

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VO₂MAKS TESTLERİNDE DOĞRULAMA TESTLERİ, TEST SÜRESİ, BAŞLANGIÇ
YÜKÜ, VO₂'DE PLATO VE ERGOMETRE TÜRÜNÜN ETKİLERİ**

Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı Programı

Yüksek Lisans Tezi

Ramazan AYDINOĞLU

İZMİR

2013

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VO₂MAKS TESTLERİNDE DOĞRULAMA TESTLERİ, TEST SÜRESİ, BAŞLANGIÇ
YÜKÜ, VO₂'DE PLATO VE ERGOMETRE TÜRÜNÜN ETKİLERİ**

Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı Programı

Yüksek Lisans Tezi

Ramazan AYDINOĞLU

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA

İZMİR

2013

DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ

(Adı Soyadı)

(İmza)

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA



(Danışman)

Üye : Prof. Dr. B. Muzaffer ÇOLAKOĞLU



Üye : Yrd. Doç. Dr. Tolga AKŞİT



Yüksek Lisans Tezinin kabul edildiği tarih: 11.11.2013

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmamda bana yol gösteren, destekleri ve katkılarıyla beni hiç yalnız bırakmayan çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın başından sonuna destekleriyle hep yanımda olan saygı değer hocam Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU'na, Arş. Gör. Dr. Bülent YAPICIOĞLU'na, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok sevdiğim hocam saygı değer Prof. Dr. Rana VAROL'a ve sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Tolga AKŞİT'e, her koşulda yanımda olan arkadaşlarım Arş. Gör. Görkem Aybars BALCI, Arş. Gör. Yasin YÜZBAŞIOĞLU, Oya YİĞİTTÜRK, Hakan AS ve Gökmen UTKU'ya saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak hayatım boyunca bana inanan ve hep yanımda olan canım aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İZMİR-2013

Ramazan AYDINOĞLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLolar LİSTESİ	v
GRAFİKLER LİSTESİ	vi
RESİMLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR	viii
BÖLÜM I	
1. GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ	1
1.1.1. Araştırmanın Amacı.....	3
1.1.2. Hipotezler	3
1.1.3. Sayıtlılar	4
1.1.4. Araştırmanın Önemi	5
1.1.5. Sınırlılıklar ve Karşılaşılan Güçlükler	5
1.1.6. Tanımlar	6
1.2. GENEL BİLGİLER	8
1.2.1. Maksimal O ₂ Kullanım Kapasitesi	8
1.2.2. $\dot{V}O_{2maks}$ testleri	9
1.2.3. Kademeli Maksimal Testlerin Başlangıç Yüğü ve Süresi	9
1.2.4. $\dot{V}O_{2maks}$ 'a Ulaşıldığını Gösteren Kriterler	10
1.2.5. $\dot{V}O_{2maks}$ testlerinde Plato Fenomeni	11
1.2.6. Doğrulama (Verifikasyon) Testleri	12

1.2.7. $\dot{V}O_{2maks}$ ve VO_{2pik} kavramları	13
1.2.8. Test ergometreleri	13
1.2.6.1. Lode Excalibur Bisiklet Ergometresi.....	14
1.2.6.2. Precor EFX 576i Eliptik Bisiklet.....	15

BÖLÜM II

2. GEREÇ VE YÖNTEM	17
2.1. Araştırmanın Tipi	17
2.2. Kullanılan Gereçler.....	17
2.3. Kullanılan Yöntemler	18
2.3.1. Prosedürler	18
2.3.1.1. Uyum Seansları	18
2.3.1.2. Submaksimal Test Protokolü.....	18
2.3.1.3. Kademeli Maksimal $\dot{V}O_{2pik}$ Testleri	18
2.3.1.4. Sabit Yüklü Doğrulama Testleri	19
2.4. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	20
2.5. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	20
2.6. Örneklemenin Belirlenmesi	20
2.7. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler	21
2.8. İstatistiksel Analiz ve Değerlendirme	21
2.9. Süre ve Olanaklar	22
2.10. Araştırma Etiği	22

BÖLÜM III

3. BULGULAR	23
--------------------------	-----------

BÖLÜM IV

4. TARTIŞMA	32
--------------------------	-----------

BÖLÜM V

5. SONUÇ VE ÖNERİLER	39
-----------------------------------	-----------

6. ÖZET	41
ABSTRACT	43
7. YARARLANILAN KAYNAKLAR	45
EKLER	57
EK:1	57
EK:2	58
ÖZGEÇMİŞ	63



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 : Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri	23
Tablo 2 : Eliptik Bisiklet ile Gerçekleştirilen Tüm Kademeli ve Sabit yüklü $\dot{V}O_{2maks}$ Testlerinin Test Süreleri	23
Tablo 3 : Bisiklet Ergometresi ile Gerçekleştirilen Tüm Kademeli ve Sabit Yüklü $\dot{V}O_{2maks}$ Testlerinin Test Süreleri	24
Tablo 4 : Farklı sürelerde bitkinlik odaklı KMT'lere ait başlangıç yükü değerleri (% $\dot{V}O_{2pik}$)	24
Tablo 5 : Farklı Süre Odaklı KMT'lerin Sonunda Ölçülen SDO değerleri	25
Tablo 6 : Farklı Süre Odaklı KMT'lerin Sonunda Ölçülen KAS değerleri	25
Tablo 7 : Farklı Süre Odaklı KMT'lerin Sonunda Ölçülen AZD değerleri	26
Tablo 8 : Eliptik bisiklet ve bisiklet ergometresi testlerinden elde edilen farklı sürelerde bitkinlik odaklı KMT'lere ait $\dot{V}O_2$ değerleri ($ml \cdot kg^{-1} \cdot dk^{-1}$).....	27
Tablo 9 : Farklı Süre Odaklı KMT ve Sabit Yüklü DT'lerde $\dot{V}O_2$ 'de Plato Görülme Sıklığı	27
Tablo 10 : Eliptik bisikletten elde edilen KMT, DTI ve DTII'lere ait $\dot{V}O_2$ değerleri ($ml \cdot kg^{-1} \cdot dk^{-1}$).....	31
Tablo 11 : Bisiklet ergometresinden elde edilen KMT ve DTI'lere ait $\dot{V}O_2$ değerleri ($ml \cdot kg^{-1} \cdot dk^{-1}$).....	31
Tablo 12 : Farklı sürelerde bitkinlik odaklı KMT'lere ait $\dot{V}O_2$ değerleri ($ml \cdot kg^{-1} \cdot dk^{-1}$).....	31

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1 : Testin başından sonuna sürekli artış paternine sahip $\dot{V}O_2$ tüketimi	28
Grafik 2 : $\dot{V}O_2$ 'de plato kriterine uymayan bir zirve ve sonrasında kademeli bir düşüş	28
Grafik 3 : $\dot{V}O_2$ 'de en 30 saniye süresince gözlenen $150 \text{ ml} \cdot \text{dk}^{-1}$ 'dan küçük fark	29
Grafik 4 : $\dot{V}O_2$ 'de izlenen bir plato ve sonrasında kademeli düşüş	29
Grafik 5 : $\dot{V}O_2$ 'de izlenen bir plato ve sonrasında kademeli artış	29
Grafik 6 : Diğer	30

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1 : Testlerde kullanılan Bisiklet Ergometresi ve Eliptik Bisiklet 16



KISALTMALAR

KMT : Kademeli maksimal egzersiz testi

DT : Doğrulama (verifikasyon) testi

KAS : Kalp atım sayısı

AZD : Algılanan zorluk derecesi

SDO : Solunum değişim oranı (RPE)

SV : Atım volümü (Stroke Volume)

IAAF : Uluslararası atletizm federasyonu

RPM : Dakikadaki devir sayısı

VYO : Vücut yağ oranı

EB : Eliptik bisiklet

BE : Bisiklet ergometresi

Q : Kardiyak çıktı

BÖLÜM I

1. GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Organizmanın bir dakikada kullandığı en yüksek oksijen miktarı ($\dot{V}O_{2maks}$), sporcuların dayanıklılık performansını göstermede en önemli ölçütlerden biri olarak bilinir. $\dot{V}O_{2maks}$, Hill ve Lupton (1923) tarafından, artan efor şiddetine rağmen dokuların kullandığı oksijen miktarının üst sınırına ulaşması olarak tanımlanmıştır (1). Bu sınır, ilk olarak Taylor ve arkadaşları (1955) tarafından $\dot{V}O_2$ 'de plato olarak tanımlandıktan sonra, $\dot{V}O_{2maks}$ kavramı $\dot{V}O_2$ 'de plato ile karakterize edilmiştir. $\dot{V}O_2$ 'de plato kavramı, 30 saniye boyunca izlenen $\dot{V}O_2$ 'de 150 ml·dk⁻¹'dan küçük fark olarak bilinir (2). $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede standart olarak uygulanan kademeli maksimal testlerde (KMT) genel olarak kabul gören optimal süre, ilk kez Buchfuhrer ve arkadaşları tarafından 1983 yılında önerilen 10±2 dakikalık bitkinlik protokolleridir (3).

Ancak Noakes'ın (1997) merkezi yönetici (central governor) modelinde, standart KMT'lerde kalp kasının iskelet kaslarından önce iskemik duruma düştüğü ve potansiyel $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşmadan önce $\dot{V}O_2$ 'nin maksimal değerlerin altında bir yerde zirve yaparak düşüşe geçtiği ($\dot{V}O_{2pik}$) speküle edilmektedir (4). Noakes'ın bu iddialarına temel oluşturan en önemli bulgu, birincil test sonlandırma kriteri olarak önerilmesine rağmen, her KMT'den sonra tutarlı bir şekilde izlenemeyen ve bir fenomen olarak anılmaya başlanan $\dot{V}O_2$ 'de plato kriteridir: "*How did I AV Hill understand the $\dot{V}O_{2maks}$ and the plateau phenomania? Still no clarity?*" (5). Son yıllarda yeni tekrar-soluma (rebreathing) teknikleri kullanarak yapılan kardiyak çıktı (Q) çalışmaları da Noakes'ın iddialarını destekler niteliktedir (6, 7, 8). Önemli birkaç çalışmada $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyindeki kesintisiz yüklenmelerde üçüncü ve altıncı

dakikalarda, ~%50-70 $\dot{V}O_{2maks}$ şiddetindeki submaksimal egzersizlerde ise onuncu ve on beşinci dakikalar arasında kalp atım hacminde (Stroke Volume: SV) anlamlı bir düşüş gerçekleştiği gösterilmiştir (6, 7). Dolayısıyla ~%70 $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinden başlanarak standart kademe artışı geleneksel 10±2 dakika bitkinlik odaklı testlerle $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermeye çalışmak, maksimal değerlere yükselen kalp atım sayısının (KAS) SV düşüşünü karşılayamamasına bağlı olarak Q'nun düşmesine neden olabilir. Bu durumda $\dot{V}O_{2maks}$ yerine sadece bir pik değer elde edilmiş olur (bkz eşitlik 1)

Eşitlik 1

$$\dot{V}O_{2maks} = SV \times KAS \times [a - v O_{2farklı}]$$

Standart KMT uygulamalarıyla gerçek $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın gösterilemeyeceği varsayımının sınırdığı çalışmaların sayısı arttıkça, ilk olarak Thoden tarafından 1982 yılında önerildiği halde hakkında sınırlı bilgi sahibi olduğumuz doğrulama testleri (DT) popüler bir tartışma konusu olmuştur (9, 10, 11, 12, 13). Noakes'ın merkezi yönetici modelinin sorgulandığı birkaç önemli çalışma; kademeli testin son basamak yükünü tek kademeli bir bitkinlik protokolüyle tekrarlatarak, kalp kası iskemik duruma düşmeden sonlanan protokollerle, gerçek $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşabileceğini işaret etmektedir (8, 11, 14, 15, 16). Güncel literatürde DT'ye dayalı ortalama bitkinlik süreleri yaklaşık 3-4 dakika olarak rapor edilmiştir (9, 11).

Bu bitkinlik süreleri; Uluslararası Atletizm Federasyonu -IAAF'nin (International Association of Athletics Federations) dünya rekorlarına dayalı resmi verilerine göre, 14 Temmuz 1998 yılında Hicham El Guerrouj'in 3:26,00'lik bir dereceyle kirdığı 1500 metre koşu süresine tekâmül eder (17). Ancak KMT'lerin optimal test sürelerine odaklanılan çalışma bulguları, standart bir bisiklet ergometresi

için 7-26 dakika ve bir koşu bandı içinse 5-26 dakika gibi oldukça geniş bir aralığı işaret eder (18). Bu efor sürelerine karşılık gelen mesafeler, yine IAAF'nin resmi verilerine göre, 2000 metre (4:44,79) ve 10000 metredir (26:17,53) (17). Önerilen aralıklarda planlanacak farklı KMT'lerin bu denli geniş efor süreleriyle farklı enerji sistemleri ve yorgunluk mekanizmalarının baskın olduğu bilinen 2000 ve 10000 metre gibi atletizmin farklı dallarına tekamül ediyor olması tartışmaya açık bir durumdur.

KMT'lerin optimal sürelerine odaklanan çalışma bulgularındaki çelişki, daha yüksek bir $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşmada etkili DT'lerin ortalama sonlanma sürelerinin ~3-4 dakika bulunması, maksimal yüklenmeli eforlarda SV zirvesinin ~3. dakikalarda yakalanması ve ~6. dakikaya kadar anlamlı şekilde düştüğünün gösterilmesi; $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşmada standart kabul edilen KMT esaslarının yeniden değerlendirilmesi gerektiği fikrini akla getirmiştir.

1.1.1 Araştırmanın Amacı

Bu yüksek lisans tez çalışmasının amacı $\dot{V}O_{2maks}$ testlerinde doğrulama testleri, test süresi, başlangıç yükü ve ergometre türünün elde edilecek $\dot{V}O_{2maks}$ değerlerine etkilerini belirleyerek, elde edilecek verilere ait $\dot{V}O_2$ -zaman grafiklerinin ortaya koyacağı olası plato durumlarını incelemektir.

1.1.2 Hipotezler

Bu çalışmanın *ana hipotezi* "tahmini $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80-90'ından başlanarak ikişer dakikalık 2-3 kademe artışlı 4-6 dakikada bitkinlikle sonuçlanan kademeli

maksimal testlerle gerçek $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'a ulaşılacağı" yönündedir. Hipotezlerin kabulünde kullanılacak istatistiksel önem düzeyi $p=0.05$ ve $p<0.05$ 'dir ($p\leq 0.05$).

Çalışmamıza temel oluşturan hipotezin sınanmasında kullanılacak *alt hipotezler* şöyledir;

a) 4-6. dakikalarda bitkinlik odaklı KMT'ler, 10 ve 16. dakikalarda tükenmeyle sonlanan KMT'lere kıyasla daha büyük $\dot{V}O_2$ 'ler verir,

b) $\dot{V}O_2$ 'de plato, aynı bireylerin tekrarlayan ölçümlerinde güvenilir bir kriterdir,

c) $\dot{V}O_2$ 'de plato, $\dot{V}O_2$ -zaman eğrilerinin özellikleri değerlendirildiğinde, doğru bir test sonlandırma kriteri olarak kullanılamaz,

d) DT'ler, $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ı doğrulamada etkili ve standart olarak kullanılması gereken uygulamalardır,

e) Tüm vücut aktivasyonu sağlayan bir eliptik bisikletten elde edilecek $\dot{V}O_2$ değerleri, ilgili testlerin standart uygulamalarında kullanılan bisiklet ergo-metresine kıyasla daha büyüktür.

1.1.3. Sayıtlar

a) Sirkadiyen ritim değişimlerinin testler üzerindeki etkilerini minimize etmek için katılımcılar günün aynı saat dilimlerinde test edildi.

b) Tüm ölçümler Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu İklimlendirme laboratuvarında (climatic chamber) standart sıcaklık, nem ($22^{\circ}C$ sıcaklık, %60 bağıl nem) ve benzer ortam koşullarında yapıldı.

c) Tüm laboratuvar ekipmanı uygun şekilde çalıştı ve gerekli şekillerde kalibre edildi.

d) Tüm katılımcılara aynı standartlar gözetilerek sözel destekte bulunuldu.

e) Hiçbir katılımcı test sonuçlarına etkili olabilecek herhangi bir ergojenik destek kullanmadı.

