

# GÜNÜN FARKLI ZAMAN DİLİMİNİN SUPRA-MAKSİMAL BİSİKLET EGZERSİZİNDEKİ O<sub>2</sub> TÜKETİMİNE ETKİSİ

Soner AKKURT, Hakan GÜR, Selçuk KÜÇÜKOĞLU

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği BD.

## ÖZET

Günün farklı zaman diliminin supra-maximal egzersizdeki O<sub>2</sub> tüketimi üzerine olan etkilerini araştırmak için 20-27 yaşları arasında 12 sağlıklı erkek gönüllü sabah (SAB, 08:30-10:00) ve öğleden sonra (ÖĞL, 15:30-18:00) tükenene kadar supra-maksimal (VO<sub>2</sub>max'ın % 115) bisiklet egzersizi yaptı. İstirahat kalp atım sayısı ve vücut sıcaklığı değerleri SAB ile karşılaştırıldığında, ÖĞL daha büyük ( $p < 0.05$ ) olmasına karşın supra-maksimal oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub>SUPRA) ve birikmiş oksijen açığı (AOD) SAB-ÖĞL farklılığı göstermedi. Sonuç olarak bulgular supra-maksimal egzersizin VO<sub>2</sub>SUPRA ve AOD değerleri üzerine günün farklı zaman diliminin en azından bu çalışmada kullanılan zaman dilimleri için etkisi olmadığını gösterdi.

**Anahtar Kelimeler:** Oksijen tüketimi ve açığı, supra-maksimal egzersiz, günün zamanı.

## EFFECT OF TIME PERIOD OF DAY ON OXYGEN CONSUMPTION OF SUPRA-MAXIMAL CYCLING EXERCISE

### ABSTRACT

To investigate the effects of time period of day on oxygen consumption of supra-maximal exercise, 12 healthy male volunteers, aged 20-27 years, performed a supra-maximal cycling exercise (equivalent to 115 % of VO<sub>2</sub> max) to exhaustion at AM (08:30 hr - 10:00 hr) and at PM (15:30 hr - 18:00 hr). While resting heart rate and oral body temperature were greater ( $p < 0.05$ ) at PM than AM, oxygen intake (VO<sub>2</sub>SUPRA) and accumulated oxygen deficit (AOD) of supra ma-

---

Geliş Tarihi : 04.01.1999  
Yayına Kabul Tarihi : 20.04.1999

*ximal exercise were not different between AM and PM. in conclusion, the findings of the present study indicated that  $VO_{2SUPRA}$  and AOD during supra-maximal exercise were not influenced by the time period of day, at least within the time period used in this study.*

**Key Words:** *Oxygen intake and deficit, supra-maximal exercise, time of day.*

## **GİRİŞ**

Günün farklı zaman dilimlerinde yapılan egzersizlere fizyolojik yanıt araştırmacılar tarafından sıklıkla araştırılan konulardan biri olmasına karşın araştırmacılar zaman diliminin submaksimal ve maksimal egzersizlerin  $O_2$  maliyeti üzerine olan etkisi konusunda çelişkili bulgular sunmuşlardır (Reilly, 1990; Trine ve William, 1995). Submaksimal ve maksimal egzersizde ölçülen çeşitli parametreler üzerine sirkadiyan ritmin etkileri araştırmacılar tarafından sıkça araştırılmasına karşın supra-maksimal egzersizlerin kullanıldığı ve günün farklı zaman diliminin anaerobik güç üzerine olan etkisini içeren sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Hill ve Smith, 1991; Melhim, 1993, Bernard, 1998). Bu çalışmalarda da supramaksimal egzersize  $O_2$  yanıtından çok sirkadiyan ritmin pik ve ortalama güç gibi parametreler üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Kısa süreli tüketici egzersizlerde birikmiş  $O_2$  açığını (accumulated  $O_2$  deficit, AOD) ölçmek egzersizde anaerobik enerji elde edinimi değerlendirmek için "non-invasive" bir yöntem olarak önerilmektedir (Medbo ve Tabata, 1993). Bir çok çalışmada (bkz. Green ve Dawson, 1993) AOD deneklerin anaerobik kapasitelerini belirlemek için kullanılmış olmasına karşın AOD ile anaerobik enerji elde edimi arasındaki ilişki tartışmalıdır (Green ve ark., 1996). AOD supramaksimal egzersizin tahmini  $O_2$  ihtiyacı ile egzersiz sırasında tüketilen gerçek  $O_2$  miktarı arasındaki farktır ve antrenman geçmişi ile ilişkili olarak değişmektedir (Green ve Dawson, 1993). Literatürde AOD'nin atletik performansla ilişki gösterdiğini ifade eden çalışma sonuçlarına da rastlanmaktadır (Medbo ve Burgers, 1990; Green ve Dawson, 1993; Ramsbottom ve ark., 1994). AOD araştırmacılar tarafından sıkça incelenen bir parametre olmasına karşın AOD'nin günün farklı zaman diliminden ne oranda etkilendiği konusunda literatürde yeterli çalışmaya rastlanmamaktadır. Bundan dolayı bu çalışma ile aynı iş yüküne karşı yapılan supra maksimal egzersizin  $O_2$  tüketimi ( $VO_{2SUPRA}$ ) ve AOD değerleri üzerine günün farklı zaman diliminin etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarlarının çalışma saatleri genellikle 08:00 ile 18:00 saatleri arasında sınırlandırıldığı ve performans testleri sıklıkla bu saatler içinde yapıldığı için bu çalışmada 08;30-10:00 ve 15;30-18:00 saatlerini test dönemleri olarak seçilmiştir.

