

T.C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELİT SPORCULARDA MAXVO<sub>2</sub> VE LAKTAT DEĞERLERİNİN  
İKİ FARKLI ARTIRMALI (INCREMENTAL)  
TREADMİLL PROTOKOLÜ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Turgay ÖZGÜR**

Kocaeli Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Spor Bilimleri Doktora Programı İçin Öngördüğü  
DOKTORA TEZİ Olarak Hazırlanmıştır

**KOCAELİ - 2005**

T.C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELİT SPORCULARDA MAXVO<sub>2</sub> VE LAKTAT DEĞERLERİNİN  
İKİ FARKLI ARTIRMALI (INCREMENTAL)  
TREADMİLL PROTOKOLÜ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Turgay ÖZGÜR**

Kocaeli Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Spor Bilimleri Doktora Programı İçin Öngördüğü  
DOKTORA TEZİ Olarak Hazırlanmıştır

**Tez Danışmanı**  
**Prof. Dr. Aydın ÖZBEK**

**KOCAELİ – 2005**

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼'ne**

İşbu alışma, j¼rimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalında  
DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**İMZALAR**

Başkan Unvanı Adı SOYADI İMZA

¼ye Unvanı Adı SOYADI İMZA

¼ye Unvanı Adı SOYADI İMZA

¼ye Unvanı Adı SOYADI İMZA

¼ye Unvanı Adı SOYADI İMZA

**ONAY**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen ¼ęretim ¼yelerine ait olduğunu onaylıyorum.

..../..../2005

**Enstit¼ M¼d¼r¼**



## ÖZET

Bu araştırma şu amaçlarla gerçekleştirilmiştir:

Artırmalı (incremental) treadmill egzersizlerinde, laktat konsantrasyon ölçümü için verilen 30 saniyelik duraklamaların, ölçülen  $VO_2$ max ve Anaerobik Eşik (AT) değerlerini etkileyip etkilenmediğinin tespit edilmesi.

Kan laktat konsantrasyon ölçümü ile ve solunum gazlarının bilgisayarlı hesaplanması yöntemleri ile elde edilen Anaerobik Eşik değerleri arasında ilişki olup olmadığının tespit edilmesi.

Araştırmamızda, farklı spor dallarından, yirmisekiz elit erkek sporcu gönüllü olmuştur. Her denek, iki, artırmalı (incremental) treadmill egzersizi protokolü tamamlamıştır. Egzersiz protokollerinden biri, seviye geçişlerinde 30 saniyelik duraklamalar içermektedir. İlk amacımızın araştırılması için, iki farklı protokolda,  $VO_2$ max ve Anaerobik Eşik (AT) değerleri, RER ve V-Slope metotlarla elde edilmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. İkinci amacımızın araştırılması için, deneklerin Anaerobik Eşik değerleri, duraklama içermeyen artırmalı treadmill egzersizinde, invasiv laktat anaerobik eşik ve non-invasiv RER ve V-Slope metotlarla tespit edilmiş ve aralarındaki ilişki incelenmiştir. Her iki protokolda de solunum gazları, her solukta (breathe by breathe) ölçülmüştür.

Duraklamalı ve duraklamasız iki protokolün karşılaştırılması sonucunda, RER ve V-Slope metotların her ikisinde, ölçülen  $VO_2$ max değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış, bunun yanında Anaerobik Eşik (AT) değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur.

Artırmalı, duraklama içermeyen treadmill protokolünde, Anaerobik Eşik belirleme yöntemleri arasındaki ilişki analizi sonucunda; RER anaerobik eşik zamanı ile V-Slope anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,781$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik eşik zamanı ile Laktat anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,844$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşik zamanı ile Laktat anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,772$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Diğer anaerobik eşik parametrelerinde de  $r = 0,377$  ile  $r = 0,843$  arasında ilişki düzeyleri tespit edilmiştir.

Bu araştırma göstermiştir ki, ölçülen Anaerobik Eşik değerleri, artırmalı (incremental) treadmill protokollerindeki 30 saniyelik duraklamalardan, etkilenmektedir. Ayrıca RER ve V-

Slope non-invasiv yöntemler, ergospirometrik testlerde, laktat konsantrasyon ölçümü gerekmeksizin, anaerobik eşik belirlemede kullanılabilir, etkin yöntemlerdir.

**Anahtar kelimeler:**  $VO_2$ max, Anaerobik Eşik, Laktat Eşik, Ergospirometre

## ABSTRACT

The purpose of the present study are as follows: Determining whether in incremental treadmill exercise, 30 seconds breaks taken for blood lactate concentration measurements so affect the resulting  $VO_2$ max and Anaerobic threshold values or not. Determining the correlation between Anaerobic threshold values obtained via blood lactate measurement method and computerized calculations of respiratory gases.

28 elite men athletes have participated to this present study. Each subject has gone through two incremental treadmill exercise protocols of which, one has 30 seconds breaks whereas the other one does not. In order to investigate the first purpose of the study defined above.  $VO_2$ max and Anaerobic threshold values in both protocols have been obtained using an ergospirometer (ZAN 600) applying RER and V-Slope methods. To investigate the second purpose of the study, in treadmill protocol with no 30 second breaks, anaerobic threshold values obtained using invasive lactate threshold method, non-invasive RER and V-Slope methods. Respiratory gases measured breathe by breathe in both protocols.

The comparison of results obtained from two protocols showed that, no significant differences found between  $VO_2$ max values for RER and V-Slope methods. Besides, there was significant differences found between Anaerobic threshold values.

In the protocol with no 30 second breaks, after the analyses of correlation between anaerobic threshold determining methods following results were found. Between RER anaerobic threshold time and V-Slope anaerobic threshold time ( $r=0,781$ ,  $p=0,000$ ), between RER anaerobic threshold time and Lactate anaerobic threshold time ( $r=0,844$ ,  $p=0,000$ ), between V-Slope anaerobic threshold time and Lactate anaerobic threshold time ( $r=0,772$ ,  $p=0,000$ ). Correlations among the other Anaerobic threshold variables ranged from  $r=0,377$  to  $r=0,843$ .

The study showed that, Anaerobic threshold values measured at incremental treadmill protocols, are affected by 30 second breaks. Besides RER and V-Slope non-invasive methods can be effectively used to obtain anaerobic threshold values in ergospirometric tests without needing lactate concentration measurement.

Keywords:  $VO_2$ max, Anaerobic Threshold, Lactate threshold, Ergospirometer





## TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamı yöneten sayın Prof.Dr. Aydın ÖZBEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Müdürü, sayın Prof.Dr. Yavuz TAŞKIRAN başta olmak üzere, Yrd.Doç.Dr. G. Kemal GÜL'e, Yrd.Doç.Dr. Zekiye BAŞARAN'a ve tüm Öğr. Üyesi kadrosuna teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, doktora tez çalışmamın değişik aşamalarında katkı ve yardımlarında dolayı, Prof.Dr. Reha ALPAR'a, Yrd.Doç.Dr. Nilay ETİLER'e, Öğr.Gör. Gökâl GÜREL'e, Okt. Ertay SEYREK'e ve Beden Eğitimi Öğretmeni Serap YALGIN DURUL'a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, tez çalışmamın başından sonuna her noktasında, çok büyük emeğe sahip Okt. Bahar ÖZGÜR'e, End. Müh. E. Banu ÖZGÜR'e ve sonsuz sevgi ve desteklerinden dolayı aileme teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
RESİMLER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	3
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. ENERJİ SİSTEMLERİ	4
2.1.1. Aerobik metabolizma	4
2.1.2. Anaerobik metabolizma	4
2.2. MAKSİMUM OKSİJEN KULLANIMI ( $VO_{2max}$ )	4
2.3. ARTIRMALI (INCREMENTAL) EGZERSİZ TESTLERİ	6
2.3.1. Artırmalı (Incremental) Treadmill Protokolleri	6
2.3.1.1. Treadmill $VO_2$ max Test	6
2.3.1.2. Astrand Treadmill Test	7
2.3.1.3. Balke Treadmill Test	7
2.3.1.4. Cunningham and Faulkner Test	7
2.3.1.5. Conconi Test (Treadmill'de)	7
2.4. ANAEROBİK EŞİK	8
2.5. LAKTAT	9
2.5.1. Laktat Eşik	11
2.5.2. MLSS (Maximal Lactate Steady State)	14
2.6. SOLUNUMSAL EŞİK ( $VE_t$ )	15
2.7. BİLGİSAYAR TABANLI GAZ DEĞİŞİM	
ÖLÇÜM METOTLARI	16