1.1.4. Araştırmanın Önemi

Araştırmadan elde edilecek bulgular, aerobik dayanıklılık performansının en önemli kriteri olarak kabul edilen $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ı test etmede kullanılan laboratuvar yöntemlerinin geçerliliğini arttıracaktır. Sınanacak hipotezlerin kabul edilmesi durumunda daha doğru bir KMT süresi, bu sürelerde bitkinlik yaratacak yeni bir başlangıç yükü önerilirken, fitness tipi bir eliptik bisikletin en yaygın test yöntemlerinin birinde ne kadar önemli bir ergometre seçeneği olabileceğine vurgu yapılacaktır. Ek olarak bir fenomen olarak nitelendirilen $\dot{V}O_2$ 'de plato konusuna açıklık getirilerek, bu durumun test süresi ve ergometre tipinden ne düzeyde etkilendiği de saptanmış olacaktır. Bu tez çalışmasının sonunda tartışmaya açılacak tüm konuların, performans laboratuvarlarında gerçekleştirilen pratik uygulamalar için önemli olacağı düşüncesindeyiz.

1.1.5. Sınırlılıklar ve Karşılaşılan Güçlükler

Çalışmaya dahil edilme kriteri olarak kabul edilen $50 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$ $\dot{V}O_2$ kullanım düzeyi, tekrarlayan maksimal testlerden kaynaklanan gecikmiş kas ağrıları,

testler sırasında oluşan hafif düzeydeki eklem ağrıları, vb. rahatsızlıklar, iklimlendirme laboratuvarının otomasyon sisteminde yaşanan teknik bir takım problemlerin çalışma süresini uzatması, uzayan testleme günlerinin katılımcılarda yarattığı muhtemel bıkkınlık gibi durumlar çalışma ekibimizin karşılaştığı güçlükler olarak kabul edilebilir. Çalışmamızın en önemli sınırlılıkları, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede oldukça yaygın olarak kullanılan bir ekipman olmasına rağmen koşu bandının bu çalışmaya dahil edilememiş olması ve çalışmanın sadece 8 gönüllü erkek bireyle yapılabilmiş olmasıdır. Bilindiği gibi daha geniş bir popülasyondan elde edilen verilere dayalı olarak ifade edilecek istatistiksel bulgular, çalışmanın etki gücünü arttıracaktır.

1.1.6. Tanımlar

Doğrulama testi: Maksimal kademeli egzersiz testleriyle açığa çıkarılan $\dot{V}O_2$ değerinin gerçek bir maksimal değer olup olmadığını anlamak için yapılan sabit yüklü kesintisiz bir bitkinlik protokolüdür.

Kademeli egzersiz testi: $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı açığa çıkarmada kullanılan, test yükünün kademeli artışlarla uygulandığı bir bitkinlik protokolüdür.

$\dot{V}O_{2maks}$: Organizmanın bir dakikada kullandığı maksimal oksijen miktarı.

$\dot{V}O_{2pik}$: Organizmada maksimal değerlerin altında kalan zirve oksijen kullanım değeri.

Maksimal: En yüksek sınır değer, üst sınır.

VO₂'de Plato: Dakikada 150 ml altındaki küçük dalgalanmalarla karakterize edilen zamana göre $\dot{V}O_2$ yanıtı.

Submaksimal: Egzersizde maksimal performansın altında kalan performans ölçüt ifadesidir. Genellikle maksimal değerin %90'ı ve altındaki değerler için ifade edilir.

Non-invaziv yöntem: Vücut içi (invaziv) herhangi bir müdahale olmaksızın yapılan ölçüm.



1.2 GENEL BİLGİLER

1.2.1 Maksimal O₂ Kullanımı ($\dot{V}O_{2\text{maks}}$)

Maksimal oksijen kullanımı ($\dot{V}O_{2\text{maks}}$) ilk kez Hill ve Lupton tarafından 1923'te ortaya atılmıştır ve bireylerin bir dakikada kullanabildiği en yüksek oksijen miktarını ifade eder. $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ genellikle bir dakikada vücut kütesinin kilogramı başına tüketilen O₂ miktarının mililitre cinsinden karşılığı (O₂ ml·kg⁻¹·dk⁻¹) şeklinde bağıl olarak ifade edilir. Hill ve Lupton (1923)'a göre, kardiyovasküler sistemin kas dokularına O₂ iletilme kapasitesinin bir üst sınırı vardır ve yüksek $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ kapasitesi dayanıklılık performansının en önemli unsurlarından biridir (1). Smith ve arkadaşları (2003), $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'a karşılık gelen koşu hızı ve bu hızın sürdürülebilirliğinin dayanıklılık performansı için büyük önem taşıdığını, $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ şiddetinde planlanan dört haftalık interval antrenmanların 3000 m koşu zamanında anlamlı bir iyileşme sağladığını göstermiştir (19). Billat ve arkadaşları (1996), kademeli artan koşu bandı testi ile $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'a ulaşılan hızın orta mesafe koşu performansı için önemli bir gösterge olduğunu belirtmiştir (20). $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ın %60 ile %105'i düzeylerine karşılık gelen yüklerle planlanan anaerobik eşik (AnE) ve üzeri kesintisiz yükler, tempo ve yaygın aralıklı (interval) yüklenmeler, $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ gelişiminde kullanılan en etkili yöntemler olarak bilinir (21). Son yıllarda yapılan birkaç önemli çalışma, %120 $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ yükleriyle yapılan yüksek yoğunluklu interval antrenmanların da $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ gelişiminde etkili olduğu göstermiştir (22). Kesintisiz yükler $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ gelişiminde daha çok kapilarizasyon, mitokondriyal yoğunluk, aerobik enzim kapasitesi artışı vb. periferik adaptasyonlar sağlarken (a-vO₂), daha yoğun ve aralıklı yüklerin $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ın merkezi boyutuna (Q) etkili olduğuna inanılmaktadır (bkz. Eşitlik 1) (23).

1.2.2. $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ Testleri

Sporcu grupların testlerinde $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ı doğru saptamak önemli bir konudur. $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ın dayanıklılık performansını göstermedeki başarısı oldukça yüksek korelasyonlu değerlerle ortaya konmuştur. $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ı göstermede kullanılan non-invaziv yöntemler doğrudan ve dolaylı ölçüm yöntemleri olarak ikiye ayrılabilir. Doğrudan ölçüm yöntemleri daha geçerli ve güvenilir bulunurken, dolaylı metotlar pahalı donanımlar gerektirmeyen daha pratik ölçüm yöntemleridir. Solunum gazlarının analiz edildiği laboratuvar ölçümlerinde, aralıklı ya da kesintisiz sabit yüklerin kullanıldığı protokollere kıyasla, egzersiz yükünün kademeli olarak artırıldığı bitkinlikle sonuçlanan kademeli maksimal egzersiz testlerini (KMT) kullanmak daha yaygın bir uygulamadır. Astrand, Balke ve Bruce gibi oldukça önemli bilim insanlarının isimleriyle anılan ve standartları oluşmuş test prosedürleri bulunmasına rağmen (24, 25), önemli laboratuvarların uygulamalarında standart olarak kabul ettikleri farklı test esaslarını görmek de mümkündür (26).

1.2.3. Kademeli Maksimal Testlerin Başlangıç Yüğü ve Süresi

KMT'lerin optimal test sürelerine odaklanan çalışma bulguları, standart bir bisiklet ergometresi için 7-26 dakika ve bir koşu bandı içinse 5-26 dakika gibi oldukça geniş bir aralığı işaret eder (18). Ancak yaygın uygulama 10 ± 2 dakikada bitkinlikle sonuçlanan KMT'lerdir (3). Bu süreler ilk olarak, Buchführer ve arkadaşlarının (1983), yaş ortalaması $36,0 \pm 9,7$ yıl ve $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ değerleri $52,0 \pm 8,4$ $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dk}^{-1}$ olan beş erkek denekle yaptıkları bir çalışma raporunda sunulmuştur. Orta düzey antrene sporcularda yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, 10 ± 2 dakika bitkinlik odaklı KMT'lerin başlangıç yüğü $\sim 50-60$ $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'a ve yaklaşık olarak

AnE düzeylerine karşılık gelmektedir (27). Fakat elit sporcularda yapılan çalışmalar, $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ve AnE hızlarının ($v\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ve $v\text{AnE}$) oldukça yüksek olduğunu, AnE düzeylerinin $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'a oldukça yakın değerlerde seyrettiğini, dolayısıyla aradaki farkın (Δ) oldukça düşük bulunduğunu rapor eder (28, 29, 30). Ancak elit sporcuların KMT'lerinde de geleneksel yaklaşım; AnE düzeyinden ($\sim\%90 \dot{V}O_{2\text{maks}}$) başlayarak planlanan kademeli testler için 10 ± 2 dakika olarak benimsenmektedir.

1.2.4. $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'a Ulaşıldığını Gösteren Kriterler

$\dot{V}O_{2\text{maks}}$ testlerinde gerçek sınırlara ulaşıldığını kontrol etmede kullanılan birincil kriter $\dot{V}O_2$ 'de gözlenen platodur. Plato, ilk olarak Taylor ve arkadaşları (1955) tarafından test sırasında kademeli artan yüke rağmen $\dot{V}O_2$ 'de ortaya çıkan farkın dakikada 150 ml'den düşük bulunması olarak tanımlanmıştır (2). Bir sonlandırma kriteri olarak plato, yaklaşık 30 saniyelik sürelerde gözlenmesi durumunda testin sonlandırılabilceği bir ölçüt olarak belirlenmiştir.

Sonraki yıllarda kalp atım sayısı (KAS), solunum değişim oranı (SDO), total pik kan laktatı (La) ve 15 birimlik (6-20) Borg skalasında gösterilen algılanan zorluk düzeyi (AZD) gibi parametreler ikincil ölçütler olarak kullanılmışlardır. İkincil ölçütler maksimal KAS'm (220-yaş) $\%90$ 'ndan büyük nabız yanıtı (31), 1,10'dan büyük SDO (32), 8 mmol·ml⁻¹ den yüksek test sonu kan La (33) ve AZD'de 19-20 değerleri olarak kabul edilir (10, 34, 35).

$\dot{V}O_{2\text{maks}}$ testlerinde ikincil kriterlerin oluşmasındaki ihtiyaç, testlerin $\dot{V}O_2$ 'de saptanan platoya dayalı olarak sonlandırılması değil, testin sonlarına doğru oluşan bitkinlik nedeniyle sporcuların artan sözel desteğe rağmen performanslarını devam

ettirememeleri ve testi “istemli” bir şekilde sonlandırılmalarından doğmuştur. Dolayısıyla sporcunun bitkinliğiyle sonuçlanan bir testte, sonlandırma kriteri olarak tarif edilen tüm ölçütler aslında testleri sonlandırmada değil, sonuçların doğruluğunu analiz etmede kullanılır.

1.2.5. $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ Testlerinde Plato Fenomeni

Platonun bir fenomen olarak değerlendirildiği çalışmalar 1980’li yıllara dayanır (36). Hill ve Lupton (1923)’in klasik “anaerobik/katastrofik” görüşünün aksine, Noakes’ın 1997 ve 1998 yıllarında ortaya attığı “merkezi yönetici” modeli, $\dot{V}O_2$ ’de plato üzerinden tartışılmıştır. 1990’lı yılların sonundan itibaren yapılmış önemli çalışmalar, $\dot{V}O_2$ -zaman eğrisinin her zaman plato vermediğini göstermiştir (8, 34, 37, 38). Benzer çalışma bulgularına göre, $\dot{V}O_2$ giderek yükselirken test sonlanabilir, giderek yükselen değerler bir zirve vererek düşüşe geçebilir yada plato benzeri bir görüntü vererek tekrar artabilir (35). Wagner (2000) çalışmasında, $\dot{V}O_2$ ’de platoya rastlanamamasının en önemli nedenini; $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ testleri sırasında bacak kaslarındaki yorgunluk ve solunum güçlüğüyle ortaya çıkan zorlayıcı ve rahatsız edici durumlar olarak ortaya koymuştur. Bu çalışmada platonun sadece yüksek düzeyde motive ve toleransı yüksek sporcularda görülebileceği speküle edilmektedir (39). Lucia ve arkadaşları (2006), $73,5 \pm 0,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dk}^{-1}$ $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ değerine sahip 38 yüksek düzeyde antrene sporcudan alınan sonuçların %47’sinde $\dot{V}O_2$ ’de plato saptarken, $42,7 \pm 5,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dk}^{-1}$ $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ değerine sahip iyi antrene olmayan 37 sporcunun testinde bu oranın %24 olduğunu belirterek; yüksek tampon kapasitesi gibi fizyolojik farklılıkların plato görülme ihtimalini arttırdığını belirtmiştir (40). Ancak Doherty ve Noakes (2003), yarı maraton ve maraton koşmuş

elit 34 erkek ve 16 kadın sporcunun testlerinde plato görülme sıklığını sırasıyla 39% ve 25% olarak açıklayarak söz konusu iddiaların aksini ortaya koymuşlardır (41). Noakes'ın (1996) iddialarıyla tekrar tartışılmaya başlayan plato kriteri, elde edilen farklı sonuçlar ile güncel literatürde bir fenomen olarak anılmaya ve güncel çalışmalara konu olmaya devam etmektedir.

1.2.6. Doğrulama (Verifikasyon) Testleri

Doğrulama testleri, ilk olarak Thoden'in 1982 yılında yazdığı "Testing Aerobic Power" isimli kitabında önerilmiştir (42). Birkaç önemli derlemeden (9, 16, 43) aktarılanların dışında, Thoden'in ilk hipotetik yaklaşımı konusunda net bir bilginiz olmasa da, konuyla ilgili ilk terminoloji "exhaustion phase" yani KMT sonrası sporcunun tekrar tüketildiği bir test aşaması olarak kullanılmıştır. Uzun yıllar göz ardı edilen bir bilgi olmasına rağmen bitkinlik aşaması, 2000'li yılların başında tekrar gündem konusu edilmiş ve literatürde "verification phase" yani doğrulama fazları olarak anılmaya başlanmıştır (11). Bu tez çalışmasında söz konusu aşama için "doğrulama testi" (DT) ifadesi tercih edilmiştir. DT aşaması, 30-45 dakikalık bir toparlanma periyodunun ardından, KMT uygulamalarıyla aynı test seansı içinde ve genellikle KMT'nin son basamak yükü kullanılarak tek kademeli bir test olarak uygulanır.

DT'ler güncel birtakım araştırmalara konu edilmiştir (8, 9, 13-15, 34, 38, 43-46). Bu çalışmalardan birkaçında ortalama değerlere ait yükselişler gösterilmiş olsa da, KMT'ye oranla DT'lerden elde edilen değerlerde tüm grubun ortalamasına ait anlamlı ($p \leq 0.05$) yükselişler saptanmamıştır (8, 15, 38, 41, 43). Güncel literatürde DT uygulamaları halen tartışmaya açık bir konudur.

1.2.7. $\dot{V}O_{2maks}$ ve $\dot{V}O_{2pik}$ Kavramları

Spor bilimlerine ait terminolojinin kullanımı konusunda hassasiyet gösteren bir grup bilim insanı, KMT'den elde edilen değerlerin $\dot{V}O_{2maks}$ olarak adlandırılmasının doğru olmayacağı ihtimalinden yola çıkarak " $\dot{V}O_{2pik}$ " kavramını ortaya atmıştır (9, 13, 43). KMT'lerden alınan $\dot{V}O_2$ yanıtlarının plato kriterini göstermediği durumlarda, sporcunun $\dot{V}O_{2maks}$ 'a değil, sadece bir pik (zirve) değere ulaştığı öne sürülerek; tespit edilen $\dot{V}O_2$ 'nin gerçek maksimal bir değer olup olmadığını görebilmek için DT aşamasına geçilmelidir. Dolayısıyla ancak DT'den elde edilen sonuca dayalı olarak alınacak değer " $\dot{V}O_{2maks}$ " olarak ifade edilebilir (9). Şayet DT'den elde edilen değer, KMT'den elde edilen değerlerden düşükse, en yüksek değer $\dot{V}O_{2maks}$ olarak dikkate alınır. Bazı araştırmacılar çalışma sonuçlarını rapor ederken KMT'den elde edilen $\dot{V}O_2$ değerini $\dot{V}O_{2maks}$ olarak gösterdikleri durumlarda, DT'den elde edilen $\dot{V}O_2$ değerlerini " $\dot{V}O_{2maks}$ " anlamına gelen " $\dot{V}O_{2verif}$ " olarak ifade etmeyi tercih etmişlerdir (43).