## **YÖNTEM**

20-27 yaşları arasında ( $22.5 \pm 2$ ) 12 erkek sedanter denek çalışmaya gönüllü olarak katıldı. Deneklere testler sırasında yapılacak uygulamalar, olası riskler ve rahatsızlıklar anlatıldı. Takiben gönüllü katılımlarını içeren bir form doldurtuldu. Deneklerin testler öncesinde herhangi bir ilaç kullanmamaları, testten bir önceki günde zorlu bir aktivite yapmamaları, testin yapılacağı günün öncesindeki akşam yeterli bir düzeyde uyumaları ve testlerden önceki 3 saat

çinde çay, kahve ve de sigara içmemeleri gerektiği belirtildi. Testler arasında yeterli dinlenimi sağlamak amacı ile submaksimal, maksimal ve supra-maksimal test uygulamaları arasında 1-3 gün ara verildi.

Oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub>) ile iş oranı arasındaki kişisel ilişki düzeylerini tespit edebilmek için deneklere 4 basamaklı 16 dakika süren submaksimal bir test uygulandı. Bisiklet ergometresinde (Monark 814E, İsveç) 60 W'lık bir yükte başlanan bu testte yük, her 4 dakikada bir kalp atım sayısı maksimalin (220-yaş) sırası ile %60, %70 ve % 80'i olacak şekilde 2., 3. ve 4. basamaklarda artırıldı. 60 devir/dakika pedal çevrilen bu test sonucunda her denek için VO<sub>2</sub> ile iş oranı arasında regresyon eğrisi analizleri yapıldı. Eğer regresyon analizinin "r" değeri 0.99'un altında ise test başka bir gün tekrarlandı. Belirtilen "r" değerinin altında bir değere sahip olan 2 denek için submaksimal test tekrarlandı. Sonuç olarak bu testler için regresyon eğrisinin "r" değeri 0.994±0.005 (n=12) olarak bulundu.

Maksimal oksijen tüketim değerlerinin (VO<sub>2</sub>max) belirlenmesi için denekler bisiklet ergometresinde tükenene kadar bisiklet çevirdikleri bir teste tabi tutuldular. Submaksimal testler sırasında deneklerin maksimal kalp atım sayılarının % 80 'lerine ulaştıkları yük değerleri göz önüne alınarak bu testin başlangıç yükü 120 W olarak belirlendi. 7-10 dakikalık bir süre içerisinde deneğin tükenmesinin hedeflendiği bu testte yük, deneklerin kalp atım sayıları göz önünde tutularak her üç dakikada bir 60-90 W artırıldı. 60 devir/dakika'lık hızda pedal çevrilen bu teste, denekler bütün gayretlerine rağmen pedal çevirme hızını 55 devir/dakika'nın altına düşürdüklerinde son verildi. Elde edilen kişisel VO<sub>2</sub>max değerleri kişisel VO<sub>2</sub>-iş oranı regresyon eğrisi formülü ile değerlendirilerek deneklerin teorik olarak kişisel maksimal iş oranları belirlendi ve takiben ileri aşamalarda kullanmak için bu değerlerin %50 ve % 115'i olan iş oranları hesaplandı.