2.7.1. Solunum Değişim Oranı (RER)	16
2.7.2. V-Slope	16
2.7.3. Akciğer Solunumu	16
2.7.4. O <sub>2</sub> ve CO <sub>2</sub> 'nin Solunum Eşdeğerleri	17
2.7.5. Görsel Tespit	17
3. MATERYAL METOTLAR	19
3.1 Araştırma Grubu	19
3.2. Deneysel Dizayn	19
3.3. Test ve Ölçümler	19
3.3.1. Boy Ölçümü	19
3.3.2. Vucüt ağırlığı	20
3.3.3. Vücut yağ oranı	20
3.3.4. Alıştırma Seansı	20
3.3.5. Artırmalı (Incremental) Treadmill Protokolleri	20
3.3.5.1. I. Protokol	20
3.3.5.2. II. Protokol	21
3.3.6. Ergospirometrik Ölçüm	21
3.3.6.1. VO <sub>2</sub> max Ölçümü	22
3.3.6.2. Anaerobik Eşik Tespiti	23
3.3.6.2.1. V-Slope Anaerobik Eşik	23
3.3.6.2.2. RER Anaerobik Eşik	24
3.3.6.2.3. Curve Lineer Regresyon	
Laktat Anaerobik Eşik	25
3.3.7. Laktat Konsantrasyon Ölçümü	26
3.4 İstatistik analiz	27
4. BULGULAR	28
5. TARTIŞMA	36
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
6.1 Sonuçlar	55
6.2 Öneriler	55
KAYNAKLAR	57



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>RER</b>	: (Respiratory Exchange Ratio) Solunum Değişim Oranı
<b>mmol/</b>	: milimol
<b>l</b>	: litre
<b>O<sub>2</sub></b>	: Oksijen
<b>EQO<sub>2</sub></b>	: Oksijen eşdeğeri
<b>V<sub>O<sub>2</sub></sub>max</b>	: Maksimum Oksijen Kullanımı
<b>HR<sub>rest</sub></b>	: Dinlenik Kalp Atımı
<b>ATP</b>	: Adenozintrifosfat
<b>CP</b>	: Creatinfosfat
<b>OBLA</b>	: (Onset of blood lactate accumulation) Kan laktat birikim atağı
<b>MLSS</b>	: (Maximal lactate Steady State) Maksimum laktat (durağan) sabit hali
<b>Mph</b>	: Kara mili
<b>VE</b>	: Ventilasyon, Solunum
<b>LT</b>	: (Lactate Threshold) Laktat Eşik
<b>VE<sub>t</sub></b>	: Solunumsal Eşik
<b>VCO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit Hacmi
<b>VO<sub>2</sub></b>	: Oksijen Hacmi
<b>VT</b>	: (Ventilatory Threshold) Solunumsal Eşik
<b>V<sub>E</sub></b>	: Ventilasyon Eşik
<b>gr</b>	: Gram
<b>dk</b>	: Dakika
<b>sn</b>	: Saniye
<b>ms</b>	: Milisaniye
<b>VAĞIR</b>	: Vücut Ağırlığı
<b>BOY</b>	: Boy Uzunluğu
<b>VYAG</b>	: Vücut Yağ Oranı
<b>ANTYAŞ</b>	: Antrenman Yaşı
<b>YAŞ</b>	: Yaş

<b>RANZ</b>	: RER yöntemi anaerobik eşikteki zaman
<b>RANH</b>	: RER yöntemi anaerobik eşikteki hız
<b>RANKA</b>	: RER yöntemi anaerobik eşikteki kalp atımı
<b>RMAXKA</b>	: RER yöntemi anaerobik eşikteki maksimum kalp atımı
<b>RANSF</b>	: RER yöntemi anaerobik eşikteki soluk frekansı
<b>RVO2MAX</b>	: RER yöntemi anaerobik eşikteki maksimum oksijen kullanımı
<b>RANVO2</b>	: RER yöntemi anaerobik eşikteki oksijen hacmi
<b>RRERMAX</b>	: RER yöntemi maksimum RER değeri
<b>RANLA</b>	: RER yöntemi anaerobik laktat değeri
<b>VANZ</b>	: V-Slope yöntemi anaerobik eşikteki zaman
<b>VANH</b>	: V-Slope yöntemi anaerobik eşikteki hız
<b>VANKA</b>	: V-Slope yöntemi anaerobik eşikteki kalp atımı
<b>VANSF</b>	: V-Slope yöntemi anaerobik eşikteki soluk frekansı
<b>VANVO2</b>	: V-Slope yöntemi anaerobik eşikteki oksijen hacmi
<b>VANRER</b>	: V-Slope yöntemi anaerobik eşikteki RER değeri
<b>VANLA</b>	: V-Slope yöntemi anaerobik Laktat değeri
<b>LaANZ</b>	: Laktat anaerobik eşik yöntemi anaerobik eşikteki zaman
<b>LaANLA</b>	: Laktat anaerobik eşik yöntemi anaerobik eşikteki laktat
<b>LaANH</b>	: Laktat anaerobik eşik yöntemi anaerobik eşikteki hız
<b>LaANKA</b>	: Laktat anaerobik eşik yöntemi anaerobik eşikteki kalp atımı
<b>LaANSF</b>	: Laktat anaerobik eşik yöntemi anaerobik eşikteki soluk frekansı
<b>LaANVO2</b>	: Laktat anaerobik eşik yöntemi anaerobik eşikteki VO2

## TABLULAR DİZİN

	SAYFA
<b>Tablo I:</b> Deneklerin Seçili Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	28
<b>Tablo II:</b> I. Protokol (RER Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	28
<b>Tablo III:</b> II. Protokol (RER Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	29
<b>Tablo IV:</b> I. Protokol (V-Slope Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	29
<b>Tablo V:</b> II. Protokol (V-Slope Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	30
<b>Tablo VI:</b> II. Protokol Curve Lineer Regresyon (Laktat Eşik Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	30
<b>Tablo VII:</b> I. ve II. Protokol RER Yöntem Wilcoxon Test Sonuçları	31
<b>Tablo VIII:</b> I. ve II Protokol V-Slope Yöntem Wilcoxon Test Sonuçları	31
<b>Tablo IX:</b> II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Zaman Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları	32
<b>Tablo X:</b> II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Hız Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları	32
<b>Tablo XI:</b> II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Kalp Atımı Değişkeni, Spearman Korelasyon Test Sonuçları	33
<b>Tablo XII:</b> II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Soluk Frekansı Değişkeni, Spearman Korelasyon Test Sonuçları	33
<b>Tablo XIII:</b> II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, VO2 Değişkeni, Spearman Korelasyon	

Test Sonuçları	34
<b>Tablo XIV:</b> II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Laktat Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları	34



## ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

<b>Şekil 1:</b> Conconi test sonucu	8
<b>Şekil 2:</b> Anaerobik glikoliz.	10
<b>Şekil 3:</b> V-Slope yöntemi ile, ZAN 600 Ergospirometre'den elde edilen Anaerobik eşik (Örnek)	24
<b>Şekil 4:</b> RER yöntemi ile, ZAN 600 Ergospirometre'den elde edilen Anaerobik eşik (Örnek)	25
<b>Şekil 5:</b> Curve lineer regresyon analizi ile elde edilen LA Anaerobik eşik (Örnek).	26
<b>Şekil 6:</b> Seviye geçişlerinde interval içeren II. Incremental Treadmill Protokol'ünde deneğin intervallere denk gelen zaman aralıklarında, kalp atım ve RER değerlerindeki anlık uyumlar.	44
<b>Şekil 7:</b> Seviye geçişlerinde interval içermeyen I. Incremental Treadmill Protokol'ünde deneğin, kalp atım ve RER değerlerindeki lineer artış.	45

## RESİMLER DİZİNİ

SAYFA

**Resim 1:** Zan 600 Ergospirometre ve RAM 720 Treadmill

21

## 1.GİRİŞ

Egzersiz fizyolojisinde, sporcuların aerobik ve anaerobik kapasitelerinin, daha önemlisi, kapasitelerin göstergelerinin geçerli ve güvenilir yöntem ve araçlarla belirlenmesi, öne çıkan araştırma ve tartışma alanlarındanır.

Özellikle seksenli yıllarda, anaerobik eşik belirlemede invaziv laktat konsantrasyon ölçümü temelli eşik belirleme yöntemine, solunum parametreleri ekseninden yaklaşan, bilgisayar tabanlı metotların eklenmesi, yeni sonuç ve tartışmaları da beraberinde getirmiştir.

Seksenli yıllardan bugüne, konu ile ilgili literatür önemli mesafe kat etmiş ancak, belli noktalardaki tartışma halen devam etmektedir.

Anaerobik eşiğin solunum ve gaz değişim teknikleriyle belirlenmesi ve kan laktat değişimleri ile belirlenmesi arasındaki karşılaştırmada, solunum ve gaz değişim anaerobik eşiklerinin kan laktat anaerobik eşikleriyle her zaman uyuşmadığı belirtilmiştir (Powers ve ark., 1984).

Anaerobik eşiğin çeşitli bilgisayar tabanlı metotlarla belirlendiği ve karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmada (Santos ve Giannella, 2004), solunum değişim oranı V-slope oksijenin solunum eşdeğeri, CO<sub>2</sub>' in solunum eşdeğeri metotları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bütün metotlar anaerobik eşikle anlamlı ilişki vermiştir. Buradan hareketle çalışmamız da anaerobik eşik belirlenmesi için bilgisayar tabanlı metotlar olan solunum değişim oranı (RER) ve V-Slope kullanılmıştır.

Aerobik ve anaerobik kapasitelerin göstergelerinin belirlenmesi alanındaki metotlar yetişmiş deneyimli araştırmacılar, pahalı araçlar ve büyük bütçeler gerektirmektedir. Bu faktörler, laboratuvar çalışmalarını daha da zorlu hale getirmektedir.

Anaerobik eşik, egzersiz sırasında vücudun artan metabolik ihtiyacının aerobik enerji sistemlerince tam olarak karşılanamadığından anaerobik enerji üretimindeki artışın başladığı metabolizma değişim bölgesini tanımlamaktadır. Egzersiz sırasında aerobik metabolizmaya anaerobik metabolizmanın eklendiği bu değişim bölgesinde arteryel kan laktat konsantrasyonunun da sistematik olarak istirahat seviyesinin üzerine doğru artmaya başladığı gösterilmiştir (Özçelik ve Ayar, 2004).

Anaerobik eşik, sporcu ve hastalarda, aerobik iş kapasitesi, kardiovasküler ve pulmoner sınırlar gibi parametrelerin belirlenebilmesi için kullanılmıştır.

İnvasiv metotlar kan laktat konsantrasyonlarının tekrarlı ölçümlerini gerektirir ve anaerobik eşiğin laktatla tanımlanmasını sağlar. Hem laktat seviyesindeki ani yükseliş hem de konsantrasyondaki non-lineer yükseliş, data eğrisindeki noktaların incelenmesi için kullanılmıştır. Diğer bazı araştırmacılar 2.0, 3.0 ve 4.0 mmol/l gibi sabit kan laktat konsantrasyonlarını tanımlamışlardır. Bazı laboratuvarlar ise istirahat değerlerinin 1.5 mmol/l üzerindeki değerlere dayanan kişisel anaerobik eşiği hesaplamışlardır (Solberg ve ark., 2005).

Noninvasiv metodlar solunum gazlarının sürekli ölçümüne dayanır ve solunum gazları ile tanımlanan anaerobik eşik değerlerine ulaşılmasını sağlar. Solunum anaerobik eşiğin belirlenmesinde eski bir metot expire edilen CO<sub>2</sub> ve inspire edilen O<sub>2</sub> (RER) arasındaki ilişkiyi kullanır ve anaerobik eşik RER' in yükselmeye başladığı nokta veya RER' in belli bir kırılma değerinin üzerine çıktığı (1.0 gibi) nokta olarak belirlenir. Bu metot daha sonraları geçersiz olarak değerlendirilmiş ve V-Slope ve EQO<sub>2</sub> gibi metotlar geliştirilmiştir (Solberg ve ark., 2005).

İnvasiv ve noninvasiv olmak üzere kullanılan metotların hangisinin iyi olduğuna dair uluslar arası bir karar oluşmamıştır.

Maksimal oksijen kullanımı (VO<sub>2</sub>max) kardio solunum fitness ve aerobik performansın önemli belirleyicilerindedir. Maksimum oksijen kullanımının, maksimum iş esnasında direkt ölçümü bu parametre için en doğru sonuçları verir (Uth ve ark. 2005).

Antrenman durumu VO<sub>2</sub>max' ın temel belirleyicisidir ve VO<sub>2</sub>max' ın antrenmanla arttığı, inaktivite sonucu ise azaldığı literatürde iyi şekilde ele alınmıştır. Benzer şekilde antrenman dinlenik kalp atımını düşürürken antrenmansızlık dinlenik kalp atımını (HR<sub>rest</sub>) arttırmaktadır (Uth ve ark. 2005).

VO<sub>2</sub>max' ın ölçülmesi amacıyla kullanılan değişik ergometreler (treadmill, bisiklet ergometresi, kürek ergometresi) istatistik olarak anlamlı farklılık göstermemiştir (Rivera ve ark., 1998). Araştırmamızda test aracı olarak treadmill tercih edilmiştir.

Laktat anaerobik eşik ve solunum anaerobik eşik belirleme metotlarının geçerlilik ve güvenilirlik tartışmalarının yanı sıra, kullanılan egzersiz protokollerinin eşik değerlere etkileri de önemli tartışma alanlarındandır.

Sekiz ile on iki dakika arasında süren egzersiz protokollerinin daha yüksek maksimal oksijen kullanımı (VO<sub>2</sub>max ) ortaya çıkardığı genel olarak kabul edilmiştir. Bu bağlamda Astrand ve Bruce protokolleri sağlıklı, antrenmanlı olmayan bireyler için uygun

görülmektedir. Çünkü bu treadmill protokolleri on dakikaya yaklaşan sürededir. Bununla birlikte bu protokollerin iyi antrenmanlı kişilerde  $VO_{2max}$  değerlerini düşük tahmin ettiği düşünülmekte, çünkü bu kişilerin daha uzun test sürelerine ulaşabildikleri bilinmektedir. Ne yazık ki bu düşünceye direkt kanıtlar henüz oluşmamıştır (Jie Kang ve ark, 2001).