1.2.8. Test Ergometreleri

En yaygın kullanıma sahip laboratuvar ergometreleri koşu bantları ve bisiklet ergometreleridir. Ancak birbirlerine kıyasla avantaj ve dezavantajları tartışmaya açık bir konudur. Timoty D. Noakes tarafından 2008 yılında yayımlanan önemli bir derlemede; koşu bantlarının atletik performansı değerlendirmede gerçeklikten uzak donanımlar olduğunun vurgulanması (37), Roy J. Shephard (2009) gibi önemli isimlerin de müdahil olduğu bir takım tartışmaların başlamasına neden olmuştur (47). Koşu, birçok spor branşın uygulamasında var olan bir hareket paterni olduğundan,

koşu bandı kullanımı çokça tercih edilse de, solunum gazlarının ölçümünde ve tekrar-soluma tekniği uygulamalarında problem yaratabilir. Yine de, yapılan aerobik güç testlerinde, koşu bandı bisiklet ergometresine kıyasla daha yüksek $\dot{V}O_{2maks}$ değerleri verir (48). Eliptik bisikletler ise günümüz itibariyle halen fitness tipi donanımlar olarak üretilen sistemlerdir.

1.2.8.1. Lode Excalibur Bisiklet Ergometresi

Bilinen ilk bisiklet ergometreleri 1950'li yıllarda geliştirilen basit donanımlı mekanik fren sistemine sahip prototiplerdi. $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede kullanılan ilk bisiklet testi, yine aynı yıllarda Astrand tarafından rapor edilen bir çalışmada kullanılmıştır (33). $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede bisiklet ergometresinin yaygınlaşmasının en önemli nedenleri; sistemlerin basit ve anlaşılır olmaları, tamirat kolaylıkları, kademeli testlerin yük artışlarında sağladığı kolaylık, sabit pozisyon ayarı vb. olarak sıralanabilir (49). Bunun yanında tekrar-soluma tekniğinin kullanıldığı kardiyak çıktı çalışmalarında, katılımcıların bisiklet ergometresi üzerinde oturur pozisyonda olması, tekniğin kullanımını kolaylaştırdığından bisiklet ergometreleri tercih sebebi olmuştur (51). Dolayısıyla oldukça önemli referans çalışmalarında pek çok konu ve fenomen, bir bisiklet ergometresi kullanılarak tartışılmıştır (52). Ancak pek çok avantajının yanında, bir branşa özgü olması, her açıda pedallama (over-all pedalling) tekniğini bilmeyen sporcuların yaşadıkları adaptasyon eksiklikleri, sadece alt ya da üst ekstremite kaslarının etkili bir şekilde işe dahil edilebilmesi, vb. durumlar önemli dezavantajlar olarak gösterilmektedir (53).

Günümüzde kullanılan en donanımlı bisiklet ergometrelerinden biri Lode Excalibur® bisiklet ergometresidir. Bilgisayar kontrollü elektromanyetik dirençli bir

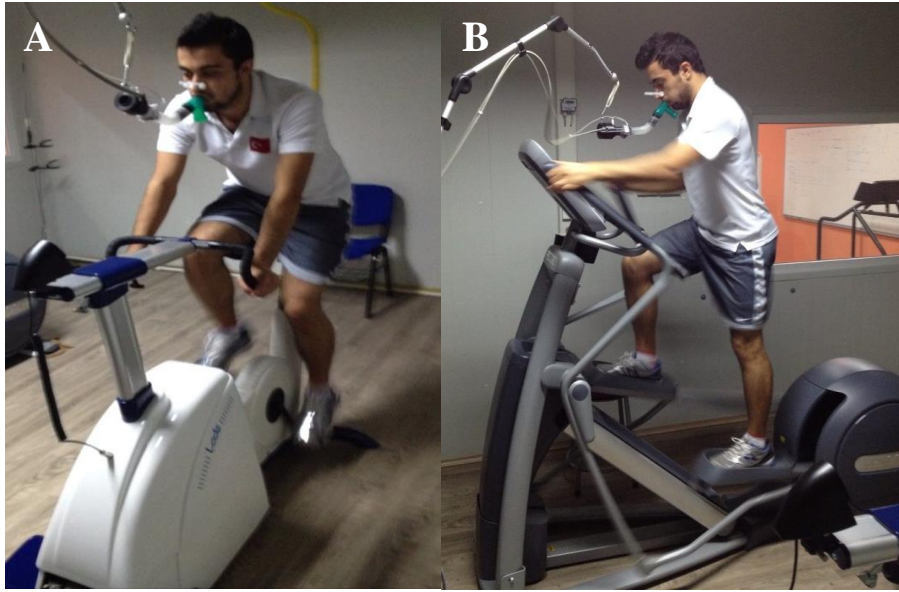
ergometre olan Lode Excalibur®, klasik bir bisiklet ergometresi olarak kullanılabileceği gibi, farklı kadanslarda güç çıktısının sabitlenebildiği “fixed torque (hyperbolic)”, pedal devir sayısının sabitlenebildiği “izokinetik”, pedal devir sayısı arttıkça yükü arttıran “lineer” modda ya da özel “antrenman ayarları” moduyla kullanılabilir (50).

1.2.8.2. Precor EFX 576i Eliptik Bisiklet Ergometresi

1990’lı yılların sonlarında eliptik bisikletler (Elliptical Trainer) literatürde yer almaya başlamıştır (54). Literatürde yer alan 40’ın üzerinde çalışmada, bir test cihazı olarak eliptik bisiklet oldukça umut vermiştir. Kinematik çalışmalardan başarılı sonuçlar alınarak (55,56), cihaz donanımına ek çeşitli modifikasyonlar geliştirilmiştir (57-59). Egzersizlerden alınan fizyolojik ve algısal yanıtların referans alındığı birçok çalışmada eliptik cihazlar; koşu bantları, bisikletler, stair-stepper vb. donanımlara kıyasla birçok yönden daha başarılı bulunmuştur (60-68). Sınırlı literatür içinde eliptik üzerinde yapılan EMG çalışmalarının tamamı olumlu sonuçlar vermiştir (69-71). Sekiz ayrı kasın EMG analizi sonuçlarına dayalı olarak, eliptik bisikletler, koşu bandı ve bisiklet ergometreleriyle karşılaştırılarak; biceps brachii, triceps trachii ve deltoid kasları başta olmak üzere üst ekstremiteye ait kasların da harekete etkin bir şekilde katılımıyla etkili bir tüm vücut aktivasyonu sağlamada etkili olmuştur (70).

İlk eliptik cihazlar direnç üretmeyen basit donanımlar olarak piyasaya sürülen “air walker” tipi sistemlerdi. İlerleyen yıllarda ayak tabanının yere göre hareketine uygun açılar kazandırılarak sistemlere eklenen direnç seçenekleriyle daha verimli olarak kullanılabilecek donanımlar haline getirilmişlerdir. Bu donanımlar

literatürde “elliptical trainer” yani eliptik alıştırıcılar olarak bilinirler. Söz konusu donanımlarda en önemli Ar-Ge alışmaları Precor Őirketi tarafından yapılmıştır ve önemli patent hakları yine aynı Őirkete aittir. Bu tez çalışmasında kullanılan Precor® marka 576i model eliptik bisikletler, lineer modda g üreten elektromanyetik dirençli donanımlardır. Ozkaya ve arkadaşları, 2008 yılından günümüze yaptıkları bir dizi çalışmayla; uygun Şekilde modifiye edilen eliptik bisikletlerin anaerobik performansı göstermede oldukça geçerli ve güvenilir donanımlar olduklarını, eliptik bisikletle yapılan maksimal eforlu (all-out) testlerin bisiklet testlerine kıyasla daha düşük aerobik katkıyla rölatif olarak daha yüksek anaerobik güç verisi sağlayabileceğini iddia etmişlerdir (53,72-75). Günümüze kadar eliptik bisiklet kullanarak $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyini non-invaziv yollarla test eden bir maksimal (76), iki submaksimal test protokolü (77,78) standart koşu bandı protokolleri esas alınarak uygulanmış olsa da; bu çalışmalar eliptik bisikletler için en uygun test süresi ve test yükü gibi önemli konulara değinmekten oldukça uzak deneysel metotlar kullanılarak yapılmıştır.



Resim-1 Testlerde kullanılan Bisiklet Ergometresi (A) ve Eliptik Bisiklet (B)

BÖLÜM II

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Tipi

Bu araştırma çaprazlanan deney tasarımının kullanıldığı, tekrarlanan ölçümlerden oluşan, deneysel bir çalışmadır.

2.2. Kullanılan Gereçler

$\dot{V}O_2$ kullanımı, $\dot{V}CO_2$ üretimi ve SDO ölçümlerinde non-invaziv tekrar soluma yöntemiyle kardiyak çıktı alabilme özelliği olan Innocor marka bir gaz analizörü kullanıldı (Innocor[®] Inno0500, Innovision A/S, Odense, Denmark). KAS ölçümleri Polar marka telemetrik bir nabız ölçer yoluyla kaydedildi (Polar[®] RS 400, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandiya). Performans testlerinde elektromanyetik dirençli bir bisiklet ergometresi olan Lode Excalibur Sport (Lode Excalibur[®], Grunningen, Holland) ve yine elektromanyetik dirençli Precor[®] marka bir eliptik bisiklet (Precor Inc. EFX576i, Woodinville, WA, USA) kullanıldı. Boy ve kütle ölçümlerinde laboratuvar tipi bir boy ve kütle ölçer kullanıldı (Seca[®] 767, USA).

2.3. Kullanılan Yöntemler

2.3.1. Prosedürler

2.3.1.1. Uyum Seansları

Katılımcıların deney düzenine, laboratuvar koşullarına, test ergometrelerinin tasarım özelliklerine, gaz analizörünün ağızlık, burun klipsi vb. parçalarına uyum sağlayabilmeleri için bir canlandırma yapıldı. Uyum seansının ikinci yarısında, katılımcılar oldukça düşük bir yükte başlayan ve her biri dört dakikadan oluşan beş kademe artışlı bir protokole tabi tutularak tahmini aerobik eşik (130-150 nabız; $\sim\%40-50 \dot{V}O_{2\text{pik}}$) düzeylerine çıkarıldı. Bu yolla katılımcıların ergometrelerdeki test hızlarına (75 rpm ya da 150 adım $\cdot\text{dk}^{-1}$) ve yüklere adaptasyonu sağlandı.

2.3.1.2. Submaksimal Test Protokolü

Submaksimal testler, dörder dakikalık beş kademededen oluşturuldu. Testlerin başlangıç yükü olan 130-150 nabız seviyelerinden itibaren yük artışları test sonunda katılımcıların Karvonen yedek nabız formülüne göre maksimal nabız yedeğinin $\%80'$ ini geçmeyecekleri şekilde (yaklaşık AnE) ayarlandı ($\%40-50 \dot{V}O_{2\text{pik}}$ 'den, $\%60-70 \dot{V}O_{2\text{pik}}$ 'e kadar). Test başlamadan önce ve test sırasında kesintisiz olarak KAS, $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ ve SDO kaydedildi. Ayrıca her kademenin son 15 saniyesinde AZD sorgulandı.

2.3.1.3. Kademeli Maksimal $\dot{V}O_{2\text{pik}}$ Testleri

Katılımcılara, kademeli testlerden önce beş dakikalık ısınma ve hemen akabinde yine beş dakikalık hafif germe egzersizleri yaptırıldı. Ayrıca vücut kütlesine göre bağlı $\dot{V}O_2$ hesaplamasında kullanılacağı için her test ölçümü

öncesinde katılımcıların beden kütleleri yeniden ölçüldü. Her iki ergometre için submaksimal testlerden sağlanan verilere dayalı olarak hesaplanan yüklerle, ikişer dakikalık standart kademe artışları içeren ve 4. (2×2dk), 6. (3×2dk), 10. (5×2dk) ve 16. (8×2dk) dakikalarda bitkinlik odaklı testler yapıldı. Tüm testlerde; eliptik bisiklette 150 adım·dk⁻¹, bisiklet ergometresinde 75 rpm sabit kadanslar kullanıldı. Eliptik bisiklet için her bir kademenin yük artışı “1 direnç seviyesi” olarak belirlenirken, bisiklet ergometresinde bu seviye “20-25 watt” olarak planlandı. İstirahat ve testler sırasında kesintisiz olarak KAS, $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, SDO kaydedildi ve bu değerlerin her kademenin son 30 saniyesindeki ortalamaları dikkate alındı. Ayrıca her kademenin son 15 saniyesinde AZD sorgulandı. Eliptik bisiklet için 130 adım·dk⁻¹, bisiklet ergometresi için 50 rpm altına beş saniye ve üzeri düşüş görülmesiyle karakterize olan bitkinlik durumu, testlerin sonlandırılmasında esas kabul edildi. Sonlandırılan KMT’ler için amaca uygunluk; SDO’da 1.10 ve üzeri değerler, maksimal KAS’nın %90’ının üzerinde KAS yanıtı, AZD’de 19-20 değerleri ve $\dot{V}O_2$ ’de 150 ml·kg⁻¹·min⁻¹’den küçük fark olarak karakterize edilen plato esas alınarak değerlendirildi.

2.3.1.4. Sabit Yüklü Doğrulama Testleri

Sabit yüklü DT protokollerine ait literatür eksikliği nedeniyle DT’ler KMT’lerle aynı seans içinde ve bir diğer gün olmak üzere her bir katılımcının her yükü için iki kez tekrar edildi. İlk DT uygulamaları (DT_I) KMT’nin ardından 45-60 dakika dinlendirildikten sonra aynı test seansı içinde, ikinci DT uygulamaları (DT_{II}) ise 24 saat sonra özel bir test seansında tekrarlatıldı. Tüm DT’lerde kademeli testin son basamağına denk gelen %100 $\dot{V}O_{2pik}$ yükü kullanıldı. DT’lerde kullanılan sabit

kadans, veri alma ve kaydetme şekli, testlerin amaca uygunluğunu kontrol etmede kullanılan kriterler, vb. esaslar, KMT testleri için benimsenenlerle aynıydı.

2.4. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma, Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu iklimlendirme laboratuvarında, 05-24.10.2013 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Testler sırasında sporcuların olası bir sağlık problemine karşı, Uzm. Dr. Onur ORAL hazır bulundu.

2.5. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

İzmir il sınırları içinde lisanslı olarak spor yapmakta olan erkek sporcular bu çalışmanın evrenini oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemini ise en az dört yıldır düzenli antrenman yapan, haftalık antrenman kapsamı 6-8 saat olan ve en az 50 mL·kg⁻¹·min⁻¹ $\dot{V}O_2$ kullanım düzeyine sahip lisanslı 8 erkek sporcudan oluşturuldu (yaş: 22,1±2,6 yıl; boy: 179,0±6,5 cm; kütle: 72,7±10,0 kg; vücut yağ yüzdesi: %11,5±2,5).

2.6. Örneklem Belirlenmesi

Çalışmamıza katılan kişilerde aranan dahil edilme kriterleri; a) erkek olmak, b) 18-35 yaş aralığında olmak, c) en az dört yıldır düzenli antrenman yapıyor olmak, d) haftalık antrenman sıklığının en az üç gün ve haftalık antrenman kapsamının en az sekiz saat olması, e) lisanslı sporcu olmak, f) 50 mL·kg⁻¹·min⁻¹ $\dot{V}O_2$ kullanım

düzyine sahip olmak, g) sigara ve alkol kullanmıyor olmak, sistemik bir rahatsızlığı bulunmamak, h) kardiyovasküler performansı etkileyebilecek yasal veya yasal olmayan herhangi bir ergojenik yardımcı kullanmıyor olmağı. Bu kriterlere uygun sporcular gönüllü olarak çalışmaya alındı. Katılımcıların anamnezi değerlendirilerek, sağlıklı olduğı kabul edilen sporcular çalışma grubuna dahil edildiler. Çalışmaya katılabilecek 20 kişi taramadan geçirildi ve kriterleri sağlayan 8 kişi çalışmaya alındı. Çalışmaya katılan gönüllülere, uyum seanslarından önce çalışmanın amacı, yararı, yapılacak testler ve testler esnasında meydana gelebilecek olası riskler hakkında bilgi verildi. Katılımcıların hazırlanan bilgilendirilmiş gönüllü olur formlarını doldurmaları sağlanarak yazılı onayları alındı. Katılımcılardan, ölçümlerden en az 48 saat öncesinden itibaren ağır egzersizler yapmamaları ve son öğünü testlerden en az 2 saat önce tamamlamış olmaları istendi.