Sabah (08:30-10.00, SAB) ve öğleden sonra (15:30-18:00, ÖĞL) uygulanacak supra maksimal testler öncesinde 30 dakika yatarak istirahat ettirilen deneklerin istirahat kalp atım sayıları (son 10 dakika için) ve vücut sıcaklıkları (sublingual, son 3 dakika için) belirlendi. İstirahatı takiben maksimallerinin % 50'si ile 5 dakika bisiklet çevirerek ısınmaları sağlanan deneklere takiben germe egzersizleri yapmaları için 3 dakika izin verildi. Takiben denekler SAB ve ÖĞL kendileri için daha önce belirlenen supra-maksimal sabit yüklerle karşı tükenene kadar bisiklet çevirdiler. Bütün gayretlere rağmen deneklerin pedal çevirme hızının 55 devir/dakika'nın altında kalması tükenme sınırı olarak alındı ve teste son verildi, Testin başlangıcında denek 60 devir/dakika hıza ulaştığında başlatılan el kronometresi (Casio, Japon) teste son verilmesi ile durduruldu ve zaman saniye cinsinden kaydedildi. Pedal çevirme hızının 60 devir/dakika olduğu bu testlerde tespit edilen dakikalık pedal hızı değeri 60±3 olarak belirlendi. Sabit yük ve pedal çevirme hızı ile test edilen deneklerin SAB-ÖĞL iş oranları benzerdi.

Maksimal test, istirahat ve maksimal diüurnal testler sırasında tüketilen oksijen ve üretilen karbon monoksit miktarı "breath by breath" yöntemi ile metabolik analizör (SensorMedics 2900C, ABD) yardımı ile değerlendirildi. Her test öncesinde metabolik analizörün gaz ve ha-

cim kalibrasyonu içeriği bilinen gaz karışımları ve 3 litrelik bir şırınga ile yapıldı. Hesaplama-  
larda kullanılmak amacı ile ortamın sıcaklığı, nemi ve barometrik basıncı bilgisayar programı-  
na kaydedildi.

Supra-maksimal egzersizin O<sub>2</sub> ihtiyacı (O<sub>2</sub> demand) VO<sub>2</sub> ile iş yükü arasında tespit edi-  
len kişisel regresyon eğrisi formülleri kullanılarak teorik olarak hesaplandı. Birikmiş O<sub>2</sub> açığı  
(AOD) ise teorik olarak hesaplanan O<sub>2</sub> ihtiyacından test sırasında tüketilen O<sub>2</sub> miktarı çıkarı-  
larak hesaplandı.

SAB-ÖĞL değerlerinin karşılaştırmasında eşleştirilmiş t-testi ve regresyon analizleri kulla-  
nıldı. P < 0.05 değeri istatistiksel anlamlılık olarak alındı.

### **BULGULAR**

37.1±2.3 ml.kg<sup>-1</sup>dak<sup>-1</sup> (33.4-41.2) V02max değerine sahip olan deneklerin vücut ağırlığı  
ve boy ölçüleri sırası ile 70±3 kg (66-75) ve 174±6 cm (164-185) bulundu. Deneklerin istirahat  
VO<sub>2</sub> ve solunum bölümü (RER) SAB-ÖĞL değerleri istatistiksel anlamlı farklılık göster-  
mezken vücut sıcaklığı ve kalp atım sayısı değerleri SAB ile karşılaştırıldığında ÖĞL daha yük-  
sekti (p < 0.05, Tablo 1).

**Tablo 1.** Deneklerin (n=12) sabah (SAB) ve öğleden sonrası (ÖĞL) için tespit  
edilen bazı istirahat değerleri.

	SAB	ÖĞL
Vücut ısısı (°C)	36.3±0.3	36.8±0.4*
Kalp atım sayısı (dak)	60±6	64±7*
VO <sub>2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> dak <sup>-1</sup> )	1.91±0.83	1.93±0.65
Solunum bölümü (RER)	0.84±0.05	0.86±0.06

\* p<0.05

Eşleştirilmiş t-testi sonuçları supra-maksimal testin oksijen maliyeti olarak SAB-ÖĞL kar-  
şılaştırılmasında istatistiksel anlamlı farklılık göstermedi (Tablo 2). SAB ile karşılaştırıldığında  
aynı iş yüküne rağmen deneklerin istatistiksel anlamlılık göstermemekle birlikte ÖĞL supra-  
maksimal egzersizi % 15.7 daha uzun süre sürdürebildikleri tespit edildi. Uygulanan egzersiz-  
zin şiddeti deneklerin bireysel V02max değerleri ile karşılaştırıldığında, deneklere SAB mak-  
simal oksijen tüketim değerlerinin % 100'ü, ÖĞL % 101'ini tüketecek bir egzersiz şiddetine  
denk geldiği anlaşılmaktadır (Tablo 2). Kişisel değerler temel alarak incelendiğinde ise egzer-  
siz şiddetinin SAB için % 79-111'lik değerlerine karşın ÖĞL %78-117'lik değerler göze çarp-  
maktaydı (Tablo 2). V02 değerleri V02max'ın yüzdesi olarak incelendiğinde ise ÖĞL değerle-  
ri SAB ile karşılaştırıldığında-18 ile 24 arası bir farklılık göstermekteydi (Tablo 2). O<sub>2</sub> açığı (OA)  
ve AOD değerleri de SAB-ÖĞL karşılaştırmasında istatistiksel anlamlı farklılıklar gösterme-  
mekteydi (Tablo2).

