeksi (%)	56.27 $\pm$ 9.3	54.2 $\pm$ 7.5	52.2 $\pm$ 8.5	53.6 $\pm$ 7.4	55.1 $\pm$ 8.7	0.084

WAnT; Wingate anaerobik test

Tablo 2 incelendiğinde, gerek absolut gerekse relatif anaerobik güç ve anaerobik kapasite değerlerinde ve yorgunluk indeksinde diurnal değişimin istatistiksel anlam düzeyine ulaşmadığı görülmektedir ( $p>0.05$ ). Ancak genel anlamda, öğleden sonraki saatlerde kaydedilen anaerobik güç ve anaerobik kapasite değerlerinin sabah saatlerine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 2). Bir başka deyişle, diğer ölçüm saatleri ile karşılaştırıldığında en yüksek absolut ve relatif anaerobik güç değerlerinin 17:00-18:00 ve 15:00-16:00 saatlerinde kaydedildiği ve yine en yüksek absolut ve relatif anaerobik kapasite değerlerinin ise 15:00-16:00 ve 12:00-13:00 saatlerinde kaydedildiği Tablo 2 incelendiğinde görülebilir.

Araştırma grubunda günün farklı zamanlarında dinlenik, WAnT sırasında ve sonrasında topa rlanmada kaydedilen KAH değerleri ve bunlara ilişkin istatistik analizler Tablo 3’de görülmektedir.

**Tablo 3.** Dinlenik, WAnT Sırasında ve Toparlanma Dönemine İlişkin KAH Değerlerinde Diurnal



## Değişim

KAH (n=27)	1.Ölçüm (08:00-09:00)	2.Ölçüm (10:00-11:00)	3.Ölçüm (12:00-13:00)	4.Ölçüm (15:00-16:00)	5.Ölçüm (17:00-18:00)	P
Dinlenik (atım.dk <sup>-1</sup> )	66.74±10.36	70.15±8.49	69.48±8.30	71.32±7.49	69.00±9.21	0.291
WAnT KAH (atım.dk <sup>-1</sup> )	177.47±9.99	182.61±10.82	183.93±12.60	185.86±11.90	184.32±13.06	0.025*
Toparlanma 3. dk. (atım.dk <sup>-1</sup> )	102.25±12.37	109.65±13.16	113.23±17.76	115.47±11.94	114.25±13.16	0.157
Toparlanma 6. dk. (atım.dk <sup>-1</sup> )	94.62±9.34	100.98±9.36	103.52±12.56	106.40±9.25	105.80±9.38	0.086
Toparlanma 9. dk. (atım.dk <sup>-1</sup> )	92.21±9.64	99.37±8.70	102.71±10.15	104.77±7.87	103.36±8.62	0.006**
Toparlanma 12. dk. (atım.dk <sup>-1</sup> )	90.73±10.79	97.35±9.59	100.15±10.44	102.34±8.53	101.06±9.16	0.116
Toparlanma 15. dk. (atım.dk <sup>-1</sup> )	88.51±10.64	94.63±9.94	96.93±11.43	99.13±8.93	97.88±9.81	0.181
Toparlanma 18. dk. (atım.dk <sup>-1</sup> )	86.66±9.43	92.55±9.57	94.63±11.50	96.99±8.39	95.88±9.32	0.145
Toparlanma 21. dk. (atım.dk <sup>-1</sup> )	84.21±9.72	89.50±9.49	90.97±11.06	93.49±8.55	92.54±8.96	0.629

\*P<0.05, \*\*P<0.01, KAH; kalp atım hızı, WAnT; Wingate anaerobik test

Tablo 3’de görüldüğü gibi, günün beş farklı zamanında kaydedilen dinlenik KAH değerleri arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). Ancak WAnT sırasında kaydedilen en yüksek KAH değerlerinde ölçümler arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bu sonuç literatürle de uyumlu olup, öğleden sonra akşamüstü saatlerinde yapılan yüksek şiddetli yüklenmelerde KAH düzeyinin daha yüksek değerler alabildiği bildirilmektedir (Atkinson & Reilly 1996). Yapılan bu çalışmada da en yüksek KAH değeri ortalaması  $185.86 \pm 11.90$  atım.dk<sup>-1</sup> olarak 15:00-16:00 saatleri arasında yapılan WAnT’ne cevaben kaydedilmiş ve bunun 08:00-09:00 saatlerinde kaydedilen en yüksek KAH değerlerinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bununla birlikte toparlanmanın 9. dakikasında kaydedilen KAH değerleri açısından da ölçümler arasında anlamlı farklılık vardır ve 15:00-16:00 saatleri arasında kaydedilmiş KAH değerinin sabah saatlerinde yapılan 1. ve 2. ölçüm değerlerinden (08:00-09:00 ve 10:00-11:00) anlamlı ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Diğer taraftan, toparlanmanın farklı bölümlerinde kaydedilen KAH değerleri açısından ölçüm saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ( $p>0.05$ ).

Bununla birlikte, Tablo 3 ve KAH toparlanma oranlarının verildiği Fig. 5 bir bütün olarak incelendiğinde, öğleden sonra ve akşamüstü saatlerinde yapılan yüksek şiddetli yüklenmelere cevaben en yüksek KAH değerleri ve toparlanmaya ilişkin KAH değerlerinin sabah saatlerinde kaydedilen değerlerden daha yüksek olduğu görülebilir. Başka bir deyişle, öğleden önce sabah saatlerinde yüksek şiddetli yüklenmede ve sonrasındaki toparlanma sürecinde KAH yanıtları daha düşük değerlerde seyretmekte ve toparlanma oranları açısından da KAH sabah saatlerinde daha fazla toparlanma eğilimi göstermektedir (Fig. 5). Nitekim sabah 08:00-09:00 saatlerinde kaydedilen KAH toparlanma oranları toparlanmanın her 3 dakikası için sırasıyla ele alındığında; %67.9, %74.8, %77.0, %78.3, %80.3, %82.0 ve %84.2 olarak gerçekleşmiştir. Akşamüstü 17:00-18:00 saatlerinde kaydedilen toparlanma oranları ise aynı sıralamayla; %60.8, %68.1, %70.2, %72.2, %75.0, %76.7 ve %79.6’dır. Buradan da anlaşılacağı gibi, yüksek şiddetli yüklenme sonrasında KAH sabah saatlerinde daha fazla toparlanma eğilimi içerisindedir.