2.7. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

Çalışmada kullanılan bağımlı değişkenler $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, SDO, KAS ve AZD'dir. Ergometre türü, $\dot{V}O_{2maks}$ testlerinin süreleri, yükü ve platoya rastlanma durumu ise çalışmanın bağımsız değişkenlerini oluşturmaktadır.

2.8. İstatistiksel Analizler ve Değerlendirme

Bu çalışmanın verileri IBM® SPSS® 20.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi (Copyright IBM Corporation 1989, 2011). Tanımlayıcı istatistikler ortalama değerler \pm standart sapma şeklinde ifade edildi. İlgili verilerin normal dağılma uygunluğı Skewness-Kurtosis testleriyle değerlendirildi. Varyansların

eşitliği varsayımı, Levene'nin varyans eşitliği testiyle sındı. Çalışmada kullanılan ergometre türü, KMT ve DT'lerde test süreleri, yük ve platoya rastlanma durumu gibi bağımsız değişkenlerin; $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, SDO, KAS ve AZD gibi bağımlı değişkenler üzerindeki olası etkileri ve etkiler arasındaki olası farklar tek yönlü varyans analizleri (ANOVA) sonrası gerçekleştirilen post-hoc (LSD) yöntemiyle belirlendi. Bütün testler için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p \leq 0.05$ olarak kabul edildi.

2.9. Süre ve Olanaklar

Araştırma 2013 yılında planlanmış olup tez önerisi kabul edildikten sonra 04.10.2013 tarihinde etik kurul onayı alındı. Deneysel ölçümler 05.10.2013 ile 24.10.2013 tarihleri arasında yapılarak, veriler araştırmacı tarafından kaydedildi. Kalan sürede verilerin derlenmesi, istatistik analizi ve tez yazımı gerçekleştirildi.

2.10. Araştırmanın Etiği

Araştırma, Şifa Üniversitesi Rektörlüğü, Klinik Araştırmaları Etik Kurulu'ndan, 04.10.2013 tarih ve B.30.2.ŞFÜ.00.50.500/61 sayılı belgeyle gerekli onayı aldı (Ek 1). Katılımcılara araştırma hakkında yazılı bilgi verilerek, bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatıldı (Ek 2).

BÖLÜM III

3. BULGULAR

Çalışmamıza katılım gösteren gönüllülerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri (n=8)

	Ortalama± SS	%CV	Min	Maks	Skew	Kurt
Yaş (yıl)	22,6±2,6	11,70	18,00	26,00	-0.12	-0.19
Boy (cm)	179±6,5	3,65	172	188	0.37	-1.74
Beden Kütlesi (kg)	82,7	13,6	56,5	107	-0.52	-0.19
VYO (%)	11,5±2,5	25,9	7	14,2	0.40	-0.32
Spor yaşı (yıl)	11,3±4	29,1	6	14	0.61	0.96
$\dot{V}O_{2maks}$ (ml·kg ⁻¹ ·dk ⁻¹)	58,2±7	12	51	69,7	1.02	-1.74

VYO%: Vücut yağ oranı; $\dot{V}O_{2maks}$: Maksimal oksijen kullanım düzeyi.

Çalışmamızı ana hatlarını ortaya koyan test süresi ve başlangıç yükü bulgularına göre; eliptik bisiklet ve bisiklet ergometresi ile yapılan tüm süre odaklı KMT'ler hedeflenen süreler içinde tamamlandı (Tablo 2-3). KMT'lerin son yükü ile yapılan sabit yüklü DT'lerin sonlanma süreleri Tablo 2 ve 3'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Eliptik Bisiklet ile Gerçekleştirilen Tüm Kademeli ve Sabit yüklü $\dot{V}O_{2maks}$ Testlerinin Test Süreleri

	Ort (±Ss)	Minimum	Maksimum	Skew	Kurt
4' KMT	4:14±0:26	03:32	04:55	-0,26	-0,08
6' KMT	6:20±0:17	06:57	06:01	1,42	2,51
10' KMT	9:29±0:28	08:50	10:11	0,37	-0,95
16' KMT	16:35±0:33	16:05	17:45	1,54	1,94
4' DT _I	3:13±0:20	03:09	03:55	-0,15	-2,27
6' DT _I	3:27±0:29	03:01	04:11	0,74	-1,38
10' DT _I	3:43±0:33	03:10	04:40	0,72	-0,95
16' DT _I	3:54±0:34	03:18	05:08	1,52	2,59
4' DT _{II}	3:30±0:18	02:59	03:52	0,56	-1,01
6' DT _{II}	3:37±0:18	03:12	04:01	-0,52	-1,45
10' DT _{II}	3:43±0:30	03:08	04:22	0,12	-2,20
16' DT _{II}	3:45±0:26	03:21	04:38	1,30	1,00

KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; DT_I: KMT ile aynı seansta yapılan doğrulama testi; DT_{II}: KMT'den bir sonraki gün yapılan doğrulama testi

Tablo 3: Bisiklet Ergometresi ile Gerçekleştirilen Tüm Kademeli ve Sabit Yüklü $\dot{V}O_{2maks}$ Testlerinin Test Süreleri

	Ort (\pm Ss)	Minimum	Maksimum	Skew	Kurt
4' KMT	4:15 \pm 0:30	03:20	04:46	-1,13	0,13
6' KMT	6:04 \pm 0:38	05:01	06:38	-1,04	-0,58
10' KMT	10:15 \pm 0:35	09:11	10:44	-0,7	-0,97
16' KMT	16:32 \pm 0:39	15:25	17:35	-0,31	0,48
4' DT _I	3:17 \pm 0:24	02:40	04:03	0,43	0,96
6' DT _I	3:34 \pm 0:34	02:54	04:40	0,91	0,89
10' DT _I	4:06 \pm 0:44	02:55	05:09	-0,36	-0,52
16' DT _I	4:33 \pm 0:35	02:20	05:10	-1,23	1,99
4' DT _{II}	3:24 \pm 0:30	02:36	04:11	-0,20	-0,26
6' DT _{II}	3:33 \pm 0:27	02:59	04:24	0,69	0,17
10' DT _{II}	3:59 \pm 0:42	02:51	04:57	-0,41	-0,90
16' DT _{II}	4:14 \pm 0:33	03:22	05:22	-0,80	2,74

KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; DT_I: KMT ile aynı seansta yapılan doğrulama testi; DT_{II}: KMT'den bir sonraki gün yapılan doğrulama testi

Yapılan testlerin başlangıç yüklerinin, KMT'den elde edilen $\dot{V}O_{2pik}$ 'in % kaçına tekamül ettiği Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4: Farklı sürelerde bitkinlik odaklı KMT'lere ait başlangıç yükü değerleri (% $\dot{V}O_{2pik}$)

Eliptik Bisiklet				Bisiklet Ergometresi			
4' KMT	6' KMT	10' KMT	16' KMT	4' KMT	6' KMT	10' KMT	16' KMT
91,0 \pm 4,6	82,9 \pm 6,7	74,9 \pm 4,3	63,4 \pm 5,3	88,4 \pm 5,7	77,8 \pm 4,4	65,6 \pm 6,4	48,0 \pm 5,5

Başlangıç yükleri KMT'nin (kademeli maksimal test) ilk kademesindeki $\dot{V}O_2$ değerinin, $\dot{V}O_{2pik}$ 'e oranından elde edildi.

Uygulanan $\dot{V}O_{2maks}$ testlerinde testlerin doğrulanmasında kullanılan ikincil kriterlerden SDO düzeylerinde; eliptik bisiklet ve bisiklet ergometresi ile yapılan tüm süre odaklı KMT'lerdeki fark anlamlı değildi ($p>0.05$) (Tablo 5). Eliptik bisikletle yapılan KMT'ler arasında ise; 4 ve 6 dakika odaklı testlerde, 16 dakika odaklı teste kıyasla (sırasıyla; $p=0.001$, $p=0.014$) önemli düzeyde yüksek SDO düzeyi görüldü.

Bisiklet ergometresiyle gerçekleştirilen KMT’lerde ise; 4 dakika odaklı test, 16 dakika odaklı testten daha yüksek SDO verdi ($p=0.016$).

Tablo 5: Farklı Süre Odaklı KMT’lerin Sonunda Ölçülen SDO değerleri

	4’ KMT	6’ KMT	10’ KMT	16’KMT
EB	1,19±0,7 *	1,12±0,7 ¥	1,11±0,5	1,06±0,4 * ¥
BE	1,18±0,9 ‡	1,11±0,4	1,15±0,8	1,09±0,3 ‡
p	0,79	0,749	0,506	0,096

EB: Eliptik bisiklet; BE: Bisiklet ergometresi; KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; SDO: Solunum değişim oranı; *,¥,‡ İstatistiksel anlamlılık düzeyi; $p\leq 0.05$

Takip edilen diğer bir kriter olan KAS düzeylerinde; eşit süre odaklı KMT’leri karşılaştırınca, eliptik bisiklet kullanılan testlerde bisiklet ergometresi kullanılan testlere göre daha yüksek KAS değerleri elde edildi ($p\leq 0.05$) (Tablo 6). Eliptik bisikletle gerçekleştirilen KMT’ler kendi aralarında değerlendirildiğinde; 4 dakika odaklı testle 6 ($p=0.019$), 10 ($p=0.000$) ve 16 ($p=0.014$) dakika odaklı testler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Bisiklet ergometresi ile gerçekleştirilen KMT’lerde ise; sadece 4 ve 10 dakika odaklı testler arasındaki fark anlamlıydı ($p=0.024$).

Tablo 6: Farklı Süre Odaklı KMT’lerin Sonunda Ölçülen KAS değerleri

	4’ KMT	6’ KMT	10’ KMT	16’KMT
EB	188±5,4* ¥ ‡	193,5±6,55 *	193,5±5,55 ¥	193,9±6,3 ‡
BE	186,6±5,5 ∫	189,1±4	190,2±5,4	189±5,6 ∫
p	0,27	0,014	0,006	0,005

EB: Eliptik bisiklet; BE: Bisiklet ergometresi; KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; KAS: Kalp atım sayısı; *,¥,‡,∫ İstatistiksel anlamlılık düzeyi; $p\leq 0.05$

Testler sonunda kaydedilen AZD sonuçlarına göre eliptik bisiklet ve bisiklet ergometresiyle yapılan KMT'lerde hem kendi aralarında hem de ergometreler arasında anlamlı bir fark yoktu (Tablo 7).

Tablo 7: Farklı Süre Odaklı KMT'lerin Sonunda Ölçülen AZD değerleri

	4' KMT	6' KMT	10' KMT	16'KMT
EB	19±0	19±0,5	19,1±0,6	19,5±6,3
BE	18,75±0,7	19,1±0,8	18,9±0,6	18,9±1,2
p	0,351	0,732	0,516	0,329

EB: Eliptik bisiklet; BE: Bisiklet ergometresi; KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; AZD: Algılanan zorluk derecesi;

Çalışmanın hipotezleri değerlendirildiğinde:

Hipotez 1. 4-6 dakika odaklı KMT'ler, 10 ve 16 dakika bitkinlik odaklı KMT'lere kıyasla daha büyük $\dot{V}O_2$ 'ler verir:

Tüm süre odaklı testlerden elde edilen sonuçlara göre 6 dakika odaklı $\dot{V}O_{2max}$ testleri hem eliptik bisiklette ($58,1\pm 7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$) hem de bisiklet ergometresinde ($56,3\pm 6,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$) daha yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları verdi (Tablo 8). Eliptik bisiklette 6 dakikalık KMT'nin $\dot{V}O_2$ yanıtları diğer süre odaklı testlerle kıyaslandığında 4 dakikalık ($p=0.0004$), 10 dakikalık ($p=0.010$) ve 16 dakikalık ($p=0.006$) KMT'den anlamlı bir şekilde yüksekti. Yine aynı şekilde bisiklet ergometresinde de 6 dakikalık KMT'ler sırasıyla 4 ($p=0.026$), 10 ($p=0.001$), 16 ($p=0,011$) dakikalık KMT'lere göre anlamlı farklılık gösterdi. Diğer süre odaklı testler arasındaki fark ise anlamlı değildi ($p>0.05$).

Tablo 8: Eliptik bisiklet ve bisiklet ergometresi testlerinden elde edilen farklı sürelerde bitkinlik odaklı KMT'lere ait $\dot{V}O_2$ değerleri ($ml \cdot kg^{-1} \cdot dk^{-1}$)

	4' KMT	6' KMT	10' KMT	16' KMT
EB	55,7±7 *	58,1±7 * ‡ †	56 ±6 †	54,4±6,4 ‡
BE	53,6±7,3 ¥	56,1±6,7 ¥ † ‡	52,9±7,6 †	51,6±5,6 ‡

EB: Eliptik bisiklet; BE: Bisiklet ergometresi; KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; *, ‡, †, ¥, † İstatistiksel anlamlılık düzeyi; $p \leq 0.05$

Hipotez 2. $\dot{V}O_2$ 'de plato, aynı bireylerin tekrarlayan ölçümlerinde güvenilir bir kriterdir:

8 katılımcının her iki ergometrede tüm süre odaklı testlerinde yüksek oranda platoya rastlandı (Tablo 9). KMT'lerin tümüne bakıldığında, test süresi uzadıkça $\dot{V}O_2$ 'de plato görülme sıklığı azalsa da bu oranın ortalaması %75 idi. Şaşırtıcı bir şekilde DT'lerin hemen tamamında $\dot{V}O_2$ 'de platoya rastlandı (%93).

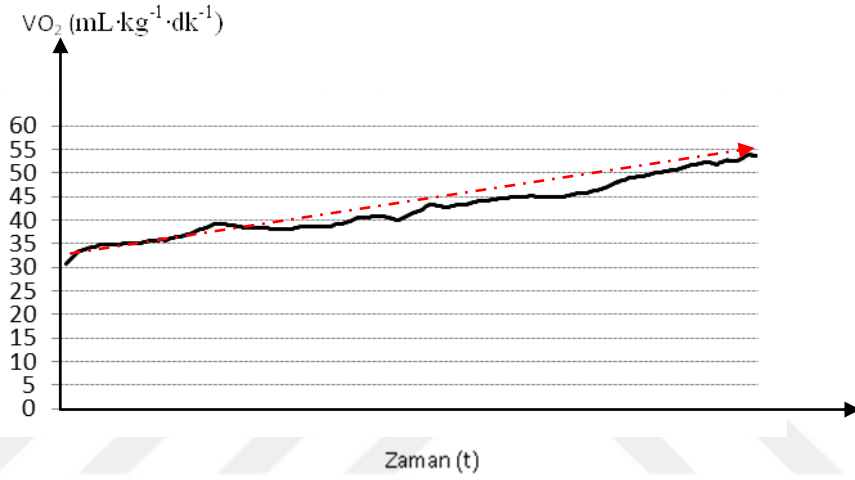
Tablo 9: Farklı Süre Odaklı KMT ve Sabit Yüklü DT'lerde $\dot{V}O_2$ 'de Plato Görülme Sıklığı

	4' KMT	6' KMT	10' KMT	16' KMT
EB	100%	63%	63%	75%
BE	100%	63%	88%	50%
	4' DT _I	6' DT _I	10' DT _I	16' DT _I
EB	100%	100%	100%	88%
BE	100%	100%	100%	88%
	4' DT _{II}	6' DT _{II}	10' DT _{II}	16' DT _{II}
EB	100%	100%	75%	75%
BE	88%	100%	100%	75%

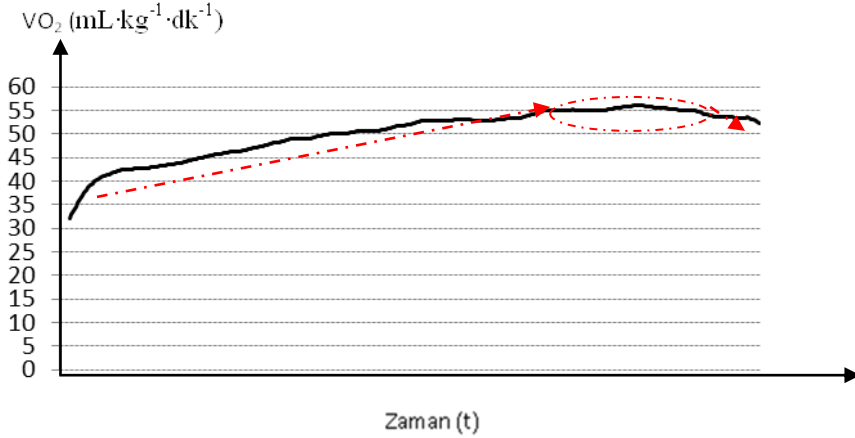
EB: Eliptik bisiklet; BE: Bisiklet ergometresi; KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; DT_I: KMT'nin akabinde yapılan doğrulama testi; DT_{II}: KMT'den bir sonraki günde yapılan doğrulama testi