Supra-maksimal Egzersizde Oksijen Tüketimi

Tablo 2. İncelenen parametrelerin (n=12) SAB (ÖĞL) kişisel ve aritmetik ortalama (AO), standart sapma (SS) değerleri.

Denek	İş Oranı (W)	Süre (san)	$\Sigma O_2$ İhtiyacı (ml.kg <sup>-1</sup> )	$\Sigma O_2$ Tüketimi (ml.kg <sup>-1</sup> )	$\Sigma OA$ (ml.kg <sup>-1</sup> )	$O_2$ Tüketimi (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	$\Delta S$ (%)	AOD (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	% $VO_{2max}$	% Fark
1	276	213 (167)	153 (120)	121 (102)	32 (28)	34 (37)	+8	9 (10)	103 (108)	+5
2	336	140 (250)	135 (241)	93 (171)	42 (70)	40 (41)	+2	18 (17)	111 (113)	+8
3	330	202 (210)	195 (203)	141 (136)	54 (67)	42 (39)	-7	16 (19)	107 (99)	-8
4	348	126 (75)	107 (164)	67 (44)	40 (20)	32 (35)	+10	19 (16)	94 (104)	+10
5	408	90 (158)	89 (156)	53 (117)	36 (39)	35 (46)	+27	24 (15)	92 (117)	+15
6	360	127 (350)	118 (325)	92 (182)	26 (143)	42 (31)	-26	12 (25)	106 (78)	-18
7	264	290 (74)	220 (56)	177 (45)	43 (11)	37 (37)	0	9 (9)	102 (102)	0
8	384	86 (185)	83 (178)	61 (125)	22 (53)	43 (41)	-5	15 (17)	113 (107)	-6
9	306	183 (150)	166 (136)	120 (81)	46 (55)	39 (32)	-18	15 (22)	106 (88)	-18
10	324	100 (80)	79 (65)	47 (49)	32 (16)	28 (37)	+31	19 (12)	79 (103)	+24
11	372	100 (218)	81 (176)	63 (121)	18 (55)	38 (33)	-11	11 (15)	101 (90)	-11
12	342	100 (110)	93 (102)	62 (77)	31 (25)	37 (42)	+14	19 (14)	90 (103)	+13
r		-0.18	-0.11	0.16	-0.16	-0.03		0.12	-0.18	
AO	337	146 (169)	127 (152)	91 (104)	34 (49)	37 (38)	2.1	15 (16)	100 (101)	1.3
SS	42	63 (82)	48 (80)	41 (47)	11 (36)	4 (4)	17	4 (5)	10 (11)	13.5

$\Sigma$  = toplam; OA=oksijen açığı; AOD=birlikmiş oksijen açığı, r= SAB-ÖĞL değerleri için korelasyon katsayısı.

$\Delta S = \frac{\text{ÖĞL-SAB}}{\text{SAB}} \times 100$  ( $VO_2$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>).

%  $VO_{2max} = \frac{VO_{2max}}{\text{in yüzdesi cinsinden } O_2 \text{ tüketimi}} \times 100$  (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>).

% Fark = %  $VO_{2max}$  için SAB-ÖĞL farklılığı

Eşleştirilmiş t-testi sonuçları ile incelenen parametreler için SAB-ÖĞL karşılaştırılmasında istatistiksel anlamlı farklı değerler bulunmasına karşın sabit iş yüküne rağmen aynı parametrelerin tekrarlanan ölçüm değerleri için korelasyon "r" değerleri -0.18 ile 0.16 arasında istatistiksel olarak anlamsız zayıf ilişkiler göstermekteydi. Kişisel değerler temel alındığında 7 denneğin egzersizli SAB ile karşılaştırıldığında ÖĞL daha uzun süre sürdürebildikleri, benzer bir şekilde 6 denneğin egzersiz sırasında VO<sub>2</sub> ve AOD (ml-1 kg-1dak-1) değerlerinin ÖĞL daha yüksek olduğu anlaşılmaktaydı. Bununla birlikte egzersizli ÖĞL daha uzun sürdürenlerle O<sub>2</sub> yanıtı açısından paralellik olmadığı da gözlenmekteydi (Tablo 2).