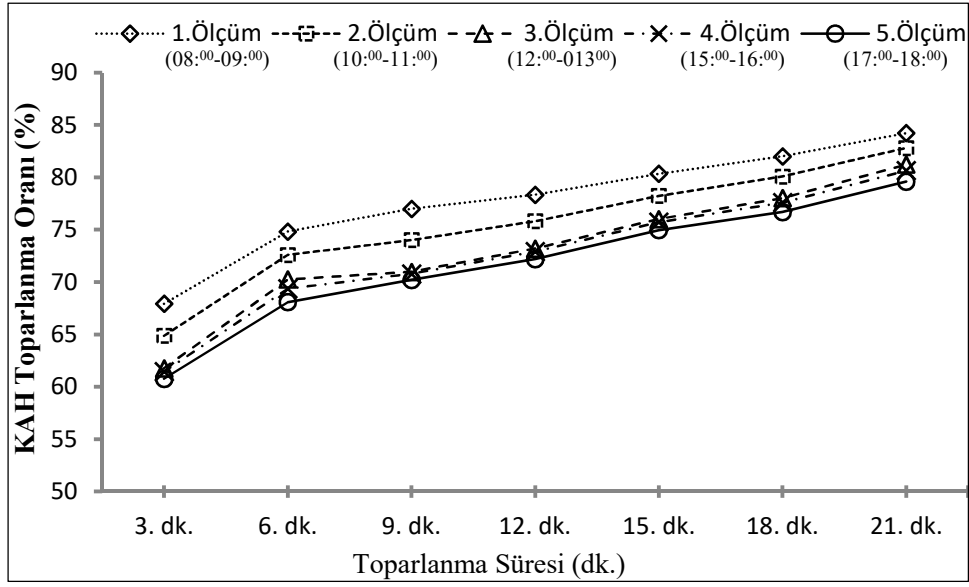


Fig. 5. Wingate Testi Sonrasında KAH Toparlanma Oranlarındaki Diurnal Değişim

Tablo 4’de dinlenik, WAnT sırasında ve sonrasında toparlanma dönemine ilişkin vücut ağırlığına oranlı oksijen tüketimi [ $VO_2$  (ml.kg.<sup>-1</sup>dk.<sup>-1</sup>)] değerlerinde diurnal değişim ve bunlara ilişkin istatistik analizler görülmektedir.

Tablo 4. Dinlenik, WAnT Sırasında ve Toparlanma Dönemine İlişkin Vücut Ağırlığına Oranlı  $VO_2$  Değerlerinde Diurnal Değişim

$VO_2$ (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> ) (n=27)	1.Ölçüm (08:00-09:00)	2.Ölçüm (10:00-11:00)	3.Ölçüm (12:00-13:00)	4.Ölçüm (15:00-16:00)	5.Ölçüm (17:00-18:00)	P
Dinlenik (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	4.21±1.31	4.72±1.19	4.96±1.96	5.08±1.41	4.90±1.63	0.155
WAnT $VO_2$ (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	34.58±5.32	36.42±5.23	36.14±8.17	35.70±6.20	33.17±6.16	0.118
Toparlanma 1. dk. (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	24.79±5.18	25.53±4.82	24.15±6.04	24.99±4.85	23.75±5.40	0.072
Toparlanma 3. dk. (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	11.78±3.67	13.15±3.32	12.40±4.90	13.07±3.63	11.64±3.87	0.162
Toparlanma 6. dk. (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	8.47±2.64	8.97±2.26	9.06±3.58	9.32±2.59	9.14±3.04	0.029*
Toparlanma 9. dk. (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	7.37±2.29	8.07±2.03	8.41±3.32	8.48±2.35	8.15±2.71	0.051
Toparlanma 12. dk. (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	6.94±2.16	7.46±1.88	7.67±3.03	7.92±2.20	7.81±2.60	0.024*
Toparlanma 15. dk. (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	6.74±2.10	7.19±1.81	7.34±2.90	7.43±2.06	7.18±2.39	0.052
Toparlanma 18. dk. (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	6.27±1.95	6.76±1.70	6.96±2.75	6.98±1.94	6.70±2.23	0.045*
Toparlanma 21. dk. (ml.kg. <sup>-1</sup> dk. <sup>-1</sup> )	6.06±1.89	6.30±1.59	6.30±2.49	6.55±1.82	6.56±2.18	0.010*

\*P<0.05, \*\*P<0.01,  $VO_2$  (ml.kg.<sup>-1</sup>dk.<sup>-1</sup>); relatif oksijen tüketimi ya da vücut ağırlığının kilogramı başına tüketilen oksijen miktarı, WAnT; Wingate anaerobik test

Tablo 4’de görüldüğü gibi gün içerisinde beş farklı zamanda kaydedilen dinlenik relatif  $VO_2$  değerleri arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). Aynı şekilde, WAnT sırasında ve sonrasında toparlanma döneminin 1., 3., 9. ve 15. dakikalarında kaydedilen relatif  $VO_2$  değerleri açısından da ölçüm saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ( $p>0.05$ ). Ancak toparlanma döneminin 6., 12., 18. ve 21. dakikalarında kaydedilen relatif  $VO_2$  değerleri açısından diurnal değişim anlamlıdır ( $p<0.05$ ). Yapılan ikili karşılaştırmalarda, toparlanma döneminin 6., 12., 18. ve 21. dakikalarına ilişkin olarak sabah 08:00-09:00 saatleri arasında kaydedilmiş relatif

VO<sub>2</sub> değerlerinin, 15:00-16:00 saatleri arasında kaydedilen değerlerden anlamlı ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Bu sonuçlarla birlikte, Tablo 3’de verilen relatif VO<sub>2</sub> değerleri genel olarak incelendiğinde, özellikle toparlanmanın 6. dakikasından sonraki dönemlerde relatif VO<sub>2</sub> yanıtları öğleden sonra ve akşamüstü değerlerine göre sabah 08:00-09:00 saatleri arasında daha düşük değerlerde seyretmekte ve sabah saatlerinde daha fazla toparlanma eğilimi göstermektedir. Ancak relatif VO<sub>2</sub>’ne ilişkin toparlanma oranlarının verildiği Fig. 6 incelendiğinde, yukarıda bahsedilen diurnal değişime ilişkin relatif VO<sub>2</sub>’de belirginlik kazanan bir farklılaşma olmadığı görülmektedir (Fig. 6). Nitekim relatif VO<sub>2</sub> toparlanma oranları sırasıyla ele alındığında sabah 08:00-09:00 saatlerinde; %32.2, %75.1, %85.9, %89.5, %91.0, %91.7, %93.2 ve %93.9 olarak ve akşamüstü 17:00-18:00 saatlerinde ise aynı sırayla; %33.3, %76.1, %85.0, %88.5, %89.7, %91.9, %93.6 ve %94.1 olarak gerçekleşmiştir.