Hipotez 3. $\dot{V}O_2$ 'de plato, $\dot{V}O_2$ -zaman eğrilerinin özellikleri değerlendirildiğinde, doğru bir test sonlandırma kriteri olarak kullanılamaz:

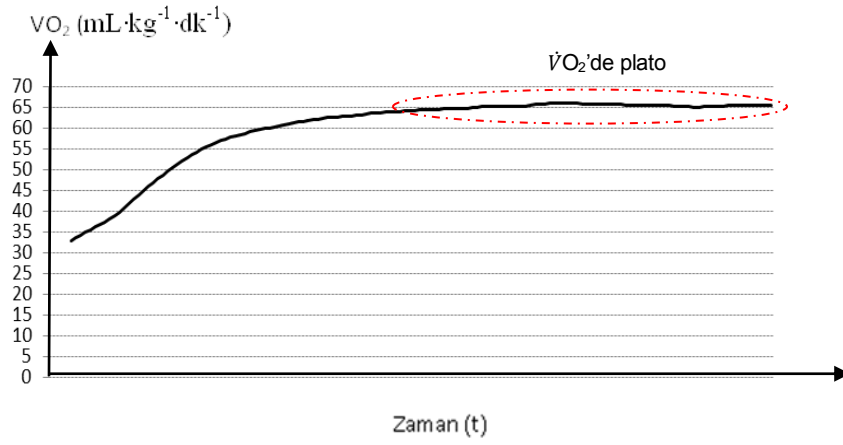
Yaptığımız tüm testlerden elde edilen $\dot{V}O_2$ -zaman eğrilerinin özellikleri gruplandırıldığında aşağıdaki 6 temel $\dot{V}O_2$ -zaman eğrisi paterni elde edildi. İlgili eğri türleri ve temel yapıları Grafik 1-6'da gösterildi. Grafiklerin görülme sayısı (n), her grafik için ayrı ayrı belirtildi.



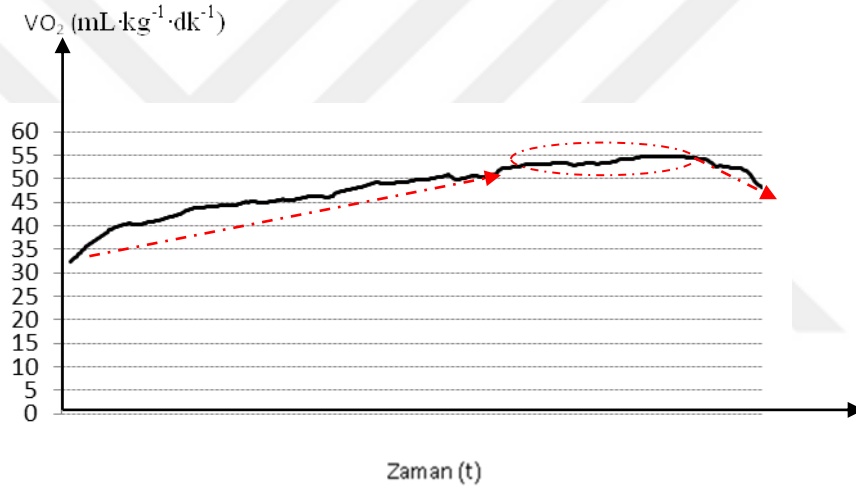
Grafik 1. Testin başından sonuna sürekli artış paternine sahip $\dot{V}O_2$ tüketimi (KMT; n=12 ve DT; n=7)



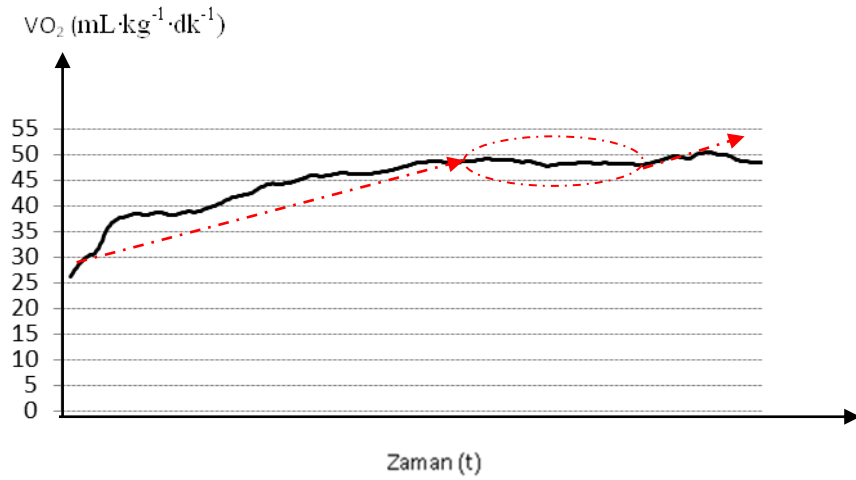
Grafik 2. $\dot{V}O_2$ 'de plato kriterine uymayan bir zirve ve sonrasında kademeli bir düşüş (KMT; n=21 ve DT; n=13)



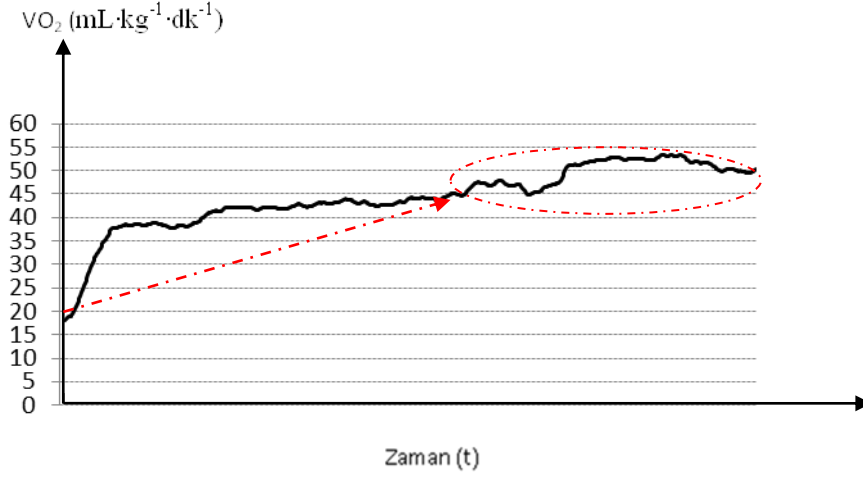
Grafik 3. $\dot{V}O_2$ 'de en 30 saniye süresince gözlenen $150 \text{ ml} \cdot \text{dk}^{-1}$ 'dan küçük fark (KMT; n=29 ve DT; n=42)



Grafik 4. $\dot{V}O_2$ 'de izlenen bir plato ve sonrasında kademeli düşüş (KMT; n=14 ve DT; n=25)



Grafik 5. $\dot{V}O_2$ 'de izlenen bir plato ve sonrasında kademeli artış (KMT'de n=9 ve DT'de n=11)



Grafik 6. Diğer (KMT; n=9 ve DT; n=0)

Konuyla ilgili önemli bulgular, $\dot{V}O_2$ 'de plato ve sonrasında yine bir artış görüntüsü veren toplamda 20 test olduğunu ve dolayısıyla platonun test sonlandırma kriteri olarak güvenilir bir parametre olmadığını gösterdi. Tamamı 16 dakikada bitkinlik odaklı testlere ait olan (n=9) diğer $\dot{V}O_2$ paterni, uzayan test sürelerinde $\dot{V}O_2$ 'de görülen ve kategorize edilemeyen yanıtlara aittir.

Hipotez 4. DT uygulamaları, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı doğrulamada etkili ve standart olarak kullanılması gereken uygulamalardır:

KMT, DT_I ve DT_{II} sonuçları kıyaslandığında, eliptik bisiklette 6 dakika odaklı KMT'ler hem DT_I ($p=0.004$) hem de DT_{II} 'den ($p=0.007$) yüksekti. Diğer süre odaklı testler arasındaki fark ise anlamlı değildi ($p>0.05$) (Tablo 10). Bisiklet ergometresinde ise 6 dakika odaklı KMT'nin DT_I 'den farkı anlamlı iken ($p=0.029$), 10 ve 16 dakikada bitkinlik odaklı KMT'lerin DT_{II} 'den farkları istatistiksel olarak anlamlı bulundu (sırasıyla $p=0.008$ ve $p=0.031$) (Tablo 11).

Tablo 10: Eliptik bisikletten elde edilen KMT, DT_I ve DT_{II}'lere ait $\dot{V}O_2$ değerleri (ml·kg⁻¹·dk⁻¹)

	4'	6'	10'	16'
KMT	55,7±7	58,1±7 * ¥	56±6	54,4±6,4
DT_I	54,2±7	54,3±5,7 ¥	54,5±6,4	53,8±6,4
DT_{II}	55,1±6,5	55,1±5,7 *	55,7±6,2	54,9±7,2

KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; DT: Doğrulama testi; *, ¥ İstatistiksel anlamlılık düzeyi; p≤0.05

Tablo 11: Bisiklet ergometresinden elde edilen KMT ve DT_I'lere ait $\dot{V}O_2$ değerleri (ml·kg⁻¹·dk⁻¹)

	4'	6'	10'	16'
KMT	53,6±7,2	56,1±0,7 *	52,9±7,6 ¥	51,6±5,6 ‡
DT_I	53,8±6,4	54±5,5 *	52,3±6,8	52,6±5,8
DT_{II}	54±6,5	54,9±5,7	55±7 ¥	53,2±6 ‡

KMT: Kademeli maksimal egzersiz testi; DT: Doğrulama testi; *, ‡, ¥ İstatistiksel anlamlılık düzeyi; p≤0.05

Hipotez 5. Tüm vücut aktivasyonu sağlayan bir eliptik bisikletten elde edilen $\dot{V}O_2$ değerleri, ilgili testlerin standart uygulamalarında kullanılan bisiklet ergometresinden elde edilen değerlerden büyüktür:

İki ergometre arasındaki durum değerlendirildiğinde eliptik bisiklet, bisiklet ergometresinden tüm süre odaklı testlerde daha yüksek $\dot{V}O_2$ değerleri verdi (Tablo 12). Eliptik bisiklet testlerinden elde edilen $\dot{V}O_2$ değeri 4 dakika (p=0.045), 6 dakika (p=0.007) ve 16 dakika (p=0.002) tükenme odaklı KMT'ler için önemli düzeyde yüksekti.

Tablo 12: Farklı sürelerde bitkinlik odaklı KMT'lere ait $\dot{V}O_2$ değerleri (ml·kg⁻¹·dk⁻¹)

	4'	6'	10'	16'
EB	56,1±6,7	58,1±7	56,1±6,8	55,8±6,8
BE	54,5±6,7	56,3±6,6	55±7,1	53,3±6
p	0.045*	0.007*	0.091	0.002*

EB: Eliptik bisiklet; BE: Bisiklet ergometresi; *İstatistiksel anlamlılık düzeyi; p≤0.05

BÖLÜM IV

4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın ana bulguları; *i*) en uygun KMT süresinin 6 dakika tükenme odaklı test prosedürleri olduğunu, *ii*) bu testlerin muhtemel başlangıç yüklerinin $\sim\%80 \dot{V}O_{2pik}$ 'e karşılık geldiğini, *iii*) DT uygulamalarının gerçek $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın ölçüldüğünden emin olmak için standart bir laboratuvar uygulaması olması gerektiğini, *iv*) $\dot{V}O_2$ 'de platonun güvenilir fakat geçerli bir sonlandırma kriteri olmadığını, *v*) dolayısıyla hem KMT hem de DT uygulamalarında kabul edilmesi gereken en önemli test sonlandırma kriterinin sporcunun istemli bitkinlik durumu olması gerektiğini ve *vi*) tüm vücut aktivasyonu sağlayan eliptik bisikletlerin $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı açığa çıkarmada oldukça başarılı bir ergometre seçeneği olabileceğini ortaya koydu.

Bu tez çalışmasından elde edilen veriler 4, 6, 10 ve 16 dakika tükenme odaklı KMT'lerden elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ düzeylerinin 6 dakikada tükenme odaklı testlerden elde edildiğini gösterdi ($p \leq 0.01$). Literatürde genel olarak kabul gören optimal KMT süreleri 8. ve 12. dakikalar arasında bitkinlikle sonlanan testlerdir (3). Ancak söz konusu tükenme sürelerinin önerildiği ilk orijinal araştırma bulguları, $36,0 \pm 9,7$ yaş ortalamasına sahip beş erkek katılımcıyla gerçekleştirilen deneysel bir çalışmaya ait olması nedeniyle pek çok yazar tarafından eleştirilmiştir (24, 25, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 89). Midgley'in 2008 yılında yayımladığı önemli bir derlemeden aktarıldığı kadarıyla; bisiklet ergometresinde 7-26 dakika, koşu bandında ise 5-26 dakikaların en yüksek $\dot{V}O_2$ 'yi açığa çıkarmada en uygun süreler olduğu ve

bu aralıkta oldukça geniş tükenme süreleri arasında ulaşılan en yüksek $\dot{V}O_2$ değerleri arasındaki farkın anlamlı olmadığı gösterilmiştir (18). Ancak IAAF'nin dünya rekorlarına dayalı resmi verilerine göre; $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede kullanılacak KMT süreleri 3000 metreden (7:20.67) 10000 metreye (26:17,53) kadar değişen farklı koşu mesafelerine tekamül eder (17). Bu efor sürelerinin, farklı enerji sistemleri ve yorgunluk mekanizmalarının baskın olduğu performans bileşenleri içeriyor olması tartışmaya açık bir durumdur. Bu sürelerden daha az iddialı görünen 8-12 dakika tükenmeyle sonlanan KMT yaklaşımları bile, IAAF'nin resmi verilerine göre 3000 metre (7:20.67) ve 5000 metre (12:37.35) gibi süreleri işaret etmektedir. Fakat $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın en önemli unsurlarından biri olan SV'nin maksimal yüklenmeli eforlarda 2.-3. dakikalarda zirve değerlerine ulaşarak, 6. dakikalarda düşüşe geçtiğini gösteren önemli çalışma bulguları mevcuttur (6, 7, 86, 87, 88). Bu bulgular KMT uygulamaları sırasında SV'nin 6. dakikalarda düşüşüne bağlı olarak potansiyel $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşamayacağı fikrini desteklemektedir. Çalışmamızda en yüksek $\dot{V}O_2$ değerlerinin açığa çıktığı test sürelerinin ergometre farkı gözetmeksizin 6. dakikayı işaret ediyor olması, söz konusu sürelerde test kademeleri boyunca $a-vO_{2farkı}$ ve KAS'm en yüksek değerlerine ulaşırken, SV'nin de testler sonlanana kadar düşüşe geçmeden yüksek düzeylerini koruyabildiği anlamına gelmektedir.

Çalışmamızda analiz edilen bir diğer parametre, KMT uygulamalarının sonlanma süreleri üzerine direkt etkili görülen test başlangıç yükleriydi. Yapılan literatür taramalarında KMT uygulamalarının başlangıç yüklerine odaklanan yalnızca bir çalışma bulgusuna rastlanmıştır. Da Silva ve arkadaşları 2012 yılında 117 katılımcıyla ($\sim 40 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$) tamamladıkları bir çalışmada 8-12 dakika bitkinlik odaklı KMT'lerin başlangıç yüklerinin $\sim 50-60 \dot{V}O_{2maks}$ düzeylerine tekamül ettiğini ortaya koymuşlardır (27). Çalışmanın sonuçları, özellikle düşük fitness

düzeyine sahip bireylerin testlerinde test başlangıç yükü $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %50'sinin üzerine çıktıkça ulaşılan $\dot{V}O_2$ düzeyinin düşeceği şeklinde yorumlanmıştır. Ancak bu bulgu iyi ve üzeri düzeyde antrene sporcuların testlemelerini karşılar nitelikte görülmemektedir. Yapılan tez çalışmasının bulguları; $\sim 60 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$ $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyine sahip sporcuların en yüksek $\dot{V}O_2$ değerlerinin elde edildiği 6 dakikalık KMT uygulamalarının başlangıç yüklerinin $\sim\%80$ $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık geldiğini gösterdi (Tablo 4). Yine test süresiyle yakından ilişkili bu bilgi, uzayan testlerde SV düşüşüne bağlı olarak potansiyel $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşamayacağını bir göstergesidir.