## **TARTIŞMA**

Bu çalışmanın bulguları supra-maksimal bisiklet egzersizinin O<sub>2</sub> maliyetinin test edilen zaman dilimleri açısından çalışmaya katılan denekler düzeyindeki gruplarda SAB-ÖĞL farklılığı göstermediğini buna karşın incelenen VO<sub>2</sub><sup>SUPRA</sup>, AOD, egzersizli sürdürebilme süresi gibi parametrelerin tekrarlanan ölçümler için güvenilirliğinin günün zaman diliminden etkilendiğini gösterdi.

**AOD ve Metodolojik Yaklaşımlar:** AOD'deki farklı değerler egzersizin süresi, kişisel motivasyonel faktörler ve değişik metodolojik sorunlarla ilişkili olabilmektedir (Green ve Dawson, 1993). Green ve ark.'ları (1996) farklı submaksimal egzersiz protokollerinin VO<sub>2</sub>-iş yükü regresyon eğrisi ve supra-maksimal egzersizin tahmini O<sub>2</sub> ihtiyacı hesaplamaları üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında 4-15 dakikalık egzersiz sürelerini sürekli ve basamaklı egzersiz protokoller için kullanan bu araştırmacılar sürekli ve basamaklı protokollerin inceledikleri parametreler açısından anlamlı farklılıklar ortaya koymadıklarını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte inceledikleri bu parametrelerin uzun süreli (10 ve 15 dak) basamaklı protokol için kısa süreli (4 ve 6 dak'lık) basamaklı protokolden daha büyük değerlere sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada ise uzun süreli (16 dak) basamaklı submaksimal bir protokol kullanılmıştır.

Anaerobik enerji kaynaklarının kullanılmasında supra-maksimal egzersizin süresi önemli olmaktadır (Medbo ve Tabata, 1989; 1993). 30 san ile 3 dak arasında süren böyle bir egzersizde anaerobik enerji kaynakları kullanılmakla birlikte anaerobik kapasiteyi ölçmek için, ideal egzersiz süresi olarak maksimal testler için 1-2 dakika (Olesen, 1992), supra-maksimal egzersizler için ise 2-3 dakika önerilmiştir (Medbo ve Tabata, 1993). Sunulan bu çalışmada 12 denek için 24 kere uygulanan supra-maksimal testlerin süreleri incelendiğinde, süre açısından uygulanan egzersizlerin deneklerin anaerobik kapasitelerini ortaya koyabilecek sınırlar içinde olduğu gözlenmektedir.

AOD ölçümlerinde karşılaşılabilecek hataların olası nedenlerinden biri de deneklerin tamamına sabit bir yük uygulamaktır (Medbo ve ark., 1988). Bu tür bir hatayı ortadan kaldırmak için Medbo ve ark.'ları (1988) AOD ölçümlerinde kişisel VO<sub>2</sub>- iş yükü eğrisi temel alınarak he-

## Supra-maksimal Egzersizde Oksijen Tüketimi

saplanacak olan tahmini kişisel yüklerin kullanılmasını önermişlerdir. Bu öneri ışığında sunulan bu çalışmada da kişisel VO<sub>2</sub>- iş yükü eğrisi kullanılarak tahmini supra-maksimal yükler hesaplanmıştır.

Anaerobik kapasiteyi AOD yöntemi ile hesaplama konusunda bu çalışmada kullanıcıları yöntemi eleştirmek açısından değişik çalışmaların (Green and Dawson, 1990; Bangsbo, Michalsik ve Petersen, 1993) sonuçları ışığında farklı yorumlar yapmak mümkünse de sunulan bu çalışmada deneklere SAB ve ÖĞL için kişisel sabit yükler kullanıldığı düşünüldüğünde VO<sub>2</sub><sup>SUPRA</sup> için benzer bir yaklaşımı göstermek güç ve elde edilen bulguları tartışmaktan uzaktır. Sabit yük için tahmini O<sub>2</sub> ihtiyacının SAB ve ÖĞL aynı olmasına paralel olarak elde edilen bulgular ışığında VO<sub>2</sub><sup>SUPRA</sup>'nın da SAB-ÖĞL için istatistiksel anlamlı farklı olmaması, tahmini O<sub>2</sub> ihtiyacı ile VO<sub>2</sub><sup>SUPRA</sup>'nın farkı olarak hesaplanan AOD için SAB-ÖĞL değerleri açısından doğal olarak anlamlı farklı değerler bulma beklentisini ortadan kaldırmaktadır.