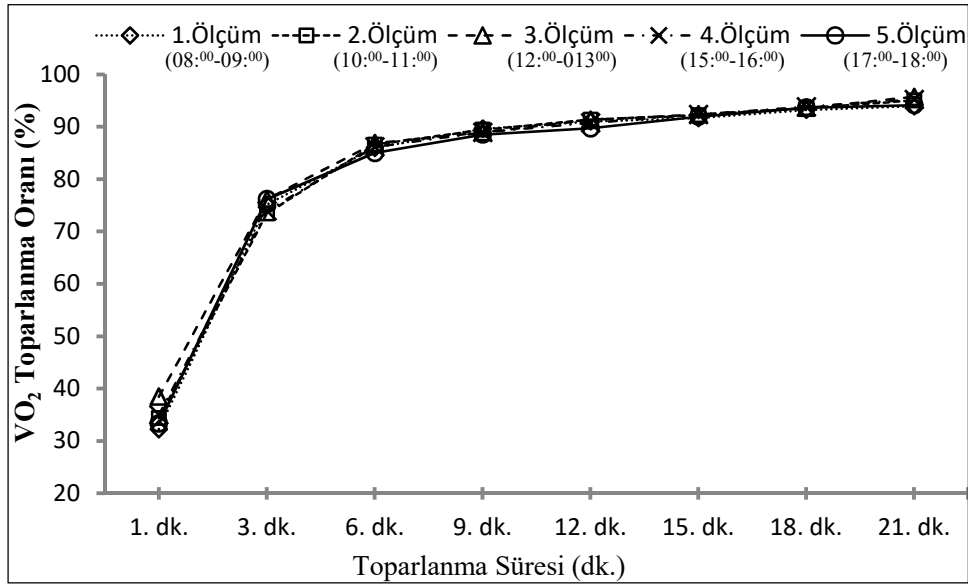


Fig. 6. Wingate Testi Sonrasında Relatif VO<sub>2</sub> Toparlanma Oranlarındaki Diurnal Değişim

Tablo 5’de deneklerin yüklenme öncesindeki dinlenik ve ilki hemen WAnT testi bitiminde olmak üzere toparlanmada 3’er dakikalık aralarla ölçülmüş olan timpanik vücut sıcaklığı değerleri ve bunlara ilişkin istatistik analiz sonuçları sergilenmiştir.

Tablo 5. Dinlenik, WAnT Sonrası ve Toparlanma Dönemine İlişkin Vücut Sıcaklığı Değerlerinde Diurnal Değişim

Vücut Sıcaklığı (n=27)	1. Ölçüm (08:00-09:00)	2. Ölçüm (10:00-11:00)	3. Ölçüm (12:00-13:00)	4. Ölçüm (15:00-16:00)	5. Ölçüm (17:00-18:00)	P
Dinlenik (°C)	36.17±0.98	36.28±1.04	36.39±1.21	36.33±0.98	36.28±1.05	0.056
WAnT Sonrası (°C)	36.30±0.95	36.46±0.83	36.63±0.89	36.58±0.74	36.54±1.09	0.002**
Toparlanma 3. dk. (°C)	36.40±0.89	36.55±0.73	36.69±0.78	36.67±0.67	36.66±1.12	0.009**
Toparlanma 6. dk. (°C)	36.43±0.97	36.54±0.75	36.65±0.88	36.65±0.73	36.64±1.06	0.133
Toparlanma 9. dk. (°C)	36.49±0.98	36.55±0.71	36.60±0.87	36.61±0.65	36.62±0.98	0.438
Toparlanma 12. dk. (°C)	36.50±0.94	36.58±0.77	36.66±0.83	36.63±0.68	36.59±1.01	0.229
Toparlanma 15. dk. (°C)	36.50±0.99	36.59±0.67	36.68±0.61	36.62±0.61	36.57±1.04	0.255
Toparlanma 18. dk. (°C)	36.48±0.92	36.54±0.71	36.60±0.79	36.57±0.63	36.55±0.93	0.568
Toparlanma 21. dk. (°C)	36.39±0.97	36.44±0.74	36.49±0.87	36.53±0.60	36.56±0.86	0.399

\*P<0.05, \*\*P<0.01, WAnT; Wingate anaerobik test

Tablo 5 incelendiğinde, dinlenik timpanik vücut sıcaklığı değerlerinde diurnal değişimin anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir ( $p>0.05$ ). Ancak, istatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte, Tablo 5’de verilen aritmetik ortalamalar bakımından dinlenik vücut sıcaklığının gün içerisinde öğlen saatlerinde daha yüksek olduğu söylenebilir. Nitekim dinlenik vücut sıcaklığı değerlerinde anlamlılık düzeyine yakın bir değişkenlik gözlenmiştir.

Diğer taraftan, WAnt testi bitiminde ve toparlanma döneminin 3. dakikasında kaydedilen vücut sıcaklığı değerleri açısından diurnal değişim anlamlıdır ( $p<0.01$ ). WAnt’nin hemen sonrasında ve toparlanma döneminin 3. dakikasında kaydedilen vücut sıcaklığı değerlerine ilişkin yapılan ikili karşılaştırmalarda, sabah (08:<sup>00</sup>-09:<sup>00</sup>) saatlerinde kaydedilmiş vücut sıcaklığı değerlerinin, öğlen (12:<sup>00</sup>-13:<sup>00</sup>), öğleden sonra (15:<sup>00</sup>-16:<sup>00</sup>) ve akşamüstü (17:<sup>00</sup>-18:<sup>00</sup>) saatlerde kaydedilen değerlerden anlamlı ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bunun dışında toparlanmanın farklı dönemlerinde kaydedilen vücut sıcaklığı değerleri açısından ölçüm saatleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ( $p>0.05$ ).