Bu tez çalışmasından elde edilen diğer önemli bulgu ise, KMT'lerin son basamak yüküyle yapılan DT'lerin mutlak suretle uygulanması gereken test prosedürleri olduğudur. "Potansiyel" –gerçek– $\dot{V}O_{2maks}$ değerine ulaşmayı irdeleyen ilk bilim insanı Thoden (1982) olmasına rağmen, bu konu 2000'li yıllara kadar önemli bir araştırma mevzusu olarak tartışılmamıştır (9). Kademeli bir testten elde edilen $\dot{V}O_2$ değerlerinin gerçek ve en yüksek oksijen tüketim düzeyi ($\dot{V}O_{2maks}$) mi yoksa sadece zirve bir değer ($\dot{V}O_{2pik}$) mi olduğu konusu, Noakes'ın güncellediği Merkezi Yönetici modeliyle birlikte beliren tartışmalarla gündeme gelmiştir. DT uygulamalarının etkilerinin kapsamlıca tartışıldığı ilk çalışma bulgusu, Midgley ve arkadaşlarının 2006 yılında yaptıkları bir araştırmaya aittir (16). Bu çalışmanın sonuçlarına göre; DT uygulamaları sporcuların testler sırasında gösterdikleri efor samimiyetinin ve gerçek $\dot{V}O_2$ değerlerine ulaşılıp ulaşılamadığının en büyük kanıtı olabilir. Dolayısıyla DT'ler her KMT'nin sonrasında uygulanması gereken önemli test aşamaları olmalıdır. Çolakoğlu ve arkadaşları (2013) tarafından tamamlanan ve DT uygulamalarının etkilerini araştıran yayımlanmamış bir çalışma bulgusuna göre, KMT'lerden sonraki gün uygulanan DT'lerden alınan $\dot{V}O_2$ değerlerinde $\sim\%10$ 'luk

bir artış olduğu ortaya koymuştur. Söz konusu çalışma bulgularına göre, sporcuların zirve SV yanıtlarıyla $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde ulaşılan SV değerleri arasındaki farkın, DT'lerde ulaşılan en yüksek $\dot{V}O_2$ düzeyleriyle yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bu tez çalışmasından elde edilen verilere göre, eliptik bisiklette bir ve bisiklet ergometresinde üç sporcunun testlerinde en yüksek $\dot{V}O_2$ değerleri DT'ler yoluyla elde edildi ($p \leq 0.01$). Bu bulgu, $\dot{V}O_{2pik}$ 'e kıyasla gerçek $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşmada DT'lerin önemli test aşamaları olabileceği fikrini desteklemektedir.

Literatürde henüz test standartları tam olarak netleşmemiş uygulamalar olan DT'ler konusunda pek çok farklı yaklaşım görmek mümkündür. Pek çok çalışmada DT uygulamaları KMT'nin son basamak yükleri kullanılarak yapılmış olsa da, bir kısım çalışma %90'dan (9) %130 (44) $\dot{V}O_{2pik}$ 'e kadar farklı yüklerin etkileri denenmiştir (8, 9, 16, 44, 45, 46, 84). Yapılan literatür taramalarında, DT uygulamalarında daha yüksek oksijen tüketimi gösteremeyen pek çok çalışmada, KMT'ye kıyasla oldukça yüksek DT yüklerinin kullanıldığı görülmektedir (8, 44, 46). Bunun yanı sıra pek çok uygulamada DT'ler KMT uygulamalarının hemen akabinde tekrarlanırken (8, 11, 16, 45), bazı çalışmalarda ise iki uygulama arasında 24 saatlik aralar verilmiştir (9, 14, 44, 87). DT'lerin KMT'yi takip eden ilk 30 dakika içerisinde uygulandığı çalışma bulguları (8, 16, 45), KMT uygulamalarının yarattığı yorgunluk nedeni ile daha yüksek $\dot{V}O_{2maks}$ elde etmenin önüne geçmiş olabilir. Bu tez çalışmasının bulgularına göre, aynı seans içerisinde uygulanan DT'lerden elde edilen $\dot{V}O_2$ değerlerindeki fark anlamlı bulunamazken, bir sonraki gün içerisinde uygulanan DT'lerden elde edilen $\dot{V}O_2$ değerlerinde önemli yükselişler saptandı ($p \leq 0.05$). IAAF tarafından gerçekleştirilen müsabakalar incelendiğinde, 100, 200 ve 400 metre gibi kısa süreli yarışların yarı final ve final uygulamalarının aynı gün içerisinde yapılabilmesine karşın, 1500, 3000 metre ve üzerindeki mesafelerde bu

müsabakaların en az iki gün arayla uygulanıyor olduğu görülür. Sporcuların rejenerasyon süreleri düşünüldüğünde, yaklaşık olarak 3000 metre koşu süresine tekamül eden KMT ve 1500 metre koşu süresine karşılık gelen DT uygulamalarının aynı gün içinde tekrarlanması yanlış bir yaklaşım olabilir.

Bu çalışma hem KMT hem de aynı yüklerle ait DT uygulamalarında $\dot{V}O_2$ yanıtlarının grafik paternlerini irdeleyen ilk çalışmadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, $\dot{V}O_2$ yanıtları analiz edildiğinde; *i*) test sonuna kadar $\dot{V}O_2$ 'de lineer artış, *ii*) $\dot{V}O_2$ 'de zirve sonrası düşüş, *iii*) $\dot{V}O_2$ 'de artış ve ardından 150 ml'den düşük dalgalanmalarla karakterize plato, *iv*) $\dot{V}O_2$ 'de plato sonrası düşüş, *v*) plato sonrası anlamlı bir yükseliş ve *vi*) bu kriterlere uymayan diğer tipte grafik paternleri olmak üzere altı farklı yapı olduğu görüldü. Bu yapılardan en önemlisi şüphesiz ki plato sonrası görülen artışlardı (Grafik 5). Bunun sebebi, $\dot{V}O_2$ 'de plato görülmesine rağmen devam eden sözel motivasyon desteğiyle birlikte sporcuların motor ünite yedeklerini kullanarak testleri devam ettirebilmeleri olabilir. Bisiklet ergometresi ve eliptik bisiklet testlemelerde kullanılan dakikada ~75 devir ve ~150 adım hızlarında sporcuların hızlı kasılan glikolitik özellikteki (tip II) fibrillerinin tip IIa ve tip IIb katılımlarının değiştiği ve uzayan testlerde tip II içinde yedekleme kapasitesi daha yüksek olan sporcuların testleri daha uzun sürdürebildikleri düşünülmektedir. Bu senkronizasyon, kullanılan oksijen düzeyinde plato sonrası anlamlı bir artışa neden olmuş olabilir. Ek olarak, SV'nin yüksek değerlerini koruyabilmesine bağlı olarak sporcuların dolaşım potansiyellerinin sınırlarını zorlamış olmaları da mümkündür. Bu durumda KAS ve SV zirve değerlerini korurken, $a-vO_{2\text{farkı}}$ plato sonrasında anlamlı bir artış göstermiş olabilir. Şüphesiz ki bu durumda sporcuların genel dayanıklılık düzeyleri oldukça önemli bir konu olarak incelenmelidir. Elde edilen bulgular hem

KMT hem de DT uygulamalarında $\dot{V}O_2$ 'de platoya rastlanma durumunun testler için bir sonlandırma kriteri olarak kullanılmayacağını en önemli kanıtıdır ($p \leq 0.05$).

İyi ve ileri düzeyde antrene sporcuların kullanıldığı bu tez çalışmasında $\dot{V}O_2$ 'de plato KMT uygulamalarının %75'inde saptanırken, DT'lerin %93'ünde görüldü. Bu sonuçlar DT'lerde şaşırtıcı bir şekilde daha yüksek düzeylerde plato olabileceğini gösterdi (Tablo 9). Kesintisiz bir yüklenme yapısına sahip KMT uygulamalarına kıyasla kesintili sabit yüklü testlerde daha yüksek oranlarda plato saptanan önemli çalışma bulguları bu sonucu desteklemektedir (35, 91). Bu durum ~3-4 dakika sürdürülebilen sabit yüklü DT'lerde merkezi yorgunluk oluşmadan önce, periferik düzeyde $\dot{V}O_2$ kullanımında bir üst sınıra ulaşıldığı şeklinde yorumlanabilir.

Yine ilk kez bu tez çalışmasıyla DT uygulamalarının tekrar testleri ve bu uygulamalarda $\dot{V}O_2$ 'de platonun güvenilirliği analiz edildi. Elde edilen bulgular, şaşırtıcı bir şekilde $\dot{V}O_2$ 'de platonun oldukça güvenilir bir parametre olduğunu gösterdi. En az 30 saniye süresince $\dot{V}O_2$ 'de 150 ml'den az fark olarak saptanan plato durumunda; "vardır" ya da "yoktur" şeklinde analiz edilen verilere sınıf içi korelasyon analizi (intraclass correlation coefficient: ICC) ya da standart pearson/spearman r korelasyon analizleri uygulanamamış olsa da, alınan testlerin %93'ünün tekrar test uygulamalarında plato vardı ($p < 0.001$). Bu bulgu $\dot{V}O_2$ 'de platonun güvenilir fakat geçerli bir kriter olmadığını ortaya koydu.

Çalışmamızdaki diğer bir bulgu, $\dot{V}O_{2maks}$ testlerinde kullanılan standart bir ergometre olan bisiklet ergometresinin aksine eliptik bisiklet ile yapılan testlerden elde edilen değerlerin daha yüksek olmasıydı (Tablo 13). Literatürden de bilindiği üzere sporcu grupların laboratuvar ölçümlerinde $ml \cdot kg^{-1} \cdot dk^{-1}$ cinsinden ulaşılan en yüksek $\dot{V}O_{2maks}$ değerleri koşu bantlarına aittir (48). Dolayısıyla ergometre tipi

potansiyel $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşmada oldukça önemli ve ayırt edici bir faktör olarak karşımıza çıkar. Beneke ve arkadaşlarının 2002 yılında yayımladığı bir makaleden aktarıldığı kadarıyla, EMG'ye dayalı ölçümler standart bir bisiklet ergometresiyle tüm vücudun ancak %60'ının aktive edilebileceğini göstermiştir (43). Browder ve arkadaşları (2005), yaptıkları ölçümlerde bisiklet ergometresi ile alt ekstremite (gastrocnemius, gluteus maximus, vastus lateralis ve biceps femoris) kaslarının diğer kaslara kıyasla ağırlıklı olarak işe dahil edilebildiğini, fakat eliptik bisiklette bu kasların bisiklet ergometresine göre çok daha aktif olduklarını ortaya koymuşlardır (53). Sınırlı literatür içinde üç önemli çalışma (68,76,77); fitness tipi bir eliptik bisiklet ile yapılan kademeli testlerden elde edilen değerlerin koşu bandından elde edilen değerler kadar yüksek olduğunu, dolayısıyla eliptik bisikletlerin tüm vücudu aktive etmede koşu bantları kadar başarılı olduklarını ortaya koymuştur (3, 60, 61). Fakat bu çalışmalar, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede yaygın olarak kullanılan standart koşu bandı protokollerinin eliptik uyarlamaları olmaktan öteye geçememiştir. Bu tez çalışmasında eliptik bisikletlerin $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermedeki başarısı sınanarak, oldukça önemli bulgular elde edildi (Tablo 13). Bütün testlerde eliptik bisikletten elde edilen $\dot{V}O_2$ yanıtlarının bisiklet ergometresine göre daha yüksek düzeylerde olması, artan kas aktivasyonun $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşmada önemli bir katkı sağladığını bir kez daha gösterdi. Bu bilgi bisiklet ergometresi ölçümlerinde bisiklet sporcularının dışındaki performans guruplarının laboratuvar ölçümlerinin sorgulanması gerektiğini destekler niteliktedir. Ek olarak günümüzde halen fitness amaçlı kullanıma uygun olarak üretilen eliptik bisikletlerin önemli birer laboratuvar ekipmanı olabileceği bir kez daha gösterilmiş oldu.

BÖLÜM V

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu yüksek lisans tez çalışmasında literatürde son dönemde oldukça yaygın olarak tartışılan “gerçek $\dot{V}O_{2maks}$ 'a ulaşmak” konusu incelendi. Aynı zamanda yine oldukça popüler olarak araştırılan ve bir fenomen olarak nitelendirilen “ $\dot{V}O_2$ 'de plato” ve tekrar test güvenilirliği araştırıldı. Ek olarak $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede bir ergometre alternatifi olarak kullanılabilecek eliptik bisikletlerin laboratuvar uygulamalarındaki başarısı sınıandı. Elde edilen bulgular; *i)* en uygun KMT süresinin 6 dakika tükenme odaklı test prosedürleri olduğunu, *ii)* bu testlerin muhtemel başlangıç yüklerinin $\sim\%80$ $\dot{V}O_{2pik}$ 'e karşılık geldiğini, *iii)* DT'nin gerçek $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın ölçüldüğünden emin olmak için uygulanması gereken bir laboratuvar standardı olduğunu, *iv)* en doğru sonuç veren DT testleriyle KMT uygulamaları arasında 24 saatlik bir toparlanma periyodu bırakılmasının oldukça uygun bir yaklaşım olduğu, *v)* $\dot{V}O_2$ 'de platonun güvenilir fakat geçerli bir sonlandırma kriteri olmadığını, *vi)* dolayısıyla hem KMT hem de DT uygulamalarında kabul edilmesi gereken en önemli test sonlandırma kriterinin sporcunun istemli bitkinlik durumu olması gerektiğini ve *vii)* tüm vücut aktivasyonu sağlayan eliptik bisikletlerin $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı açığa çıkarmada oldukça başarılı bir ergometre seçeneği olabileceğini ortaya koydu.

Tez çalışmasının sonuçlarına dayalı en önemli öneriler; *i)* en uygun KMT süresinin 6 dakikada tükenme odaklı kademeli tesler olduğu, *ii)* $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede DT'lerin KMT'ler sonrasında uygulanması gereken oldukça önemli test kademeleri

olduğu ve *iii*) herhangi bir $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ ölçümü için platonun doğru bir sonlandırma kriteri olarak kullanılmaması gerektiği olarak özetlenebilir.



$\dot{V}O_{2\text{maks}}$ TESTLERİNDE DOĞRULAMA TESTLERİ, TEST SÜRESİ, BAŞLANGIÇ YÜKÜ, $\dot{V}O_2$ ' de PLATO ve ERGOMETRE TÜRÜNÜN ETKİLERİ

ÖZET

Güncel literatürde standart kademeli egzersiz testlerinde kalp kasının iskelet kaslarından önce iskemik duruma düştüğü ve oksijen kullanım düzeyinin $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'a ulaşmadan, altında bir yerde zirve yaptığı speküle edilmektedir. Bu bilgi standart laboratuvar uygulamalarının tekrar sorgulanması gerektiği fikrini akla getirmiştir. Bu çalışmanın amacı, $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'a etkili olduğu bilinen ergometre türü, test süresi, başlangıç yükü, doğrulama testleri, $\dot{V}O_2$ kinetikleri ve plato ($\dot{V}O_2$ 'de $<150 \text{ ml}\cdot\text{dk}^{-1}$ fark) durumunu yeniden değerlendirmektir. Çalışmaya $58,2\pm 7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$ $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ değerine sahip iyi düzey antrene sekiz erkek sporcu gönüllü olarak katıldı ($22,13\pm 2,6$ yaş; $179\pm 6,5$ cm boy; $72,66\pm 10$ kg ağırlık). Standart bisiklet ergometresi ve tüm vücut aktivasyonu sağlayan bir eliptik bisiklette dört, altı, on ve on altı dakikalarda bitkinlikle sonuçlanan maksimal kademeli testler (KMT_4 , KMT_6 , KMT_{10} ve KMT_{16}) uygulandı. KMT 'leri takiben bir saatlik toparlanma periyodunun ardından ve bir gün sonrasında son basamak yükleriyle sabit yüklü doğrulama fazları yapıldı (DT_I , DT_{II}). Eliptik bisikletten elde edilen tüm KMT 'ler ($55,7\pm 7$; $58,1\pm 7$; 56 ± 6 ve $54,4\pm 6,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$), bisiklet verilerine kıyasla daha yüksekti ($53,6\pm 7,3$; $56,1\pm 6,7$; $52,9\pm 7,6$ ve $51,6\pm 5,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$) ($p\leq 0,05$). Her iki ergometreden de elde edilen verilere dayalı KMT_6 'lar, KMT_4 , KMT_{10} ve KMT_{16} 'ya kıyasla daha yüksekti ($p\leq 0,05$). Bu süreler ait DT değerleri KMT_6 dışında ($p\leq 0,05$), tüm kademeli testlerden elde edilen değerleri doğruladı ($p>0,05$). Tüm süreler ait DT 'lerin %93'ünde $\dot{V}O_2$ 'de plato saptanırken, KMT 'ler için bu oran daha düşüktü ($p\leq 0,05$). Bu çalışmada $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ı

göstermede en uygun sürenin 6. dakikada bitkinlik odaklı yöntemler olduğu ve DT'lerin mutlaka uygulanması gerektiği ortaya konuldu. Ayrıca, platonun bir sonlandırma kriteri olarak değil testlerin uygunluğunu göstermede güvenilir bir parametre olarak kullanılabileceği ortaya kondu. Ek olarak, eliptik bisikletin $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı göstermede daha etkili bir ergometre alternatifi olabileceği gösterildi.