Treadmill açısının değiştirilip hızının korunduğu Buchfuhrer ve ark. (1983) çalışmasında anaerobik eşikte anlamlı fark bulunmamıştır. Bunun karşısında Shimizu ve arkadaşlarının (1991) çalışmasında Bruce ve Balke protokolleri, rampa protokolü ile karşılaştırılmış ve rampa protokollerinde daha düşük anaerobik eşik ortaya çıkmıştır. Ve bu da test protokolünün anaerobik eşik belirlemeye olası etkisini göstermiştir. Bu bulgu, Gullestad ve arkadaşlarının (1997) çalışmasında, daha hızlı artış gösteren bisiklet egzersizlerinde kan laktat konsantrasyonunun, gecikmeye uğradığının gözlenmesi gibi, dikkate değerdir (Jie Kang ve ark, 2001).

Bir çok çalışma göstermiştir ki artırmalı (incremental) egzersize kan laktat konsantrasyon cevabı dayanıklılık performansının değişik tipleri ile yüksek ilişkilidir. Kan laktat konsantrasyon testleri (laktat eşik ve  $4 \text{ mmol l}^{-1}$  işaretleyici) çoğunlukla dayanıklılık performansının ölçülmesi için kullanılırlar ayrıca egzersiz yoğunluğu ve dayanıklılık antrenmanlarına adaptasyonların belirlenmesi içinde kullanılırlar ( Grant ve ark. (2002).

### **1.1.Problem**

Bu araştırmanın problemleri;

1. LA konsantrasyon ölçümü amacı ile, duraklama içeren ve içermeyen artırmalı (incremental) treadmill protokollerinde ölçülen,  $VO_{2max}$  ve anaerobik eşik değerleri arasında fark var mıdır?
2. Noninvasiv, RER ve V-Slope metotları ile belirlenen anaerobik eşik değerleri ve invasiv metot olan Laktat anaerobik eşik değerleri arasında korelasyon var mıdır?

## **2. GENEL BİLGİ**

### **2.1. ENERJİ SİSTEMLERİ**

#### **2.1.1. Aerobik metabolizma**

Karbonhidratların, yağların ve gerekirse proteinlerin, oksijen varlığında tamamen parçalanarak karbondioksit ve suya dönüşümleri ile sonuçlanan bir seri kimyasal reaksiyondan oluşur ve bu parçalanma sırasında ATP molekülü üretilir. Oksijen kullanılarak oluşan bu kimyasal reaksiyonlar, hücre içinde mitokondri adı verilen bir organel içerisinde meydana gelir ve bu kimyasal olaylara "oksidasyon" adı verilir (Tiryaki, 2002).

#### **2.1.2. Anaerobik metabolizma**

Sadece karbonhidratların (yağlar ve proteinler hariç) oksijen kullanılmadan kısmen (tamamen değil) parçalanması ile bir ara maddeye (laktik asite) dönüşümünü içerir. Bu metabolizma ile aerobik metabolizmaya oranla çok daha az miktarda enerji üretimi gerçekleşir. Anaerobik metabolizmada oksijen kullanılmadan enerji üretimi söz konusudur. ATP sentezini sağlayan kimyasal reaksiyonlar serisi 3 kategoride incelenebilir (Tiryaki, 2002):

ATP-CP veya fosfojen sistemi

Laktik asit veya anaerobik glikoliz sistemi

Oksijen sistemi

İlk iki sistem, [ATP-CP (fosfojen sistemi) ve laktik asit (anaerobik glikoliz) sistemi] anaerobik sistemlerdir. Üçüncü sistem olan oksijen sistemi ise, adından da anlaşılacağı üzere, aerobik sistemdir (Tiryaki, 2002).

### **2.2. MAKSİMUM OKSİJEN KULLANIMI ( $VO_2max$ )**

1930' larda, şampiyon dayanıklılık sporcularının dikkate değer düzeyde maksimal oksijen kullanımları olduğu biliniyordu. 1950, 1960, 1970'lerin klasik çalışmaları  $VO_2max$ ' ın fizyolojik tanımlamaları ve dayanıklılık performansında ki anahtar rolüne odaklanmıştır. Bu dönemde  $VO_2max$ ' ı kısıtlayan faktör olarak oksijen taşıma sistemi üzerinde daha çok tartışma yaşanmıştır. Gerçekleştirilen gözlemler kardiyak çıktının  $VO_2max$  için çok önemli olduğunu

açıkça ortaya koydu. Buna ek olarak kan hacmi ve total hemoglobin  $VO_2max$ ' ın önemli tanımlayıcıları olarak belirlendi (Joyner, 2003).

Maksimum oksijen kullanımı ( $VO_2max$ ) dayanıklılık sporcularının üstün performanslarının belirleyicisi olarak kullanılmalıdır. Bununla beraber solunum eşiğe karşılık gelen  $VO_2max$  ya da tepe güç değeri arttırmalı (incremental) egzersiz ve submaksimal egzersize metabolik tepkinin verimliliğinin gösterilmesinde daha iyi tahmin araçlarıdır (Millet ve ark., 2002).

Elit dayanıklılık sporcularında performansın gelişmesi için yüksek yoğunluklu duraklama antrenmanın etkin bir metot olduğu bilinmektedir. Performansın geliştirilmesi için  $VO_2max$  değerine karşılık gelen koşu hızı ve bu hızın ne kadar sürdürülebildiğinin bilinmesi de önemlidir. Gerçekten de bir çok çalışmada  $VO_2max$ ' deki koşu hızının ve bu hızın korunma süresinin performansı geliştirdiği gösterilmiştir (Smith ve ark., 2003).

Smith ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada,  $VO_2max$ ' deki koşu hızı ve bu hızın korunma süresinin dikkate alınarak hazırladıkları 4 haftalık duraklama antrenman programının 3000 m koşu performansında anlamlı gelişmeler sağladığını belirlemişlerdir.

Maksimum oksijen alımı ( $VO_2max$ ) orta ve uzun mesafeli yarışlarda uzun süredir bir performans belirleyicisi olarak kullanılmaktadır. Aynı şekilde, onun ölçümü elit atletlerin fizyolojik testlerinde rutin haline gelmiştir. Ancak, yüksek antrenmanlı atletlerde olduğu gibi  $VO_2max$  aralığı dar olduğunda,  $VO_2max$  ile performans arasındaki ilişki nispeten zayıftır. Aslında, benzer  $VO_2max$  değerine sahip iki atlet eşit performans göstermesi şart değildir. Alternatif olarak, diğer atletlere kıyasla daha düşük  $VO_2max$  değeri olan bir atlet yarış esnasında aynı oksijen alımını ( $VO_2$ ) (ml/dak/kg) başarmak için daha yüksek bir  $VO_2max$  yüzdesi kullanarak farkı telafi edebilir (Bosquet ve ark., 2002).

Jones ve ark. 2004 yılında yaptıkları çalışmada gaz değişim eşiği üzerindeki iş yüklerinde oksijen kullanımındaki artış ve iş yükündeki artış oranının tip II kas fibrilleri ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu hipotezini kurmuşlar ve çalışma sonunda egzersiz sırasında kas fibril tipinin oksijen kullanımındaki artışla iş yükü artışı arasındaki oranı etkilediğini belirtmişlerdir. Ek olarak ilişkinin zayıf olduğunu test protokolünün, deneyin özelliklerinin egzersiz yoğunluğunun ve kas kontraksiyon hızının etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Artırmalı (incremental) treadmill testi sırasında  $VO_2 max$ 'a ulaşılan hızın orta mesafe koşu performansı için bir gösterge olduğu rapor edilmiştir (Billat ve ark., 1996)

VO<sub>2</sub>max ve laktat ölçümlerinden elde edilen değerler aerobik metabolizmanın gücü ve kapasitesi hakkında önemli bilgiler verir. Literatürde az sayıda çalışma artırmalı (incremental) protokolün laktat eşik OBLA ve VO<sub>2</sub>max ölçümlerinde treadmill koşusu sırasında geçerliliğini çalışmıştır. Bazı çalışmalar 4 mmol sabit laktat değerine karşılık gelen MLSS' nin geniş kişisel değişkenlik gösterdiğini belirtmiştir (Dantas ve ark., 2003).