Bununla birlikte Tablo 5 ve Fig. 7 genel olarak incelendiğinde, gerek dinlenik ve WAnt’nin hemen sonrasında gerekse toparlanma sürecinin farklı evrelerinde kaydedilen vücut sıcaklığı değerlerinin öğlen (12:<sup>00</sup>-13:<sup>00</sup>), öğleden sonra (15:<sup>00</sup>-16:<sup>00</sup>) ve akşamüstü (17:<sup>00</sup>-18:<sup>00</sup>) saatlerine göre sabah (08:<sup>00</sup>-09:<sup>00</sup>) saatlerinde daha düşük düzeyde seyrettiği görülebilir (Fig. 7).

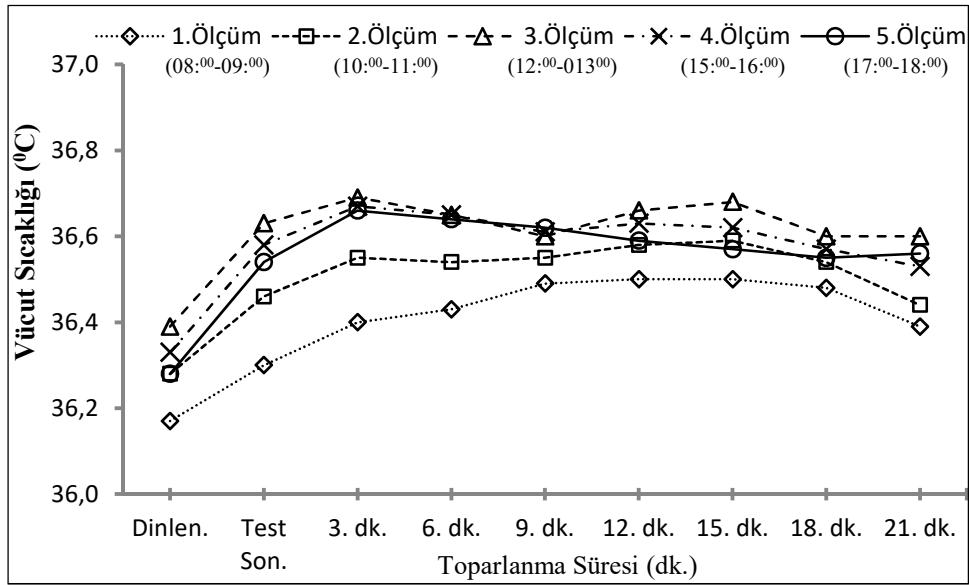


Fig. 7. Dinlenik, Wingate Testi Bitiminde ve Toparlanma Sürecine İlişkin Vücut Sıcaklığı Değerlerindeki Diurnal Değişim

Tablo 6’de deneklerin dinlenik, WAnt’nin hemen sonrasında ve toparlanmanın her 3 dakikasında belirlenen ortalama kan basıncı değerleri ve bunların diurnal değişimine ilişkin istatistik analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 6’de görüldüğü gibi sistolik ve diastolik kan basıncı değerlerinden hesaplanan ve normal değer aralığı 70-100 mmHg olan ortalama kan basıncı ya da ortalama arter basıncı değerlerine ilişkin olarak gerek dinlenik ve WAnt’nin hemen sonrasında gerekse toparlanma sürecinin farklı evrelerinde diurnal değişim anlamlı değildir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 6.** Dinlenik, WAnT Sonrası ve Toparlanma Dönemine İlişkin Ortalama Kan Basıncı Değerlerinde Diurnal Değişim

OKB (n=27)	1.Ölçüm (08:00-09:00)	2.Ölçüm (10:00-11:00)	3.Ölçüm (12:00-13:00)	4.Ölçüm (15:00-16:00)	5.Ölçüm (17:00-18:00)	P
Dinlenik (mmHg)	85.00±5.94	85.95±7.13	85.25±6.65	86.50±5.18	87.14±5.71	0.789
WAnT Sonrası (mmHg)	110.22±8.81	112.57±10.11	112.51±11.33	112.74±7.91	114.56±8.72	0.412
Toparlanma 3. dk. (mmHg)	91.52±7.22	91.93±7.44	92.57±9.32	92.82±6.51	93.91±7.15	0.811
Toparlanma 6. dk. (mmHg)	85.25±10.07	86.59±7.68	84.94±7.07	86.95±7.50	87.31±5.85	0.642
Toparlanma 9. dk. (mmHg)	82.91±7.50	83.22±5.69	82.68±6.40	84.06±5.62	84.44±5.10	0.926
Toparlanma 12. dk. (mmHg)	83.44±6.51	83.86±6.60	83.01±6.90	84.66±5.60	84.94±5.52	0.837
Toparlanma 15. dk. (mmHg)	83.77±6.85	83.79±6.89	83.78±7.30	84.78±5.87	85.29±5.92	1.000
Toparlanma 18. dk. (mmHg)	83.04±8.75	84.67±6.45	83.14±8.28	84.86±6.54	85.41±6.20	0.495
Toparlanma 21. dk. (mmHg)	86.20±9.03	85.20±6.48	83.38±7.17	86.73±6.86	85.81±5.63	0.214

\*P<0.05, \*\*P<0.01, OKB; ortalama kan basıncı [OKB=diastolik kan basıncı + (sistolik kan basıncı - diastolik kan basıncı) / 3], WAnT; Wingate anaerobik test

### Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, kısa süreli yüksek şiddetli yüklenme yanıtlarında ve yüklenme sonrasındaki toparlanma döneminde diurnal ya da gün içi değişkenliklerin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya en az iki yıl antrenman yaşına sahip olan, yaşları 18 – 22 yıl arasında değişen ve farklı spor dalları ile uğraşan 27 erkek sporcu katılmıştır. Araştırma grubunu oluşturan sporculara araştırmanın yöntem bölümünde de açıklanmış olan (Fig. 1), ve kronobiyojoloji çalışmalarına özgü olarak kullanılan (Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997) transfer araştırma düzeninde 08:00-09:00, 10:00-11:00, 12:00-13:00, 15:00-16:00 ve 17:00-18:00 saatlerinde olmak üzere günün beş farklı zamanında kısa süreli yüksek şiddetli yüklenme protokolü (WAnT) uygulanmıştır. Testten elde edilen anaerobik performans düzeyleri ile birlikte, test öncesi dinlenik, test sırasında ve sonrasındaki 21 dakikalık toparlanma sürecine ilişkin olarak KAH, VO<sub>2</sub>, vücut sıcaklığı ve ortalama kan basıncı değerlerindeki diurnal değişkenlik değerlendirilmiştir. Kronobiyojoloji araştırmalarında sıklıkla kullanılan transfer araştırma düzeninin (Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997) bu çalışmada da kullanılmasıyla birlikte; yukarıda belirtilen ilgili ölçüm saatlerinin hassas bir şekilde takip edilmesi, tekrarlayan testler arasında deneğe yeterli dinlenme süresinin verilebilmesi ve testlere ilişkin olarak öğrenme etkisinin azaltılması sağlanmıştır. Diğer taraftan mevcut literatürde yer alan ve diurnal ya da gün içi değişkenliklerin sportif performans bileşenleri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar daha çok yüklenmeye verilen yanıtlar üzerinde yoğunlaşmıştır (Hill & Smith 1991; Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Deschodt & Arsac 2004; Souissi 2004; Nicolas 2008; Reilly 2009; Rossi 2015; Thun 2015; Cristancho 2016; Ghattassi 2016; Hatfield, Nicoll & Kraemer 2016; Rosa 2016). Ancak yüklenme sonrasındaki toparlanma sürecine ilişkin olarak diurnal salınımların araştırıldığı çalışmalar bunlarla karşılaştırıldığında yetersiz kalmaktadır (Güneş 1998; Güvenç 2004; Nicolas 2007; Waterhouse 2007; Morris 2009). Bundan dolayı, yapılan bu çalışmada özellikle toparlanma dönemindeki diurnal değişkenliklere odaklanılmıştır.

Farklı değişkenlerin dinlenik değerlerine ilişkin olarak bu çalışmadan elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir; istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamakla birlikte, kaydedilen ortalama değerler bakımından KAH, relatif VO<sub>2</sub>, vücut sıcaklığı ve ortalama kan basıncına ilişkin dinlenik değerler sabah 08:00-09:00 saatlerinde diğer ölçüm saatlerine göre daha düşük

düzyededir ve bu ortalama değerler özellikle öğleden sonra 15:00-16:00 ve akşamüstü 17:00-18:00 saatlerinde daha yüksek düzeylerde tespit edilmiştir (Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6). Literatürde farklı fizyolojik değişkenlerin dinlenik düzeylerine ilişkin olarak diurnal değişkenliği değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Güvenç 2004; Atkinson 2005; Drust 2005; Brisswalter 2007; Morris 2009; Shiotani 2009; Souissi 2010). Bu çalışmalarda benzer olarak, vücut sıcaklığındaki günlük ritimle birlikte KAH, VO<sub>2</sub> ve kan basıncı değerlerinin de akşam ve akşamüstü düzeylerine göre sabah saatlerinde daha düşük dinlenik değerlerde seyrettiği bildirilmektedir (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Güvenç 2004; Atkinson 2005; Drust 2005; Brisswalter 2007; Morris 2009; Shiotani 2009; Souissi 2010). Vücut sıcaklığının gün içerisindeki değişimlerinin araştırıldığı benzer çalışmalarda vücut sıcaklığının sabah erken saatlerden akşamüstü saatlerine doğru yaklaşık 1°C'lık bir artış gösterebildiği bildirilmektedir (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Drust 2005). Bu farkın daha az ya da anlamlı düzeyde olmadığı çalışmalarda bulunmaktadır (Booth, Marino & Ward 1997; Nicolas 2008). Bu çalışmada ise, vücut sıcaklığının gün içerisindeki değişimi dinlenimde 0.22°C olmakla birlikte anlamlı diurnal bir etki belirlenmemiştir. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi bu çalışmada ele alınan dinlenik fizyolojik yanıtlarda ortalama değerler bakımından sabah 08:00-09:00 saatlerinde diğer ölçüm saatlerine göre daha düşük düzeylerde olma eğilimi vardır. Farklı sonuçların alınmasında, ölçüm yöntemlerinin değişkenliği ya da araştırma grubu farklılıkları etkili olmuş olabilir.

Bu çalışmada günün farklı saatlerinde kaydedilen anaerobik performans değerleri ve yüklenme yanıtları ele alındığında ise, kısa süreli yüksek şiddetli yüklenme protokolünde (WANT) kaydedilen anaerobik performans değerlerine ilişkin diurnal değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ancak genel olarak ortalama değerler bakımından, öğleden sonra ve akşamüstü saatlerde kaydedilen anaerobik güç ve anaerobik kapasite değerlerinin sabah saatlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Bununla uyumlu olarak, yüklenmeye cevaben elde edilen en yüksek KAH ve yüklenmenin hemen sonrasındaki vücut sıcaklığı değerlerinde anlamlı ölçüde diurnal değişim gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ) ve sabah saatleri (08:00-09:00) ile karşılaştırıldığında öğleden sonra ve akşamüstü saatlerinde yüklenmeye cevaben kaydedilen KAH ve vücut sıcaklığı değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 3 ve Tablo 5). Diğer taraftan istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamakla birlikte, ortalama değerler bakımından yüklenmenin hemen sonunda kaydedilen ortalama kan basıncı değerleri de sabah saatlerine (08:00-09:00) göre öğleden sonra ve akşamüstü saatlerde daha yüksektir (Tablo 6). Ancak yüklenme protokolüne cevaben kaydedilen vücut ağırlığına oranlı en yüksek VO<sub>2</sub> değerlerinde ise anlamlı diurnal değişim yoktur ve günün farklı saatlerinde kaydedilen değerlere ilişkin olarak da belirginlik kazanan bir eğilim gözlenmemiştir (Tablo 4). Literatürde kısa süreli yüksek şiddetli yüklenmelerde kaydedilen performans düzeyleri ve yüklenmeye fizyolojik yanıtlardaki diurnal değişimin değerlendirildiği çalışmalarda genellikle daha yüksek performans değerlerinin öğleden sonra ve akşamüstü saatlerde kaydedildiği yönünde araştırma bulguları mevcuttur (Hill & Smith 1991; Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Deschodt & Arsac 2004; Güvenç 2004; Souissi 2004; Nicolas 2007; Nicolas 2008). Deschodt ve Arsac (2004) yüzücüler üzerinde yapmış oldukları çalışmada, anlamlı fark olmamakla birlikte akşamüstü 18:00'de kaydedilen bisiklet ergometresi maksimum güç çıktısı düzeyinin sabah 08:00'deki değerlerden daha yüksek olduğu, akşamüstü yapılan yüklenmelere cevaben vücut sıcaklığının sabah kaydedilen değerlere göre 0.4°C daha yüksek olduğu ve yüksek şiddetli yüzme performansı değerlerinin de sabah saatlerine (08:00) göre akşamüstü (18:00) saatlerinde %4'lük anlamlı bir artış gösterdiği bildirilmektedir. Nicolas ve arkadaşlarının (2008) erkek sporcular ile yapmış oldukları bir başka