**VO<sub>2</sub><sup>SUPRA</sup>:** Yaptıkları çalışmaların (Cohen, 1980; Reilly ve Down, 1986; Cable ve Reilly, 1987; Reilly ve Brooks, 1990) sonuçları ışığında bazı araştırmacılar VO<sub>2</sub>max değerlerinin öğleden sonra (özellikle vücut ısısının yüksek olduğu saatlerde) en yüksek değerine ulaştığını ve varyasyon katsayısının % 2.9 olduğunu ifade etmelerine karşın bazı araştırmacılar ise VO<sub>2</sub>max'ın gün içinde anlamlı farklılıklar göstermediğini ifade etmişlerdir (Reilly ve Down, 1986; Reilly ve Brooks, 1990; Akkurt, Gür ve Küçüköğlü, 1994). Bir başka çalışmada ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemesine karşın VO<sub>2</sub>max'ın SAB-ÖĞL farkının varyans katsayısını % 1.2 olarak tespit edilmiştir (Akkurt, Gür ve Küçüköğlü, 1994). Çalışma sonuçları arasındaki farklılık, deneklerin kişisel özellikleri ve bazı motivasyonel faktörlere bağlı olabilmektedir (Blake, 1967; Hill ve ark. 1988). Sunulan bu çalışmada bu tür bir yaklaşımla değerlendirmeler yapılmadığı için bu düşünce spekülasyondan öteye gidememektedir. Hill ve ark.'ları (1988) istirahat vücut sıcaklığını, solunumsal eşiğin altında ve üstündeki değişik iş yüklerinde VO<sub>2</sub> düzeylerini SAB (05:00-08:00) ile karşılaştırıldığında ÖĞL (15:30-18:00) saatlerinde daha yüksek olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca günün zamanı ile ilgili VO<sub>2</sub>'deki bu farklılığın solunumsal eşiğin üstündeki yüklerde daha büyük olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Hill ve ark.'ları (1988) vücut sıcaklığı ile VO<sub>2</sub> ve VO<sub>2</sub>-iş oranı eğrisi arasındaki ilişkinin (r) solunumsal eşiğin altındaki yüklerde sırası ile 0.46 ve 0.03, üstündeki yüklerde sırası ile 0.20 ve 0.33 olduğunu vurgulamışlardır. Sonuç olarak Hill ve ark.'ları (1988) " vücut sıcaklığındaki ritmin egzersize metabolik yanıtta ritm ile olan ilişkisinin sebep-sonuç ilişkisi olabileceğini" ifade etmişlerdir. Ulaşılabilen kaynaklarda supramaksimal egzersizin O<sub>2</sub> maliyeti üzerine sirkadiyan ritmin etkisini içeren bir çalışmaya rastlanmadığı için elde edilen bulguları bu doğrultuda tartışma şansı yoktur.

**Birikmiş O<sub>2</sub> Açığı (AOD):** Elde edilen bulgular, anaerobik güç ve kapasiteyi supra maksimal bir test olan Wingate testi ile değerlendirip günün farklı zaman diliminin etkilerini ortaya koyan çalışmaların sonuçları ile uyum göstermemektedir (Hill ve Smith, 1991; Melhim, 1993).

AOD ile Wingate test sonuçları arasında yüksek korelasyon olduğunu ifade eden çalışma sonuçları (Scott ve ark., 1991), elde edilen bulgular ile diğer çalışmaların sonuçları arasındaki uyumsuzluğu açıklamayı güçleştirmektedir. Bununla birlikte AOD ile Wingate pik güç ve AOD ile Wingate Ortalama Güç arasında antrenmanlı denekler için sırası ile 0.69 ve 0.64 oranındaki korelasyon değerlerinin kontrol grubu deneklerin eklenmesiyle sırası ile 0.70 ve 0.42 düzeyinde bir korelasyon düzeyine değişmiş olması, bu ilişkinin antrenman düzeyinden etkilendiği izlenimi vermektedir. Bu çalışmaya katılan deneklerin sedanter düzeyde olmaları bir oranda çelişkili sonuçları açıklayabilir niteliktedir. Ayrıca Reilly ve Down (1992) yüksek kişisel motivasyon gerektiren 30 san Wingate test sonuçları üzerine günün zaman diliminin etkisini ayırt etmede motivasyon faktörünün önemli olduğunu ve anaerobik gücün sirkadiyen varyans göstermediğini ifade etmişlerdir. Maksimal anaerobik gücü bisiklet ve sıçrama egzersizi gibi Wingate test hesaplamalarına benzer bir şekilde test eden Bernard ve ark.'ları (1998) ise erkek beden eğitimi öğrencilerini kullandıkları çalışmalarında saat 14:00 ile 18:00 arasında anaerobik güç açısından istatistiksel anlamlı farklı değerler tespit edemezken saat 09:00 ile karşılaştırıldığında ÖĞL değerlerinin anlamlı yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Anaerobik güç için sirkadiyen farklılıklar ortaya koyan çalışmalar incelendiğinde kullanılan egzersiz modellerinin 1 dakikanın altında olmasına karşın bu çalışmada bütün ölçüm değerleri için 1 dakikanın üstünde egzersiz modeli uygulanmıştır. Dolayısıyla sunulan bu çalışmanın bulguları değişik çalışmaların sonuçları ile çelişki göstermesinin nedeni çalışmalarda kullanılan egzersizlerin süresi ile ilişkili olabilir. Egzersiz süresi ile anaerobik enerji depolarını kullanım farklılıkları ile ilgili görüşler bu düşünceyi destekler niteliktedir (Medbo ve Tabata, 89; 93).