VO<sub>2</sub> max 5 ve 10 km. mesafe koşuları için çok güçlü bir tahmin aracıdır. Bununla beraber görece homojen guruplarda yarış süreleri ve VO<sub>2</sub>max arasında orta düzeyde korelasyon bulunmuştur. Laktat eşikteki VO<sub>2</sub> performansın belirlenmesi için daha etkin bulunmuştur. Aynı şekilde laktat eşikteki koşu hızı da 1500 m. den maratona dek uzanan aralıklarda önemli tahmin aracıdır (Stephen ve ark. 2003)

Carey ve Richardson, (2003) aerobik ve anaerobik gücün 60 sn. lik maksimal testle belirlenip belirlenemeyeceğini araştırdıkları çalışmada VO<sub>2</sub>max' ın 60 veya 75 sn. lik maksimal testlerde oluşmadığını standart artırmalı (incremental) VO<sub>2</sub>max testi ile karşılaştırarak tespit etmişlerdir.

### **2.3. ARTIRMALI (INCREMENTAL) EGZERSİZ TESTLERİ**

Son 20-25 yıllık süreçte, Zoladz, 1998' yılında belirttiği gibi Wasserman ve McIlory (1964)' in çalışmalarından başlamak üzere artırmalı (incremental) egzersiz testleri anaerobik eşik ve maksimal oksijen kullanımının tespiti için en sık kullanılan testler olmuşlardır.

Artırmalı (incremental) egzersiz testleri uygulanırken kullanılan egzersiz araçları çeşitlilik göstermektedir ancak çok sık kullanılan araçlar treadmill ve bisiklet ergometresidir. Son yıllarda bu araçlara kürek ergometreside eklenmiştir.

#### **2.3.1. Artırmalı (Incremental) Treadmill Protokolleri**

Aerobik ve anaerobik kapasite, VO<sub>2</sub>max ve benzer performans göstergelerinin ölçülmesi amacı ile kullanılan protokollerden çok sık kullanılanları aşağıda sunulmuştur.

##### **2.3.1.1. Treadmill VO<sub>2</sub> max Test**

Genel dayanıklılık ve VO<sub>2</sub> max tespiti için geliştirilmiştir.

Treadmill başlangıç hızı 11.3 km/h'tır ve aç ı her dakika 2 derece artırılır. Test denek hıza ayak uyduramayana dek devam eder.



$VO_2\text{max}$  şu formülle elde edilir.

$$VO_2\text{max} = 42 + (\text{Zaman} \times 2)$$

### **2.3.1.2. Astrand Treadmill Test**

Genel dayanıklılık ve  $VO_2\text{max}$  tespiti için geliştirilmiştir.

Treadmill başlangıç hızı 8.05 km/h'tir. 3 dakika sonra açı 2.5 dereceye artırılır takip eden her 2 dakikada açı 2.5 derece artırılır. Test denek hıza ayak uyduramayana dek devam eder.

$VO_2\text{max}$  şu formülle elde edilir.

$$VO_2\text{max} = 1.444 \times \text{Zaman} + 14.99$$

### **2.3.1.3. Balke Treadmill Test**

Genel dayanıklılık ve  $VO_2\text{max}$  tespiti için geliştirilmiştir.

Treadmill başlangıç hızı 3.3 mph'tir. 1 dakika sonra açı 2 dereceye artırılır, takip eden her 2 dakikada açı 1 derece artırılır. Test denek hıza ayak uyduramayana dek devam eder.

$VO_2\text{max}$  şu formülle elde edilir.

$$VO_2\text{max} = 1.444 \times \text{Zaman} + 14.99$$

### **2.3.1.4. Cunningham and Faulkner Test**

Sporcuların anaerobik kapasitelerindeki gelişmenin takip edilmesi amacı ile kullanılır.

Treadmill başlangıç hızı 12.9 km/h, açı 20 derecedir.

Sporcu, testi sürdüremediği noktaya dek koşmaya devam eder. Zaman önceki kayıtlarla karşılaştırılarak gelişme gözlenir.

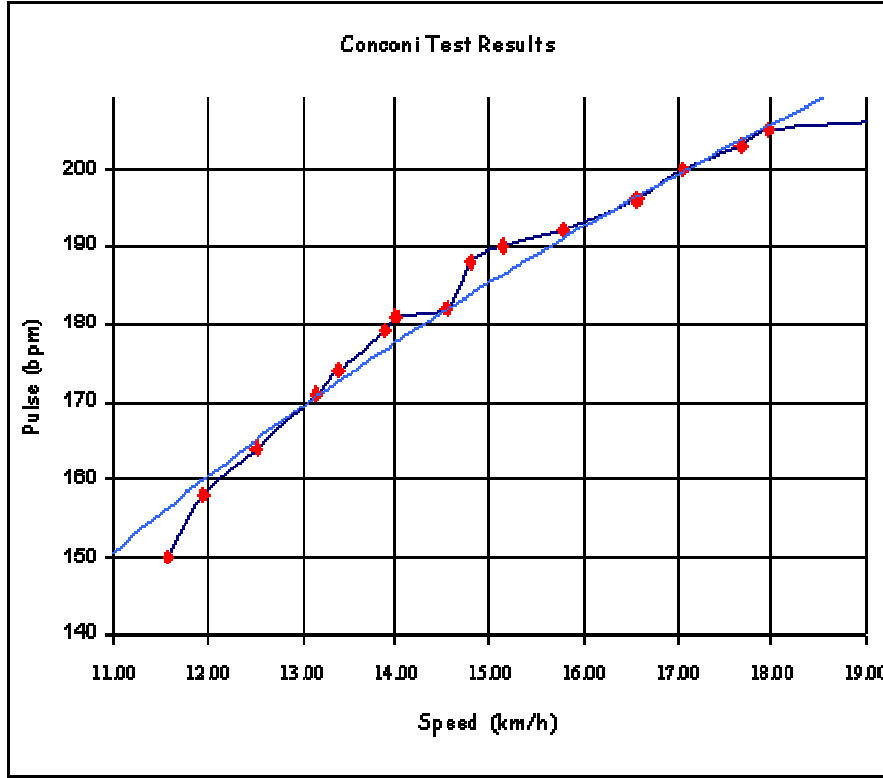
### **2.3.1.5. Conconi Test (Treadmill'de)**

Conconi ve ark. 1982'de deneklerin anaerobik ve aerobik eşiklerini belirlemek için geliştirmişlerdir, daha sonra Jones ve Doust 1997'de testin sorunlu olduğunu yayınlamışlardır (Jones and Doust, 1997).

Treadmill hızı deneğe uygun hızla başlatılır.

200 metrelik mesafelerde kalp atımı kayıt edilir ve hız 0.5 km/h artırılır. Sporcu, testi sürdüremediği noktaya dek koşmaya devam eder.

Deneğin zaman karşı kalp atımı grafiklenir ve grafikte lineeritenin bozulduğu nokta anaerobik eşik olarak değerlendirilir.



Şekil 1: Conconi test sonucu

Örnek tabloda deneğin anaerobik eşik kalp atım değeri yaklaşık 182 olarak gözlenmektedir ([brianmac.demon.co.uk](http://brianmac.demon.co.uk), 2005).