çalışmada, akşamüstü 18:00'de kaydedilen izokinetik kuvvet testi sonuçlarının sabah 06:00'da kaydedilen değerlere göre % 7.1 oranında daha fazla olduğu, aynı şekilde akşamüstü 18:00'de kaydedilen vücut sıcaklığı değerlerinin de sabah saatlerine göre 0.6 °C daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Güvenç'in (2004) erkek sporcularla yaptığı diğer bir çalışmada ise, akşamüstü 17:00-19:00 saatlerinde kaydedilen anaerobik güç, anaerobik kapasite, dinlenik KAH ve WAnT'deki en yüksek KAH değerlerinin sabah 07:30-09:30 saatlerindeki değerlerinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir. Kısa süreli maksimal şiddetli yüklenmelerin farklı saat dilimlerinde uygulandığı diğer bir çalışmada da, en düşük performans değerleri ve en düşük dinlenik ve test sonu KAH değerleri saat 08:00'de, bunlara ilişkin en yüksek değerler ise saat 18:00'de belirlenmiştir (Atkinson & Reilly 1996). Diğer taraftan bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda en yüksek VO<sub>2</sub> değerlerinin öğleden sonra ve akşamüstü kaydedildiğini bildirirken (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997), diğer araştırmacılar yapılan bu çalışmaya benzer olarak VO<sub>2</sub> değerlerinin gün içerisinde anlamlı farklılık gösterecek salınımına erişmediğini belirtmişlerdir (Akkurt, Gür & Küçükoglu 1996). Bununla birlikte literatürde anaerobik güç, anaerobik kapasite değerlerinin ve WAnT'ne cevaben verilen en yüksek fizyolojik cevapların sabah saatlerine göre öğleden sonra ve akşamüstü saatlerinde daha yüksek olduğunu gösteren başka araştırma bulguları da mevcuttur (Hill & Smith 1991; Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Souissi 2004; Nicolas 2007). Ancak bazı araştırma sonuçları da WAnT'de ya da yüksek şiddetli yüklenmelerde kaydedilen performans değerlerinde ve fizyolojik yanıtlarda anlamlı düzeyde diurnal değişim gözlenmediği yönündedir (Morris 2009; Souissi 2010). Souissi ve arkadaşları (2010) sabah ve akşamüstü saatlerinde kaydedilen anaerobik güç ve anaerobik kapasite değerlerinde ve yüklenmeye cevaben alınan rektal vücut sıcaklığı değerlerinde anlamlı ölçüde diurnal değişim olmadığını bildirmektedirler. İlgili literatürde yüklenimde ve yüklenmeye yanıtlarda diurnal değişimin araştırıldığı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmesinin nedenleri; gün içerisinde farklı saat dilimlerinde ölçümlerin yapılması, ısınma ve yüklenme biçimlerinin farklılaşması, ölçüm ve değerlendirme yöntemlerinin farklı olması, araştırma grubu farklılıkları ya da iklimsel farklılıklar sonucunda olabilir.

Bu çalışmada günün beş farklı saatinde tekrarlanmış yüklenme protokolü sonrasındaki 21 dakikalık toparlanma yanıtları ele alındığında ise, hem KAH ve vücut sıcaklığı toparlanma değerlerinin hem de toparlanmanın 3. dakikasından sonraki relatif VO<sub>2</sub> değerlerinin öğlen ve öğleden sonraki saatlere göre sabah 08:00-09:00 saatlerinde daha düşük ortalama değerlerde seyrettiği gözlenmiştir (Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5). Bununla birlikte KAH toparlanma oranları açısından da sabah saatlerinde (08:00-09:00) KAH daha fazla toparlanma eğilimi göstermektedir (Fig. 5). Nitekim sabah 08:00-09:00 saatlerinde kaydedilen KAH toparlanma oranları toparlanmanın her bir 3 dakikası için sırasıyla incelendiğinde; %67.9, %74.8, %77.0, %78.3, %80.3, %82.0 ve %84.2 olarak kaydedilmiştir. Ancak akşamüstü 17:00-18:00 saatlerinde kaydedilen KAH toparlanma oranları ise aynı sırayla; %60.8, %68.1, %70.2, %72.2, %75.0, %76.7 ve %79.6 olarak gerçekleşmiştir. Buradan da anlaşılacağı gibi, sabah saatlerinde yapılan yüksek şiddetli yüklenme sonrasında KAH daha fazla toparlanma eğilimi göstermektedir. Ancak, relatif VO<sub>2</sub> toparlanma oranları açısından günün farklı saatlerine ilişkin olarak belirginlik kazanan bir eğilim yoktur (Fig. 6). Nitekim sabah 08:00-09:00 saatlerindeki relatif VO<sub>2</sub> toparlanma oranları sırasıyla ele alındığında; %32.2, %75.1, %85.9, %89.5, %91.0, %91.7, %93.2 ve %93.9 olarak ve akşamüstü 17:00-18:00 saatlerinde ise aynı sırayla; %33.3, %76.1, %85.0, %88.5, %89.7, %91.9, %93.6 ve %94.1 olarak gerçekleşmiştir. KAH toparlanma oranlarında sabah saatleri lehine gözlenen toparlanma eğilimi ile birlikte (Fig. 5), vücut sıcaklığı toparlanma değerlerinin de öğlen ve öğleden sonraki saatlere göre sabah 08:00-09:00 saatlerinde daha düşük ortalama değerlerle seyrettiği Fig. 7'de görülebilir. Toparlanma sürecine ilişkin olarak ortalama kan