**VERIFICATION TESTS, TEST DURATION, INITIAL LOADING, EFFECTS of
ERGOMETER TYPES and PLATEAU in $\dot{V}O_2$ of $\dot{V}O_{2max}$ TESTS**

ABSTRACT

It is speculated that myocardium suffer from anaerobiosis before skeletal muscles during a standard graded exercise tests (GXT), and therefore, $\dot{V}O_2$ gives a peak before reach the real $\dot{V}O_{2max}$. This knowledge reminds that standard laboratory applications should be re-examined. The purpose of this study was to examine test modality, test duration, initial loading, verification phase, $\dot{V}O_2$ kinetics and plateau (<150 mL·min⁻¹ differences in $\dot{V}O_2$). Eight moderately trained athletes (22.13±2.6 years; 179±6.5 cm height; 72.66±10 kg body mass; 58.2±7 mL·kg⁻¹·min⁻¹ $\dot{V}O_{2max}$) were volunteered in this study. GXT₄, GXT₆, GXT₁₀ and GXT₁₆ were performed by focusing on exhaustion in four, six, ten and sixteen minutes by using a standard cycle ergometer and a whole-body activated elliptical trainer. Following a one hour recovery period, constant-loading verification phases (VP₄, VP₆, VP₁₀ and VP₁₆) were performed by using the last stage loads of GXTs. According to results, all GXTs obtained from elliptical trainer (55.7±7; 58.1±7; 56±6 and 54.4±6.4 mL·kg⁻¹·min⁻¹) were statistically greater than the cycle tests (53.6±7.3; 56.1±6.7; 52.9±7.6 and 51.6±5.6 mL·kg⁻¹·min⁻¹) (p≤0.05). GXT₆ results obtained from both ergometers were greater than the other test durations (p≤0.05). VPs could not be verified GXTs (p>0.05), except GXT₆s (p≤0.05). 97% of VPs belonging to all exhaustion durations showed a plateau, while those rates were smaller in GXTs (p≤0.05). In conclusion, it is showed that optimum duration to exhaustion is six minutes, and VPs' should use for showing acceptability of $\dot{V}O_{2max}$ tests. Moreover, it was shown that plateau in

$\dot{V}O_2$ was not able to be used as primary test termination criteria for the GXT or VP only for verifying the tests' acceptability and elliptical trainers are more affected when compare to cycle ergometers, to reveal $\dot{V}O_{2max}$.



YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Hill, A.V. And Lupton, H. (1923). Muscular Exercise, Lactic Acid, And The Supply And Utilization Of Oxygen, *QJ Med*; 16, 135–171.
2. Taylor, H.L., Buskirk, E. And Henschel, A. (1955). Maximal Oxygen Intake As An Objective Measure Of Cardio-Respiratory Performance, *J Appl Physiol*; 8, 73–80.
3. Buchfuhrer, M.J., Hansen, J.E., Robinson, T.E., Sue, D.Y., Wasserman K., Whipp B.J. (1983). Optimizing The Exercise Protocol For Cardiopulmonary Assessment, *J Appl Physiol*; 55 : 1558 – 1564
4. Noakes, T.D., (1997). Challenging beliefs: ex Africa simper aliquid novi. *Med Sci Sports Exerc*; 29:571–590
5. Noakes, T.D., (2008). How did I AV Hill understand the $\dot{V}O_{2maks}$ and the plateau phenomania? Still no clarity? *Br J Sports Med*; 42:574–580.
6. Fritzsche RG, Switzer TW, Hodgkinson BJ, Coyle EF (1999) Stroke Volume Decline During Prolonged Exercise Is Influenced By The Increase In Heart Rate, *J Appl Physiol* 86:799–805
7. Mortensen, S.P., Dawson, E.A, Yoshiga, C.C., Dalsgaard M.K., Damsgaard, R., Secher, N.H., González-Alonso, J., (2005). Limitations To Systematic And Locomotor Limb Muscle Oxygen Delivery And Uptake During Maximal Exercise In Humans, *The Journal Of Physiology* ; 566, 273-285
8. Rossiter, H.B., Kowalchuk, J.M., Whipp, B.J. (2006). A Test To Establish Maximum O_2 Uptake Despite No Plateau In The O_2 Uptake Response To Ramp Incremental Exercise, *J Appl Physiol*; 100 : 764 – 770

9. Day, J.R., Rossiter, H.B., Coats, E.M., Skasick, A., Whipp, B.J. (2003). The Maximally Attainable VO_2 During Exercise In Humans: The Peak Vs. Maximum Issue, *J Appl Physiol* ; 95 : 1901 – 1907
10. Midgley, A.W., Mcnaughton, L.R., Polman, R., Marchant, D. (2007). Criteria For Determination Of Maximal Oxygen Uptake: A Brief Critique And Recommendations For Future Research, *Sports Med* ; 37 : 1019 – 1028.
11. Midgley, A.W., Carroll S. (2009). Emergence Of The Verification Phase Procedure For Confirming ‘True’ $\text{VO}_{2\text{max}}$, *Scand J Med Sci Sports* ; 19 : 313 – 322
12. Astorino, T.A., White, C.A. (2010) Assessment of anaerobic power to verify $\text{VO}_{2\text{max}}$ attainment. *Clin. Physiol. Funct. Imaging*, 30(4): 294–300. doi:10.1111/j.1475-097X.2010.00940.x. PMID:20662880.
13. Scharhag-Rosenberger F., Carlsohn, A., Cassel, M. et al. (2011). How To Test Maximal Oxygen Uptake: A Study On Timing And Testing Procedure Of A Supramaximal Verification Test, *Appl Physiol Nutr Metab*; 36:153–60.
14. Astorino, T.A., White, A.C., And Dalleck, L.C. (2009). Supramaximal Testing To Confirm Attainment Of $\text{VO}_{2\text{max}}$ In Sedentary Men And Women, *Int. J. Sports Med.* 30(4): 279–284. Doi:10.1055/S-0028-1104588.
15. Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V. And Lensen G. (2001). Relationship Between Run Times To Exhaustion At 90, 100, 120, And 140% Of $\text{V}_{\text{VO}_{2\text{max}}}$ And Velocity Expressed Relatively To Critical Velocity And Maximal Velocity, *Int. J. Sports Med.* 22: 27-33.
16. Midgley, A.W., Mcnaughton, L.R. And Carroll, S. (2006). Verification Phase As A Useful Tool In The Determination Of The Maximal Oxygen Uptake Of

Distance Runners, *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism* =
Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme 31: 541-548.

17. <http://iaaf.org/records/by-category/world-records>
18. Midgley, A.W., Bentley, D.J., Luttikholt, H., Mcnaughton, L.R., Millet, G.P. (2008). Challenging A Dogma Of Exercise Physiology: Does An Incremental Exercise Test For Valid VO_{2max} Determination Really Need To Last Between 8 And 12 Min? *Sports Med* ; 38 : 441 – 447
19. Smith, T.P., Coombes, J.S., Geraghty, D.P. (2003). Optimising High-Intensity Treadmill Training Using The Running Speed At Maximal O₂ Uptake And The Time For Which This Can Be Maintained, *Eur J Appl Physiol.*; 89(3-4):337-43.
20. Billat, V.L., Hill, D.W., Pinoteau J., Petit, B., Koralsztejn J.P., (1996). Effect Of Protocol On Determination Of Velocity At VO_{2max} And On Its Time To Exhaustion, *Arch Physiol Biochem.*;104(3):313-21,
21. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, Simonsen T, Helgesen C, Hjorth N, Bach R, Hoff J. Aerobic high-intensity intervals improve VO_{2max} more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Apr;39(4):665-71.
22. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol.* Jan 1;586(1):151-60.
23. Daussin F.N., Ponsot E., Dufour S.P., Lonsdorfer-Wolf E, Doutreleau S, Geny B, Piquard F, Richard R. (2007) Improvement of VO_{2max} by cardiac

- output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training. *Eur J Appl Physiol*.
24. Yoon, B.K., Kravitz, L., Robergs, R. (2007). VO_{2max} , Protocol Duration, And The VO_2 Plateau, *Med Sci Sports Exerc* ; 39 : 1186 – 1192
 25. Astorino, T.A., Rietschel, J.C., Tam, P.A., Taylor, K., Johnson, S.M., Freedman, T.P., Sakarya, C.E. (2004). Reinvestigation Of Optimum Duration Of VO_{2max} Testing, *J Exerc Physiol*; 7 : 1 – 8.
 26. Coyle EF, Trinity JD. (2008). The stroke volume response during or throughout 4-8 min of constant-power exercise that elicits VO_{2max} . *J Appl Physiol* 104(1):282-3
 27. Da Silva SC, Monteiro WD, Cunha FA, Myers J, and Farinatti PT. (2012) Determination of Best Criteria to Determine Final and Initial Speeds within Ramp Exercise Testing Protocols. *Pulmonary medicine*: 542402, 2012.
 28. Cerretelli P, Ambrosoli G, Fumagalli M. (1975) Anaerobic recovery in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*;34(3):141-8.
 29. Farrell PA, Wilmore JH, Coyle EF, Billing JE, Costill DL. 1979. Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci Sports*. Winter;11(4):338-44.
 30. McArdle, W.D., Katch, F.I. and Katch, V.L. (1996). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. 4th edition. Philadelphia: Lea and Febiger. pp 188-213.
 31. Maritz, J.S., Morrison, J.F., Peter J., Strydom, N.B., Wyndham, C.H. (1961), A Practical Method Of Estimating And Individual's Maximal Oxygen Uptake, *Ergonomics* 4:97–122

32. Issekutz, B., Birkhead, N.C., Rodahl, K. (1962). Use Of Respiratory Quotients In Assessment Of Aerobic Work Capacity, *J Appl Physiol* 17:47–50
33. Astrand, P.O. (1952). Experimental Studies Of Physical Working Capacity In Relation To Sex And Age, *Munksgaard, Copenhagen, Pp 1–171*
34. Duncan, G.E., Howley, E.T., Johnson, B.N. (1997). Applicability Of VO_{2max} Criteria: Discontinuous Versus Continuous Protocols, *Med Sci Sports Exerc* 29:273–278
35. Howley, E.T., Bassett, D.R. Jr., Welch, H.G. (1995). Criteria For Maximal Oxygen Uptake: Review And Commentary, *Med Sci Sports Exerc*; 27 : 1292 – 1301.
36. Jonathan Myers, MA.; Doug Walsh, B.S.; Nancy Buchanan, B.S.; and Victor F Froelicher, Al. D. (1989) Can Maximal Cardiopulmonary Capacity be Recognized by a Plateau in Oxygen Uptake? *Chest* 1989; 96:1312-16
37. Noakes, T.D. (2008). Testing For Maximum Oxygen Consumption Has Produced A Brainless Model Of Human Exercise Performance, *Br J Sports Med*; 42:551–5.
38. Beltrami, F.G., Froyd, C., Mauger, A. et al. (2012). Conventional Testing Methods Produce Sub-Maximal Values Of Maximum Oxygen Consumption, *Br J Sports Med*;46:23–9.
39. Wagner, P.D. (2000). New Ideas On Limitations To VO_{2max} , *Exerc Sports Sci Rev* 28:10–14.
40. Lucía, A., Rabadan, M., Hoyos, J., et al. (2006). Frequency Of The VO_{2max} Plateau Phenomenon In World Class Cyclists, *Int J Sports Med*; 27: 984–992.

41. Doherty, M., Nobbs, L., Noakes, T.D. (2003). Low Frequency Of The “Plateau Phenomenon” During Maximal Exercise In Elite British Athletes, *Eur J Appl Physiol* 2003; 89: 619–623.
42. Thoden, J.S., Macdougall, J.D., And Wilson, B.A. (1982). Testing Aerobic Power. In Physiological Testing Of The Elite Athlete, Edited by J.D. Macdougall, H.A. Wenger And H.J. Green. Mouvement Publications Inc., Ithaca, N.Y. Pp. 39–54.
43. Beneke, R., Pollmann, C., Bleif, I., Leithauser, R.M. & Hütler, M. (2002) How Anaerobic Is The Wingate Anaerobic Test for Humans? *Eur J Appl Physiol.* 87(4-5):388-92.
44. Hawkins, M.N., Raven, P.B., Snell, P.G. et al. (2007). Maximal Oxygen Uptake As A Parametric Measure Of Cardiorespiratory Capacity, *Med Sci Sports Exerc*;39:103–7.
45. Foster, C., Kuffel, E., Bradley, N. et al. (2007). VO_{2max} During Successive Maximal Efforts, *Eur J Appl Physiol*;102:67–72.
46. Poole, D.C., Wilkerson, D.P., And Jones, A.M., (2008b) Validity Of Criteria For Establishing Maximal O_2 Uptake During Ramp Exercise Tests, *Eur. J. Appl. Physiol.* 102(4): 403–410. *Doi:10.1007/S00421-007-0596-3. PMID:17968581.*
47. Shephard, R.J., (2009) Is the measurement of maximal oxygen intake passe? *Br J Sports Med* February Vol 43 No 2, 83-85
48. Basset FA, Boulay MR. (2003) Treadmill and Cycle Ergometer Tests are Interchangeable to Monitor Triathletes Annual Training. *J Sports Sci Med.* Sep 1;2(3):110-6.