## 2.4. ANAEROBİK EŞİK

Anaerobik Eşik; tüm enerji gereksinimi karşılamaya yetecek oksijen alımına denk olacak şekilde, egzersizin en yüksek sürdürülebilir yoğunluğu olarak tanımlanır. Anaerobik Eşik'te, kanda laktat'ın ortaya çıkış hızı, yok oluş hızına eşit seviyelerdedir. (Svedahl ve MacIntosh, 2003).

Egzersiz performansı sırasında, kanda laktat konsantrasyonunun ilk sistematik artışı, Anaerobik Eşik (AT) olarak isimlendirilir. Spor bilimleri ve klinik tıp alanında geniş bir kullanımı vardır (Ozelik ve Kelestimur, 2004).

Bireysel Anaerobic Eşik; laktat eşiğinin özel bir versiyonudur. Artırmalı egzersiz sırasında oluşan laktat eğrisine çizilen teğet ile ifade edilir. Toparlanma esnasında laktat değerinin, egzersiz sırasında ölçülen en yüksek değere düştüğü nokta orijin olacak şekilde teğet çizilir ve bu nokta bireysel anaerobik eşik olarak değerlendirilir (Svedahl ve MacIntosh, 2003).

Anaerobik eşik deneklerin aerobik durumlarının, egzersiz yoğunluklarının ve optimum antrenman yüklerinin belirlenmesinde kullanılabilir (Ozcelik ve Kelestımur, 2004).

Anaerobik eşiğın belirlenebilmesi; laboratuvar egzersizi ve kan örneği alınan prosedür gerektirir. Bu da laktatın kanda birikmeye başladığı noktadaki egzersiz yoğunluğunun belirlenebilmesini sağlar. Bunun yanında anaerobik eşik karmaşık gaz analiz cihazları ile non-invasif şekilde gaz değişim metodu ile de belirlenebilir (Jones Ve Doust,1997).

Anaerobik eşiğın belirlenmesi genellikle kan laktat ölçümleriyle direkt ve invasif olarak ya da solunum eşiğın belirlenmesi için gaz değişim ölçümleri yapılarak non-invasif olarak belirlenir. Araştırmacılar sporcuların dayanıklılık kapasitesini değerlendirmek için hem laktat eşiğın hem de solunum eşiğı kullanılmaktadırlar ancak ikisi arasındaki ilişki tartışmalıdır (Şekir ve ark., 2002).

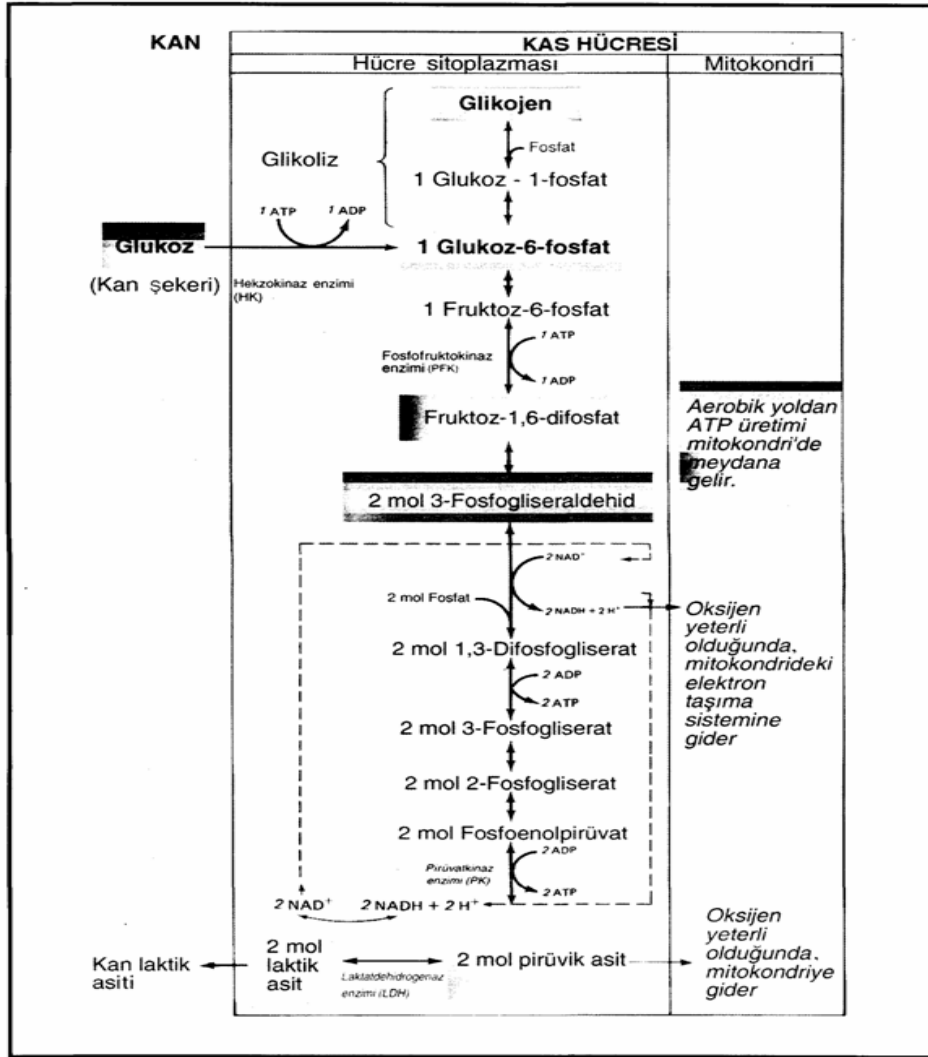
Literatürde anaerobik eşiğın tükürükteki amilaz konsantrasyonunun (Calvo ve ark., 1997) ve egzersize kalp atımının tepkisinin (Bunc ve Heller, 1992) incelenerek belirlenebileceğı de gösterilmiştir.

## **2.5. LAKTAT**

Laktat; son yüzyılın başlarında 1908' de Botcott ve Haldane, 1927' de Embden ve ark. ve 1924' de Hill ve ark. tarafından glikolitik aktivitenin göstergesi olarak tanımlanmıştır ve kısa süre sonra kan laktat konsantrasyonu artırmalı (incremental) ve sürekli yüklemeli egzersizlerde egzersiz yoğunluğunun ölçülmesi için kullanılmaya başlandı (Beneke, 2003).

Laktat vücutta her zaman üretilen ve uzaklaştırılan temel maddelerden biridir. İstirahat halinde oksijenin varlığında ya da yokluğunda laktat üretim ve uzaklaştırılması devam eder. Laktatın kanda birikmesinin sadece kaslara yeterli oksijen sağlanamamasından değil bir çok nedenden kaynaklandığı artık kavranmıştır. Laktat üretim ve uzaklaştırılması devam eden bir süreçtir. Bu süreç özel bir eşik noktasından çok laktat üretiminin vücudun

O'nu uzaklaştırma kapasitesini aştığı bir zaman olarak görülebilir. Belki de anaerobik eşit terimi yerine, kaslar hiçbir zaman tamamıyla anerobik olmadıkları ve her zaman kesin bir eşik bulunmadığı için “oksijenden bağımsız glikolisis” terimi önerilir (Myers ve Ashley, 1997).



**Şekil 2:** Anaerobik glikoliz. Oksijenin yeterli olmadığı durumlarda, glukozun veya glikojenin laktik asit oluşumu aşamasına kadar parçalanması (Tiryaki, 2002).

Laktat egzersiz sırasında önemli rol oynayan bir maddedir. Yavaş kasılan (slow-twitch) kas fibrillerinin tercih ettiği yakıttır. Ayrıca karaciğer glukoneogenesis' inin ön belirticisidir. Laktatın kanda birikmeye başladığı nokta ventilasyonda artışa sebep olur. Bu noktada ayrıca metabolik asidosis, zarar görmüş kas kontraksiyonu, hiperventilasyon ve toplamda iş yapabilme kapasitesinde düşme görülür (Myers ve Ashley, 1997).