basıncı değerlerinde ise diurnal değişim anlamlı değildir (Tablo 6). Literatürde toparlanma dönemindeki diurnal değişimi inceleyen az sayıdaki çalışmada (Güneş 1998; Güvenç 2004; Nicolas 2007; Waterhouse 2007; Morris 2009), genellikle KAH değişkeni üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır (Güneş 1998; Güvenç 2004; Waterhouse 2007; Morris 2009). Diğer taraftan, vücut sıcaklığındaki toparlanmaya ilişkin olarak diurnal değişkenlikleri gösteren araştırma sonuçları da bulunmaktadır (Waterhouse 2007). Bununla birlikte, ulaşılabilen literatürde VO<sub>2</sub> değerlerinde toparlanmaya ilişkin olarak diurnal değişkenliğin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bir çalışmada akşamüstü saatlerinde zirve KAH değerlerinin en yüksek, KAH toparlanma hızının ise en düşük olduğu belirtilmektedir (Güneş 1998). KAH toparlanma düzeyinin sabah saatlerine göre akşamüstü saatlerinde daha düşük olduğunu gösteren başka araştırma sonuçları da mevcuttur (Güvenç 2004; Nicolas 2007). Diğer taraftan literatürde, toparlanma periyoduna ilişkin anlamlı ölçüde diurnal ya da gün içi değişkenlik gözlenmediğini gösteren araştırma bulguları da bulunmaktadır (Waterhouse 2007; Morris 2009).

Sonuç olarak, kısa süreli yüksek şiddetli yüklenme ve sonrasındaki toparlanma sürecine ilişkin diurnal değişkenliğin incelendiği bu çalışmada elde edilen tüm bulgulardan hareketle genel bir değerlendirme yapıldığında, yüklenmeyle sergilenen performans değerleri ve yüklenmeye yanıtlar bakımından öğleden önce ve sabah saatlerinde daha düşük değerler kaydedilirken, toparlanma düzeyi açısından da sabah saatleri lehinde bir eğilim söz konusudur. Başka bir deyişle, öğleden sonra akşamüstü saatlerde yüklenme performansı ve yanıtlarının daha yüksek olma eğilimi vardır, ancak toparlanma sabah saatlerine göre daha yavaş seyredebilmektedir. Diğer taraftan bu çalışmada incelenen fiziksel performans değerleri ve fizyolojik yanıtlara ilişkin olarak, birçok durumda diurnal değişkenliğin istatistiksel açıdan anlamlılık düzeyine erişmemesi, bu değişkenlerde gün içi ritim olmadığı anlamına gelmemektedir. Nitekim ele alınan bu değişkenlerdeki gün içi genlik düzeyi zaten dar bir aralıkta seyretmektedir (Atkinson & Reilly 1996; Reilly, Atkinson & Waterhouse 1997; Drust 2005). Bir başka deyişle, gün içerisinde oluşan salınım karakteri gereği, kaydedilen en düşük ve en yüksek değerler arasındaki farklılık küçük düzeylerde olabilmekte ve daha sık ölçüm aralıkları, daha büyük örneklem ve daha hassas ölçüm yöntemleri gerektirebilmektedir. Dolayısı ile başka araştırmalarda da olduğu gibi, bu çalışmada da gün içerisinde farklı zamanlarda kaydedilen ortalama değerler bakımından da sonuçlar değerlendirilmiş ve diurnal değişkenliğe ilişkin belirgin eğilimler ortaya konulmuştur.

Buradan hareketle bu çalışmadan elde edilen sonuç şu şekilde özetlenebilir; yüksek şiddetli egzersiz performansı akşamüstü daha yüksek olma eğilimi gösterirken, toparlanma yanıtları sabah saatlerinde daha fazla olma eğilimindedir. Bunun uygulamadaki karşılığı, antrenmanlarda yüksek şiddetli yüklenmeler sabah saatlerinde planlanır ise toparlanma süreci daha hızlı gerçekleşebilir sonucunu beraberinde getirir. Ancak, fiziksel performans testleri ve performansın en üst seviyede olması gereken müsabakalar açısından akşamüstü saatler daha uygun olabilir. Bununla birlikte, gelecekte yapılacak benzer araştırmalarda, örneklem büyüklüğüne ve takip edilecek yöntemle bağlı olarak bu çalışmada gözlenen eğilimler anlamlılık kazanabilir ve daha farklı yorumlar yapılabilir. Özellikle toparlanma sürecine ilişkin olarak farklı değişkenlerinde değerlendirildiği benzer çalışmaların gelecekte daha büyük araştırma grupları ve daha sık ölçüm aralıkları ile yapılması gerekmektedir.