**Egzersiz Sürdürebilme Süresi:** İstatistiksel olarak anlamlı farklı değerler bulunamamasına karşın ortalama değerler temel alındığında SAB ile karşılaştırıldığında denekler ÖĞL aynı şiddetteki egzersizi daha uzun süre sürdürebildikleri gözlenmektedir. Bazı araştırmacılar VO<sub>2</sub>-max değerleri gün içinde anlamlı farklılık göstermemesine karşın deneklerin, egzersizi öğleden sonra daha uzun sürdürebilmelerini ÖĞL anaerobik kapasitelerini daha fazla kullanabilmeleri ile açıklamışlardır (Reilly and Down, 1986). Bu çalışmada anaerobik kapasitenin bir ölçütü olarak kullanılan AOD değerleri ile deneklerin egzersizi sürdürebilme süreleri arasında paralellik olmaması bulgular açısından benzer bir yorum yapmayı güçleştirmektedir. Diğer bir faktör ise egzersizin şiddetini algılamadaki farklılıklar olabilir (Ilmarinen ve ark., 1980; Reilly, 1990). Bu çalışmada egzersizin şiddetini fizyolojik olarak ortaya koyan %VO<sub>2</sub>max değerleri incelendiğinde fizyolojik olarak egzersiz şiddeti ile egzersizi sürdürebilme süresi açısından da paralellik olmadığı gözlenmektedir. Dolayısı ile egzersiz şiddeti ile ilgili yorumu sadece psikolojik boyutta yapma şansı vardır. İçeride dönük kişilik yapısında olanların SAB performanslarının daha iyi olduğu, dışarı dönük kişilerin ise ÖĞL performanslarının daha iyi olduğu görüşü (Blake, 1967) bu düşünceyi desteklemekle birlikte sunulan bu çalışmada bu yönde bir değerlendirme yapılmadığı için bu görüş spekülasyondan öteye gidememektedir.



**Güvenirlilik, Günün Farklı Zaman Dilimi, AOD ve VO<sub>2</sub>SUPRA:** VO<sub>2</sub>SUPRA ve AOD için SAB-ÖĞL karşılaştırmasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamaması SAB-ÖĞL farklılığı olmadığı veya günün farklı zaman diliminden bu parametrelerin etkilenmediği yorumunu yaptırmakla birlikte, tekrarlanan ölçümler için tespit edilen zayıf korelasyon değerleri günün farklı zaman diliminin güvenirliliği etkilediği izlenimi vermektedir. Bununla birlikte bu çalışmada bu parametrelerin güvenirliliğini aynı zaman dilimi için tekrarlayan ölçümler yaparak test edilmediği için düşük korelasyon değerlerinin günün farklı zaman diliminin bir sonucu mu olduğu yoksa tekrarlayan ölçümler için bu parametrelerin güvenirliliğin zayıf mı olduğu sorusunu akla getirmektedir. Bu ikilemin yanıtını ileri çalışmalarla her ne kadar ortaya koymak mümkünse de sunulan bu çalışmada tekrarlayan ölçümlerde kişisel sabit iş yükleri kullanıldığı düşünüldüğünde doğal olarak VO<sub>2</sub>SUPRA'nın da benzer olması beklenen bir hipotezdir.

### **SONUÇ**

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları ışığında test ettiğimiz düzeyde bireyler ve zaman dilimleri için VO<sub>2</sub>SUPRA ve AOD'nin diüurnal farklılık göstermediğini buna karşın bu parametrelerin tekrarlanan ölçümler için güvenirliliğinin günün zaman diliminden etkilendiği yorumunu yapmak mümkündür.