### 2.5.1. Laktat Eşik

Laktat eşik; maksimal oksijen kullanımı gibi aerobik kapasitenin üstün bir göstergesidir. Laktat eşik, kan laktat seviyesinin dinlenik seviyeden dik bir artış gösterdiği noktaya karşılık gelen egzersiz yoğunluğunun ölçülmesi olarak kabul görmüştür (Ayabe ve ark., 2003).

Laktat eşığının bir diğer tanımı şöyledir; yavaşça artan bir egzersiz testi esnasında kan laktatında önemli bir artışla ilgili egzersiz yoğunludur. Bu artışı tanımlamak (belirlemek) için çeşitli özel kriterler vardır ve bunların bazıları kendi özel adlarına sahiptir (Svedahl ve MacIntosh, 2003).

Laktat eşik fizyoloji alanında önemli bir değişkendir. Çünkü dayanıklılık performansının tahmin edilmesinde önemli rol oynar. Conconi ve ark. (1982) laktat eşığın belirlenmesi için non-invasif bir metod geliştirmişlerdir (Vachon ve ark. (1999). Metot kalp atımı ve koşu hızının lineer ilişkisini yüklemenin belli bir noktasında sapma göstereceğini ve bu noktanın da **“laktat eşik”** olduğunu yazmıştır. Kalp atımı sayısı ve koşu hızı arasındaki lineer ilişkinin bozulduğu nokta **“kalp atım oranı kırılma, bozulma” (heart rate deflection)** noktası olarak tanımlanmıştır. Ancak literatürde son yıllarda yayınlanan bazı çalışmalar (Vachon ve ark., 1999; Jones Ve Doust, 1997) Conconi ve ark. yöntemlerin de, kalp atım oranı kırılma/ bozulma noktasının, laktat eşığı, olduğundan fazla tahmin ettiğini göstermişlerdir.

Tokmakidis (1995), yapmış olduğu çalışmada kas yorgunluğuna sebep olan şeyin laktat üretiminin kendisinin değil hidrojen iyonlarının serbest kalışının sebep olduğunu belirtmiştir.

Laktat eşığına ulaşıldıktan sonra anaerobik enerji sistemleri baskın hale gelmekte ve kullanılan enerjinin büyük çoğunluğu anaerobik yolla sağlanmaktadır. Bu bağlamda anaerobik kapasitesi iyi olanların, laktat eşığı sonrası kullandıkları enerji miktarlarının da fazla olması beklenir. Bu konuda yapılan bir çalışmada, öğleden sonraki egzersizler sırasında sabah saatlerine oranla egzersizi devam ettirebilme süresinin yüksek olduğu ancak  $VO_2Max$ 'da fark olmadığı belirtilmektedir. Bunun nedeninin egzersizi daha fazla devam ettiren grupta anaerobik enerji sisteminin kullanılması olduğu ileri sürülmektedir (Yıldız ve ark., 1998).

Minumum laktat hızı: Minumum laktat hızı, laktik asitlerin varlığında başlatılan yavaşça artan egzersiz testi esnasında kan laktatının minumum bir değere ulaştığı hareket hızıdır (Svedahl ve MacIntosh, 2003).

Paraplejik ve normal atletlerin, kalp atım oranı kırılma/ bozulma noktası ve 4 mmol laktat eşiklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, anaerobik eşik belirlenmesinde dikkatli davranılması gerektiği çünkü kırılma, bozulma noktasının eşik değerleri olduğundan yüksek tahmin ettiği vurgulanmıştır (Schmid ve ark, 1998).

Şiddeti giderek artan bir egzersiz sırasında başlangıçta aerobik enerji sistemi daha fazla kullanılırken oksijenin yetersiz kullanıldığı ve/veya kısa zamanda daha fazla enerji gereksinim olduğu durumlarda anaerobik enerji kullanım oranı gittikçe artar. Egzersiz sırasındaki bu artışa bağlı olarak kan laktatı da artar. Kan laktatındaki bu artışın hızlandığı nokta "laktat eşiği" olarak tanımlanır. Bazı araştırmacılar, kan laktatının 4.0 mmol/l düzeyini laktat eşiği veya kan laktat birikimi başlangıcı (OBLA) olarak kabul ederlerse de, son yıllarda kişisel laktat eşiği kavramının ortaya atılmasıyla kan laktatındaki ani artışın olduğu düzey laktat eşiği olarak kabul görmüştür (Yıldız ve ark., 1998).

(OBLA) Kan Laktat Akümülyasyon (toplanma) Başlangıcı: OBLA, yavaşça artan bir egzersiz testinde, kan laktat konsantrasyonunun 4 mmol'e ulaştığı egzersiz yoğunluğu olarak tanımlanır (Svedahl ve MacIntosh, 2003).

Foxdal (1992), uzun mesafe koşu performansının kan laktat ölçümünden tahmin edilmesi amaçlı makalesinde, 4 mmol sabit kan laktat konsantrasyonunda elde edilen tahmin değerlerinin, uzun mesafe koşu kapasitesini düşük tahmin ettiği ancak kan laktat birikim eğrisinin koşu performansı ile ilgili daha kesin gösterge olabileceğini belirtmiştir.

Özgürbüz ve ark. (1998), anaerobik eşik tayininde 4 mmol/l laktat ve RER yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, iki yöntemde elde ettikleri  $VO_2$  değerlerinin korelasyonu 0.75, zaman değerlerinin korelasyonunu ise 0.81 olarak tespit etmişlerdir. Sonuçta yüksek korelasyona rağmen, RER metodu ile 4 mmol/l laktat eşiğindeki  $VO_2$ 'nin kesin bir şekilde belirlenmediğini belirlemişlerdir. Özgürbüz ve ark. (1998) çalışmaları sonucunda şu değerlere ulaşmışlardır; yaş  $22.1 \pm 1.5$  yıl, vücut ağırlığı  $77.1 \pm 7.9$  kg, boy  $182.9 \pm 7.7$  cm, 4 mmol laktat taki  $VO_2$  38.72, RER=1.0' daki  $VO_2$  42.12 ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir. Özgürbüz ve ark. (1998) çalışmalarında RER=1.0 ve 4.0 mmol/l laktattaki  $VO_2$  değerleri arasındaki tanımlayıcılık katsayısını  $r^2=0.56$  olarak tespit etmişler ve RER

yönteminin 4.0 mmol/l laktat seviyesi için belirleyici olarak kullanılmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bazı yazarlar, laktik eşik oluşumunda, laktat artışından çok laktat geridönüşümünün önemli olduğunu ileri sürmektedirler. Yine de laktat eşikinden sonra laktatın hızla artması, anaerobik enerji kullanımındaki fazlalığın bir göstergesi olabilir. Bunun yanında egzersiz sırasında oluşan laktik asidoz başlıca bikarbonatla tamponlanır ve aşırı CO<sub>2</sub> oluşur, bu da solunum merkezini uyararak ekspire edilen hava miktarını (VE) arttırır. VE ve CO<sub>2</sub>'nin O<sub>2</sub>'e göre daha fazla arttığı bu nokta "solunumsal eşik" veya "anaerobik eşik" olarak adlandırılır (Yıldız ve ark., 1998).

Laktat eşik, gaz değişiminden tahmin edilebilen egzersiz kapasitesi göstergesidir. Kan laktat konsantrasyon ölçümü ile invazif olarak, metabolik asidosiz ile sonuçlanan gaz değişim ölçümü ile de non-invasif olarak tespit edilebilir. Ancak bu iki yöntemden elde edilen laktat eşik, aynı şeyi ifade edip etmediği tartışma konusudur (Davis ve ark., 1997).