49. Dotan, R. (2006) The Wingate Anaerobic Test's Past and Future and the Compatibility of Mechanically Versus Electro-Magnetically Braked Cycle-Ergometers. *Eur J Appl Physiol.* (98):113-116.
50. http://lode.nl/en/product/excalibur-sport-with-pedal-force-measurement/194/id_segment/1#
51. Riley M1, Wasserman K, Fu PC, Cooper CB. (1996) Muscle substrate utilization from alveolar gas exchange in trained cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1996;72(4):341-8.
52. Kisan, R., Kisan, S. R., Anitha, O. R., & Chandrakala, S. P. (2012). Treadmill and Bicycle Ergometer Exercise: Cardiovascular Response comparison. *Global Journal of Medical Research*, 12(5).
53. Ozkaya, O., Colakoglu, M., Kuzucu, O.E., Delextrat, A.(2013). An Elliptical Trainer May Render Wingate All-Out Test More Anaerobic, *J Stren Cond Res.*: Doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a20f77.
54. Porcari, J. (1998). Ace Fitness Matters, Elliptical Trainers Provides Effective, (4)2:4.
55. Knutzen, K.M., Lawson, A., Brilla, L. And Chalmers, G: (2007). Knee Joint Loads During Exercise On The Elliptical Trainer, *J American College Sports Med.* 39(5):155.
56. Lu, T., Chien, H. And Chen, H. (2007). Joint Loading In The Lower Extremities During Elliptical Exercise, *Med Sci Sports Exerc.* 39(9):1651-1658.
57. BradTord, J.C., Arena, R. Ve Pidcoe, P.E. (2007). Mechanical And Metabolic Energy Differences When Using A Modified Nordic Track

- Elliptical Trainer For Gait Training, *J American College Sports Med.* 39(5):155.
58. Pederson, H.M., Dalleck, L.C., Kravitz, L. And Robergs, R.A. (2006). Development Of A Metabolic Equation For Elliptical Cross Trainer: Exercise Equipment And Monitoring Systems. 2625:No 133.
59. Schorner, M.J., Terracciano, D.C., Hickner, R.C. And Mccammon, M.R. (2004). The Precor EFX546 Elliptical Trainer Over Predicts Energy Expenditure, *Med Sci Sports Exerc.* 36(5):249-250.
60. Altena. T.S., Kulling, F.A., Edwards, S.W., Edgley, B.A. And Webster, J.A. (2002). Comparision Of Physiological Variables In Response To Treadmill And Elliptical Exercise, *Med Sci Sports Exerc.* 34(5):4.
61. Batte, A.L., Darling, J., Evans, J. And Lance, L.M. (2003). Physiologic Response To A Prescribed Rating Of Perceived Exertion On An Elliptical Fitness Cross Trainer, *J Sports Med Physic Fitness.* 43(3):300.
62. Dolny, D., Hughes, N.J., Caylor, R. And Browder, K. (2004). Effect Of Varying Stride Length On Cardiorespiratory Response During Elliptical Trainer Exercise, *Med Sci Sports Exerc.* 36(5):250.
63. Egana, M. And Donne, B. (2004). Physiological Changes Following A 12 Week Gym Based Stair-Climbing, Elliptical Trainer And Treadmill Running Program In Females, *J Sports Med Physic Fitness.* 44(2):141-6.
64. Green , JM., Crews, TR., Pritchett, RC., Mathfield, C. And Hall, L. (2004). Hert Rate And Ratings Of Percieved Exertion During Treadmill And Elliptical Exercise Training, *Perceptual And Motor Skills,* (98):340-348.
65. Hajiefermides, G., Michael, T., Zabik, R., Liu, Y., Dawson, M. And Carl, D. (2003). Comparision Between Stationary And Moving Handlebar Use During

- Forward And Backward Pedaling On An Elliptical Trainer, *Med Sci Sports Exerc.* 35(5):192.
66. Hughes, N.J., Dolny, D.G., Browder, K.D., Cowin, B., Hedley, M., Jasper, C., Mcallister, T., Stewart, C. And Terell, B. (2005). Ratings Of Perceived Exertion (RPE) During Elliptical Trainer, Treadmill Bike And Recumbent Bike Exercise, *Med Sci Sports Exerc.* 37(5):S103.
67. Larsen, B.T. And Heath, E.M. (2007). Energy Expenditure For An Elliptical Trainer At Three Cadences, *Med Sci Sports Exerc.* 34(5):S295.
68. Sweitzer, M.L., Kravitz, L., Weingart, H.M., Dalleck, L.C., Chiywood, L.F. And Dahl, E. (2002). The Cardiopulmonary Responses Of Elliptical Cross Trainer Versus Treadmill Walking In Cad Patients, *J Exerc Physiol. Online.* (5)4.
69. Browder, K.D., And Dolny, D.G., (2002). Lower Extremity Muscle Activation During Elliptical Trainer Exercise, *Med Sci Sports Exerc.* 34(5):35 Board 17 T.
70. Browder, K.D., Dolny, D., Cowin, B., Hadley, M., Jasper, C., Mcallister, T., Stewart, C. And Terrel, B. (2005). Muscle Activation During Elliptical Trainer And Recumbent Bike Exercise, *Med Sci Sports Exerc.* 37(5):106.
71. Knutzen, K.M., Rodriguez, R. And Brilla, R. (2006). Comparision Of Quadriceps Femoris Activation During Elliptical And Treadmil Exercise In Athletes, Exercise, *Med Sci Sports Exerc.* 38(5):498 Board 131.
72. Ozkaya, O. (2013). Familiarization Effects Of An Elliptical All-Out Test And The Wingate Test Based On Mechanical Power Indices, *J Sports Sci And Med:* 12; 521-525.

73. Ozkaya, O., Colakoglu, M., Kuzucu, O.E., Yildiztepe, E. (2012). Mechanically Braked Elliptical Wingate Test: Mechanical Considerations, Load Optimization And Reliability, *J Stren Cond Res.*; 26(5): 1313-23.
74. Ozkaya, O., Colakoglu, M., Ozgonenel, O., Fowler, D., Colakoglu, S., Tekat, A. (2009). Wingate Anaerobic Testing With A Modified Electro-Magnetically Braked Elliptical Trainer, Part I: Methodological Considerations, *Isokinetics And Exercise Sciences*: 17(2); 107-13.
75. Ozkaya, O., Colakoglu, M., Fowler, D., Colakoglu, S., Kuzucu, O.E. (2009). Wingate Anaerobic Testing With A Modified Electro-Magnetically Braked Elliptical Trainer, Part Ii: Physiological Considerations, *Isokinetics And Exercise Sciences*: 17(2); 115-9.
76. Dalleck, L.C., Kravitz, L. And Robergs, R.A. (2004). Maximal Exercise Testing Using The Elliptical Crass-Trainer And Treadmill, *J Exerc Physiol. Online* 7(3).
77. Armour, A., Michael, T., Zabik, R., Liu, Y., Dawson, M. And Carl, D. (2003). Development Of A Submaximal Exercise Test To Predict VO_{2max} Using An Elliptical Trainer, *Med Sci Sports Exerc.* 35(5):310.
78. Dalleck, L.C., Kravitz, L. And Robergs, R.A. (2006). Development A Submaksimal Test To Predict Elliptical Crass-Trainer VO_{2max} , *J Stren Cond Res.* 20(2):278-83
79. Kang, J., Chaloupka, E. C., Mastrangelo, M. A., Biren, G. B., & Robertson, R. J. (2001). Physiological comparisons among three maximal treadmill exercise protocols in trained and untrained individuals. *European journal of applied physiology*, 84(4), 291-295.

80. Weston, S. B., Gray, A. B., Schneider, D. A., & Gass, G. C. (2002). Effect of ramp slope on ventilation thresholds and $\text{VO}_{2\text{peak}}$ in male cyclists. *International journal of sports medicine*, 23(1), 22-27.
81. Pollock, M. L., Foster, C., Schmidt, D., Hellman, C., Linnerud, A. C., & Ward, A. (1982). Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women. *American heart journal*, 103(3), 363-373.
82. Bishop, D., Jenkins, D. G., & Mackinnon, L. T. (1998). The effect of stage duration on the calculation of peak $\dot{\text{V}}\text{O}_2$ during cycle ergometry. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1(3), 171-178.
83. Myers, J., Buchanan, N., Walsh, D., Kraemer, M., McAuley, P., Hamilton-Wessler, M., & Froelicher, V. F. (1991). Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *Journal of the American College of Cardiology*, 17(6), 1334-1342.
84. Midgley, A. W., McNaughton, L. R., & Carroll, S. (2007). Time at $\text{VO}_{2\text{max}}$ during intermittent treadmill running: test protocol dependent or methodological artefact?. *International journal of sports medicine*, 28(11), 934-939.
85. Bentley, D. J., & McNaughton, L. R. (2003). Comparison of W_{peak} , $\text{VO}_{2\text{peak}}$ and the ventilation threshold from two different incremental exercise tests: Relationship to endurance performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(4), 422-435.
86. González-Alonso, J., & Calbet, J. A. (2003). Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation*, 107(6), 824-830.

87. Stachenfeld, N. S., Eskenazi, M., Gleim, G. W., Coplan, N. L., & Nicholas, J. A. (1992). Predictive accuracy of criteria used to assess maximal oxygen consumption. *American heart journal*, 123(4), 922-925.
88. Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of applied physiology*, 98(6), 1985-1990.
89. Lepretre, P. M., Koralsztein, J. P., & Billat, V. L. (2004). Effect of Exercise Intensity on Relationship between VO_{2max} and Cardiac Output. *Medicine and science in sports and exercise*, 36, 1357-1363.
90. McCole, S. D., A. M. Davis, and P. T. Fueger. (2001) Is there a disassociation of maximal oxygen consumption and maximal cardiac output? *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 33, No. 8, pp. 1265–1269
91. Castle, R. V. (2011). Why is there still so much confusion about VO₂ plateau? A re-examination of the work of AV Hill.

EK-1

T.C.

ŞİFA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Klinik Araştırmaları Etik Kurulu

Sayı : B.30.2.ŞFÜ.00.50.500\ 61

Tarih : 04.10.2013

Konu : Etik Kurul Başvurusu hk.

Sayın ; Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA

Üniversitemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulu' nun 02.10.2013 tarih ve 37 nolu toplantısında sunulan “ **Eliptik Bisiklette Aerobik Güç(VO2maks) Testleri: Başlangıç Yüğü, Test Süresi, VO2pik' i Doğrulama ve VO2' de Plato Analizi** ” başlıklı araştırma dosyanız ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup bilimsel ve etik ilkelere uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Hüseyin VURAL

Klinik Araştırmaları Etik Kurul Başkanı

EK:2

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bu çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamanız ve kararınızı bu bilgilendirme sonrası özgürce vermeniz gerekmektedir. Size özel hazırlanmış bu bilgilendirmeyi lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz.

ÇALIŞMANIN AMACI NEDİR?

Bu çalışmanın esas amacı, farklı sürelerde bitkinliğe odaklanılan kademeli $\dot{V}O_{2\text{pik}}$ (oksijen kullanım kapasitesinin zirve değeri) testleriyle bu testlerin doğrulanmış $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ (oksijen kullanım kapasitesinin maksimum değeri) farkları arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Çalışmanın ikincil amacı, $\dot{V}O_{2\text{pik}}$ ile $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ arasındaki farkın egzersiz tipinden ve aktif kas kitlesinin büyüklüğünden nasıl etkileneceğini araştırmaktır.

KATILMA KOŞULLARI NEDİR?

Gönüllüler, düzenli sigara, alkol, herhangi bir ilaç ve antioksidan maddeyi düzenli olarak kullanmayan, anemi, enfeksiyon, obezite ya da herhangi bir kronik hastalığı ya da sakatlığı bulunmayan, en az 4 yıllık antrenman geçmişine sahip, haftada en az üç gün düzenli dayanıklılık antrenmanı yapan, periyodik sağlık kontrollerinden geçen, lisanslı, en az 45 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}\dot{V}O_2$ kullanım düzeyine sahip, Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi olmayan 12 erkek sporcudan oluşacaktır.

NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Kardiyak kontrollerden geçen katılımcıların vücut kütleleri ve boy uzunlukları kaydedilecektir. Çalışmada bisiklet ve eliptik bisiklet olmak üzere 2 ergometre kullanılacaktır. Laboratuvar testleri başlamadan önce 1 gün içinde katılımcılar 1 seans 20 dakikalık her iki ergometreye uyum sürecinden geçirilecektir. Sonrasında laboratuvarda sırasıyla sub-maksimal aerobik güç testi ile maksimal aerobik güç testi ve verifikasyon testleri yapılacaktır. Daha sonrasında eliptik bisiklette sırasıyla 24 saat arayla; 4 (2x2dk.), 6 (3x2dk.), 10 (5x2dk.) ve 16. (8x2dk.) 'lık testler ve aynı süreler kullanılarak tekrar testleri yapılarak deneysel çalışma tamamlanacaktır.. Katılımcılar laboratuvarda koşu ayakkabısı, kısa çorap ve koşucu şortu ile egzersiz testlerini tamamlayacaklardır.

SORUMLULUKLARIM NEDİR?

Araştırma ile ilgili olarak deneysel test seanslarına katılım öncesi son 24 saat içerisinde yorucu bir egzersiz seansına katılmamak, alkol almamak, test seanslarından en az 2 saat önce kahvaltayı veya 3 saat önce öğle yemeğini tamamlamış olmak. Bu koşullara uymadığınız durumlarda araştırıcı sizi uygulama dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

KATILIMCI SAYISI NEDİR?

Araştırmada yer alacak gönüllülerin sayısı 8'dir.

KATILIMIM NE KADAR SÜRECEKTİR?

Bu araştırmada yer almanız için öngörölen süre her bir seans için yaklaşık olarak 30 dakikadır.

ÇALIşMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI YARAR NEDİR?

Bu araştırmaya katılımınızın sağlığınız veya fiziksel performansınızı geliştirici bir katkısını yüksek test sayısı nedeniyle öngörmekteyiz. Ancak asıl faydası size fiziksel performansınız hakkında önemli oldukça bilgiler sağlayacaktır. İlerleyen dönemde yapacağınız antrenmanların yükleriyle ilgili gerekli bilgiler sağlayacaktır. Bu bilimsel araştırmaya katılarak, bu araştırmanın sonuçlarından faydalanacak spor bilimcilere, antrenörlere ve sporculara önemli katkılar sağlamış olacaksınız.

ÇALIşMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI RİSKLER NEDİR?

Ağır egzersize bağlı riskler dışında ilave risk artışı beklenmemektedir. Olası bir sağlık problemine karşın Uzm. Dr. Onur ORAL testler sırasında tıbbi müdahale için hazır bulunacaktır.

ARAşTIRMA SÜRECİNDE BİRLİKTE KULLANILMASININ SAKINCALI OLDUĞU BİLİLEN İLAÇLAR/BESİNLER NELERDİR?

Fiziksel performansı ve enerji metabolizmasını etkileyebilecek yasal ya da yasal olmayan gıda katkıları veya ilaçlar kullanmamanız gerekmektedir.

HANGİ KOşULLARDA ARAşTIRMA DIşI BIRAKILABİLİRİM?

Sizinle belirlenecek olan test seansı takvimine mazeretsiz ve önceden bildirmeksizin iki kez uymama koşulunda araştırma dışı bırakılabiliyorsunuz.

HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK/SORUMLULUK KİMDEDİR VE NE YAPILACAKTIR?

Araştırmaya bağlı bir zarar söz konusu olduğunda, bu durumun tedavisi sorumlu araştırmacı tarafından yapılacak, ortaya çıkan masraflar sorumlu araştırmacı tarafından karşılanacaktır.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLAR İÇİN KİMİ ARAMALIYIM?

Katılımcı herhangi bir soru için Ramazan AYDINOĞLU'na 0 554 708 90 31 numaralı telefondan, Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA' ya 0232 342 57 14 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

ÇALIŞMA KAPSAMINDAKİ GİDERLER KARŞILANACAK MIDIR?

Yapılacak her tür tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir.

ÇALIŞMAYA KATILMAM NEDENİYLE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILACAK MIDIR?

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır.

ARAŞTIRMAYA KATILMAYI KABUL ETMEMEM VEYA ARAŞTIRMADAN AYRILMAM DURUMUNDA NE YAPMAM GEREKİR?

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz.

Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili bilimsel verilerde gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

KATILMAMA İLİŞKİN BİLGİLER KONUSUNDA GİZLİLİK SAĞLANABİLECEK MİDİR?

Size ait tüm bilimsel ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayımlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde bilimsel bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait bilimsel bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 2 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları

araştırıcıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bu çalışmada benden elde edilen bilimsel bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜNÜN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL. & FAKS		
TARİH		

VELAYET VEYA VESAYETİNDE BULUNANLAR İÇİN VELİ VEYA VASİNİN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL. & FAKS		
TARİH		

AÇIKLAMALARI YAPAN ARAŐTIRICININ		İMZASI
ADI & SOYADI		
TARİH		

RIZA ALMA İŞLEMİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİNİN		İMZASI
ADI & SOYADI		
GÖREVİ		
TARİH		



ÖZGEÇMİŞ

1986 Yılında Zonguldak'ın Ereğli ilçesinde dünyaya geldim. Liseyi yabancı dil ağırlıklı Bayraklı Lisesi'nde tamamladım. Lisans eğitimimi Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi bölümünü bitirerek 2010 yılında tamamladım. 2010 yılında Ege Üniversitesi Beden Eğitim ve Spor Yüksekokulu'nda Hareket ve Antrenman Bilimleri ana bilim dalında yüksek lisans eğitimi hakkı kazandım. 2011-2013 yılları arasında Karşıyaka Futbol Kulübü'nde genç takımlar kondisyonerliği yaptım. Halen, Ege Üniversitesi Beden Eğitim ve Spor Yüksekokulu'nda Hareket ve Antrenman Bilimleri ana bilim dalında yüksek lisans öğrenimi görmekteyim.