### **KAYNAKLAR**

- Akkurt, S., Gür, H. & Küçükoğlu, S. (1994). Performans test sonuçlarının diüurnal görünümü. **Spor Hekimliği Dergisi**, 31, 93-105.
- Bangsbo, J., Michalsik, L. & Petersen, A. (1993). Accumulated O<sub>2</sub> deficit during intense exercise and muscle characteristics of elite athletes. **Int J Sports Med**, 14, 207-213.
- Bernard, T., Giacomoni, M., Gavary, O., Seymat, M. & Falgairette, G. (1998). Time-of day effects in maximal anaerobic leg exercise. **Eur J Appl Physiol**, 77, 133-138.
- Blake, M.J.F. (1967). Relation between circadian variation of body temperature and introversion-extroversion. **Nature (London)**, 215, 896-897.
- Cable, T. & Reilly, T. (1987). Influence of circadian rhythms on arm exercise. **J Hum Mov Studies**, 13, 12-15.
- Cohen, C.J. (1980). Human circadian rhythms in heart rate responses to a maximal exercise stress. **Ergonomics**, 23, 591-595.
- Green, S. & Dawson, B. (1993). Measurement of anaerobic capacities in humans. Definitions, limitations and unsolved problems. **Sports Med**, 15, 312-327.
- Green, S., Dawson, B.T., Goodman, C. & Carey, M.F. (1996). Anaerobic ATP production and accumulated O<sub>2</sub> deficit in cyclists. **Med Sci Sports Exerc**, 28, 315-321.
- Hill, D.W., Cureton, K.J., Collins, M.A. & Grisham, S.C. (1988). Effect of the circadian rhythm in body temperature on oxygen uptake. **J Sports Med Phys Fitness**, 28, 310-312.
- Hill, D.W. & Smith, J.C. (1991). Effect of time of day on the relationship between mood state anaerobic power and capacity. **Perceptual and Motor Skills**, 72, 83-87.

- Ilmarinen, J., Ilmarinen, R., Korhonen, O. & Nurminen, M. (1980). Circadian variation of physiological function related to physical work capacity. **Scand J Work Environ Health**, 6, 112-122
- Medbo, J.I. & Burgers, S. (1990). Effect of training on the anaerobic capacity. **Med Sci Sports Exerc**, 22, 501-507.
- Medbo, J.I., Mohn, A.C., Tabata, I., Bahr, R. & Vaage, O. (1988). Anaerobic capacity determined by maximal accumulated oxygen deficit. **J Appl Physiol**, 64, 50-60.
- Medbo, J.I. & Tabata, I. (1989). Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhausting bicycle exercise. **J Appl Physiol**, 67, 1881-1886.
- Medbo, J.I. & Tabata, I. (1993). Anaerobic energy release in working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. **J Appl Physiol**, 75, 1654-1660.
- Melhim, A.F. (1993). Investigation of circadian rhythms in peak power and mean power of female physical education students. **Int J Sports Med**, 14, 303-306.
- Olesen, H.L. (1992). Accumulated oxygen deficit increases with inclination of uphill running. **J Appl Physiol**, 73, 1130-1134.
- Ramsbottom, R., Nevill, A.M., Nevill, M.E., Newport, S. & Williams, C. (1994). Accumulated oxygen deficit and short-distance running performance. **J Sports Sci**, 12, 447-453.
- Reilly, T. (1990). Human circadian rhythms and exercise. **Biomedical Engineering**, 18, 165-180.
- Reilly, T. & Baxter, C. (1983). Influence of time of day on reactions to cycling at a fixed high intensity. **Brit J Sports Med**, 17, 128-130.
- Reilly, T. & Brooks, G.A. (1990). Selective persistence of circadian rhythms in physiological responses to exercise. **Cronobiol Internat**, 7, 59-67.
- Reilly, T. & Down A. (1986). Time of day and performance on all out arm ergometry. In: Reilly T, Watkins J & Broms J (Eds), **Kinanthropometry III**. (p 296) ,London, E and FN Spon.
- Reilly, T. & Down, A. (1992). Investigation of circadian rhythms in anaerobic power and capacity of legs. **J Sports Med Phys Fitness**, 32, 343-347.
- Scott, C.B., Roby, F.B., Lohman, T.G. & Bunt, J.C. (1991). The maximally accumulated oxygen deficit as an indicator of anaerobic capacity. **Med Sci Sports Exerc**, 23, 618-624.
- Trine, MR. & William, PM. (1995). Influence of time of day on psychological responses to exercise; A review. **Sports Med**, 20, 328-337.