## KAYNAKÇA

- Akkurt S., Gür H. & Küçüköğlü S. (1996). "Performans Test Sonuçlarının Diurnal Görünümü". *Spor Hekimliği Dergisi* 31/3 (1996) 93-105.
- Aslan A., Güvenç A., Hazır T. & Açıkada C. (2011). "Genç Futbolcularda Yüksek Şiddette Yüklenme Sonrasında Toparlanma Dinamikleri". *Spor Bilimleri Dergisi* 22/3 (2011) 93-103.
- Aslan A. (2013). "Cardiovascular Responses, Perceived Exertion and Technical Actions During Small-Sided Recreational Soccer: Effects of Pitch Size and Number of Players". *Journal of Human Kinetics* 38 (2013) 95-105.
- Atkinson G. & Reilly T. (1996). "Circadian Variation in Sports Performance". *Sports Medicine* 21/4 (1996) 292-312.
- Atkinson G., Todd C., Reilly T. & Waterhouse J. (2005). "Diurnal Variation in Cycling Performance: Influence of Warm-Up". *Journal of Sports Sciences* 23/3 (2005) 321-329.
- Booth J., Marino F. & Ward J. (1997). "Improved Running Performance in Hot Humid Conditions Following Whole Body Precooling". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29/7 (1997) 943-949.
- Brisswalter J., Bieuzen F., Giacomoni M., Tricot V. & Falgairette G. (2007). "Morning-to-Evening Differences in Oxygen Uptake Kinetics in Short-Duration Cycling Exercise". *Chronobiology International* 24/3 (2007) 495-506.
- Callard D., Davenne D., Lagarde D., Meney I., Gentil C. & Van Hoecke J. (2001). "Nycthemeral Variations in Core Temperature and Heart Rate: Continuous Cycling Exercise Versus Continuous Rest". *International Journal of Sports Medicine* 22/8 (2001) 553-557.
- Cristancho E., Riveros A., Sánchez A., Peñuela O. & Böning D. (2016). "Diurnal Changes of Arterial Oxygen Saturation and Erythropoietin Concentration in Male and Female Highlanders". *Physiological Reports* 4/17 (2016) 12901.
- Deschodt V. J. & Arzac L. M. (2004). "Morning vs. Evening Maximal Cycle Power and Technical Swimming Ability". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 18/1 (2004) 149-154.
- Drust B., Waterhouse J., Atkinson G., Edwards B. & Reilly T. (2005). "Circadian Rhythms in Sports Performance-An Update". *Chronobiology International* 22/1 (2005) 21-44.
- Ghattassi K., Hammouda O., Graja A., Boudhina N., Chtourou H., Hadhri S., ... & Souissi N. (2016). "Morning Melatonin Ingestion and Diurnal Variation of Short-Term Maximal Performances in Soccer Players". *Acta Physiologica Hungarica* 103/1 (2016) 94-104.
- Güneş H., Arslan A. & Erdal S. (1998). "Toplam Dinlenme Nabzının Sirkadien Ritminin Araştırılması". *Spor Bilimleri Dergisi* 9/1 (1998) 15-29.
- Güvenç A. & Turgut A. (2004). "Anaerobik Test Sonrası Anaerobik Güç, Kapasite ve Kalp Atım Hızı Değerlerinde Diurnal (Gün İçi) Değişimin İncelenmesi". *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 9 (2004) 61-70.
- Güvenç A., Açıkada C., Aslan A. & Özer K. (2011). "Daily Physical Activity and Physical Fitness in 11- to 15-Year-Old Trained and Untrained Turkish Boys". *Journal of Sports Science and Medicine*, 10 (2011) 502-514.
- Hatfield D. L., Nicoll J. X. & Kraemer W. J. (2016). "Effects of Circadian Rhythm on Power, Force, and Hormonal Response in Young Men". *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30/3 (2016) 725-732.
- Hill D. W. & Smith J. C. (1991). "Circadian Rhythm in Anaerobic Power and Capacity". *Canadian Journal of Sport Sciences* 16/1 (1991) 30-32.
- Martin L. & Thompson K. (2000). "Reproducibility of Diurnal Variation in Submaximal Swimming". *International Journal of Sports Medicine* 21/06 (2000) 387-392.
- Morris C., Atkinson G., Drust B., Marrin K. & Gregson W. (2009). "Human Core Temperature Responses During Exercise and Subsequent Recovery: An Important Interaction Between Diurnal Variation and Measurement Site". *Chronobiology International* 26/3 (2009) 560-575.
- Nicolas A., Gauthier A., Michaut A. & Davenne D. (2007). "Effect of Circadian Rhythm of Neuromuscular Properties on Muscle Fatigue During Concentric and Eccentric Isokinetic Actions". *Isokinetics and*

- Exercise Science* 15/2 (2007) 117-129.
- Nicolas A., Gauthier A., Trouillet J. & Davenne D. (2008). "The Influence of Circadian Rhythm During a Sustained Submaximal Exercise and on Recovery Process". *Journal of Electromyography and Kinesiology* 18/2 (2008) 284-290.
- Reilly T. (2009). "The Body Clock and Athletic Performance". *Biological Rhythm Research* 40/1 (2009) 37-44.
- Reilly T., Atkinson G. & Waterhouse J. M. (1997). *Biological Rhythms and Exercise*. USA 1997.
- Rosa J. P. P., Rodrigues D. F., Silva A., Moura Simim M. A. D., Costa V. T., Noce F. & de Mello M. T. (2016). "2016 Rio Olympic Games: Can the Schedule of Events Compromise Athletes' Performance?". *Chronobiology International* 33/4 (2016) 435-440.
- Rossi A., Formenti D., Vitale J. A., Calogiuri G. & Weydahl A. (2015). "The Effect of Chronotype on Psychophysiological Responses During Aerobic Self-Paced Exercises". *Perceptual and Motor Skills* 121/3 (2015) 840-855.
- Shiotani H., Umegaki Y., Tanaka M., Kimura M. & Ando H. (2009). "Effects of Aerobic Exercise on the Circadian Rhythm of Heart Rate and Blood Pressure". *Chronobiology International* 26/8 (2009) 1636-1646.
- Souissi N., Driss T., Chamari K., Vandewalle H., Davenne D., Gam A. ... & Jousselin E. (2010). "Diurnal Variation in Wingate Test Performances: Influence of Active Warm-Up". *Chronobiology International* 27/3 (2010) 640-652.
- Souissi N., Gauthier A., Sesboüé B., Larue J. & Davenne D. (2004). "Circadian Rhythms in Two Types of Anaerobic Cycle Leg Exercise: Force-Velocity and 30-s Wingate Tests". *International Journal of Sports Medicine* 25/1 (2004) 14-19.
- Thun E., Bjorvatn B., Flo E., Harris A. & Pallesen S. (2015). "Sleep, Circadian Rhythms, and Athletic Performance". *Sleep Medicine Reviews* 23 (2015) 1-9.
- Waterhouse J., Aizawa S., Nevill A., Edwards B., Weinert D., Atkinson G. & Reilly T. (2007). "Rectal Temperature, Distal Sweat Rate, and Forearm Blood Flow Following Mild Exercise at Two Phases of the Circadian Cycle". *Chronobiology International* 24/1 (2007) 63-85.