İyi antrenmanlı dayanıklılık sporcuları ve iyi antrenmalı olmayan dayanıklılık sporcuları arasında 4 mmol laktat konsantrasyonuna karşılık gelen koşu hızları, aynı egzersiz yoğunluğuna denk düşmemektedir. Buna göre, kan laktat konsantrasyonu, egzersiz yoğunluğunun belirlenmesi için kullanılırken kişisel düzeyde ele alınmalıdır (Held ve Marti, 1999).

Londree (1997) laktat ve solunum eşik'e yakın yoğunluklarda antrenman yapmanın, sedanterlerde eşik değerleri geliştirdiğini fakat, antrenmanlı kişilerde daha yüksek yoğunluklar gerekli olabileceğini belirtmiştir.

Spurway (1992) çalışmasında, bütün egzersizlerin önce kas içi ATP ve CP depolarını bitirdiğini ve bunların anaerobik glikolisis ile yerine konduğunu belirtmiştir. Üretilen laktik asit yüksek yoğunluklu egzersizlerdeki hızla gelişen yorgunlukla ilişkilidir. İki dakikadan uzun süren aktivitelerde ATP resentezinin temel yolu aerobik metabolizmadır. Kan laktat seviyesi yüksek aerobik egzersizlerde artar ve laktat eşik hemen hemen dayanıklılık yarışlarının kazanıldığı hızlara denk gelir. Laktat eşik hızlarda antrenman optimal aerobik antrenmandır ve bu maksimum oksijen kullanımından çok, kas aerobik kapasitesini ve laktat eşik'i yükseltir.

### 2.5.2. MLSS (Maximal Lactate Steady State)

Maksimum laktat (durağan) sabit hali: MLSS, “kan laktat konsantrasyonunun, sabit yüklemeli egzersizde, başlangıç değerini aşmadığı, en yüksek egzersiz yoğunluğu” olarak tanımlanır (Tegtbur ve ark, 1993). Başka bir deyişle; MLSS’deki yoğunluk, kana giren laktat ile kandan çıkan laktat arasında bir dengenin var olduğu en yüksek yoğunluğu temsil eder. (Svedahl ve MacIntosh, 2003).

MLSS’ nin, kan laktat birikiminin, sürekli olmadan korunabildiği en yüksek iş yükünün belirlenmesi için kullanılabileceği kabul edilmektedir (Beneke, 2003).

Maximal Lactate Steady State 20 dk. lık sürekli treadmill koşusunda, 10. ve 20. dakikalar arasında kan laktat konsantrasyonunun 0.5 mmol/l’ den az artış gösterdiği değişim noktasına en yakın 0.5 km/h farklı hız olarak tanımlanır (Almarwaey, 2004).

MLSS laktatın kanda oluşma ve uzaklaştırılması arasındaki denge ve bu denge esnasındaki en yüksek sürdürülebilir koşu hızı olarak tanımlanmıştır (Carter ve ark., 1999; 2000). Bunun yanında MLSS’ nin belirlenmesi, bireylerin farklı günlerde 4-6 aralıksız yüklemeli egzersiz yapmalarını gerektiren dezavantaj taşır. Bu dezavantaj artırmalı (incremental) treadmill testlerinin kan laktat cevapları üzerinden dayanıklılık kapasitesinin tahmin edildiği metotlar geliştirilmesini sağlamıştır. Bu metotlardan en çok kullanılanı laktat eşik (LT) belirlenmesidir. Laktat eşik (LT), kan laktat düzeyinin istirahat düzeylerinin üzerine çıktığı egzersiz yoğunluğu veya  $VO_2$  olarak tanımlanır. Bu ölçümlerin geçerliliği dayanıklılık performansı ve laktat eşikteki koşu hızı arasındaki güçlü korelasyonlarla gösterilmiştir. Ayrıca, değişik kan laktat referans değerlerindeki koşu hızları ile dayanıklılık performansı arasında da güçlü korelasyonlar vardır. Bununla birlikte, dayanıklılık egzersiz antrenmanı, daha yüksek egzersiz yoğunlukları ve  $VO_2$ ’ de LT’ nin yükseldiğini göstermiştir (Carter ve ark., 1999).

Tegtbur ve ark. (1993), MLSS’ deki koşu hızının tahin edilebilmesi için “Laktat minimum hız (Lactate minimum)” test adında yeni bir metot geliştirmişlerdir. test şu bölümlerden oluşur (Carter ve ark., 1999):

- a) Metabolik asidozise sebep olan kısa periyotlu yüksek yoğunlukta egzersiz;
- b) Yüksek lactacidaemia’ yı garantilemek için 8 dk lık toparlanma periyodu;
- c) Kan laktat konsantrasyonunun analizi için her seviyenin sonunda kan örneği alınan standart multi-stage egzersiz testi.



Testin artırmalı (incremental) bölümü, deneğin yüksek kan laktat konsantrasyonuna sahip olduğu noktada başladığı için, artırmalı (incremental) test “U-biçimli” kan laktat profili oluşturur. Incremental testin erken seviyelerinde net bir laktat uzaklaştırılması vardır ve bu kan laktat seviyesinde azalmaya sebep olur. Buna karşın, testin geç seviyelerinde net bir laktat üretimi vardır. Bu da kan laktat konsantrasyonunu arttırır. Bu eğrideki minimumun nokta; “laktat minimumun hız” olarak bilinir ve bu noktada laktat üretimi ve uzaklaştırılması arasında teorik olarak bir denge vardır. Bu Maksimum laktat (durağan) sabit halidir. Tegtbur ve ark. (1993) laktat minimumun hızda koşunun 8 km kan laktat seviyesinde birikme (yoğunlaşma) olmadan sürdürülebileceğini ancak laktat minimumun hızdan 8.7 km/h hızlı koşunun kan laktat birikmesinde anlamlı artış oluşturduğunu ve 8 km koşunun tamamlanamamasına sebep olduğunu rapor etmişlerdir (Carter ve ark., 1999).

Laktat minimum testin, bisiklet ergometresinde  $VO_2$  max belirlenmesindeki geçerliliğinin araştırıldığı çalışmada, (Lucas ve ark. 2003) testin artırmalı (incremental) fazda submaksimal fizyolojik tepkilerde değişiklik gösterdiği ancak  $VO_2$  max' in ölçülmesinde geçerlilik gösterdiği belirtilmiştir.

## **2.6. SOLUNUMSAL EŞİK ( $VE_t$ )**

Solunum Eşiği: Solunum eşiği, solunumdaki artışın, yavaşça artan egzersiz testi esnasındaki güç çıktısı yada hareket hızındaki artışa ters orantılı hale geldiği egzersiz yoğunluğudur (Svedahl ve MacIntosh, 2003).

Solunumsal eşik, şiddeti artan bir egzersiz sırasında ekspire edilen hava miktarı ile tüketilen oksijen miktarı arasındaki dengenin bozulduğu nokta olarak tanımlanmaktadır. Egzersiz sırasında aerobik enerji kaynaklarının yetersizliği sonucu anaerobik glikolizde artış laktat artışına neden olmakta ve laktik asidoz gelişmektedir. Oluşan laktik asidozun tamponlanması için  $CO_2$  atılımı artmakta ve  $CO_2/O_2$  dengesi bozulmaktadır. Pek çok çalışmada laktat artışı sonucu solunumsal eşiğin saptanmış olmasına karşı bazı çalışmalarda laktat artışı olmadan da solunumsal eşiğin olduğu bildirilmektedir. Bu da nöroendokrin mekanizmalarla açıklanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, solunumsal eşik ile serum laktatının 4 mmol/l olduğu egzersiz eşiği arasında önemli oranda korelasyon bulunmuştur. Bir çok yazar laktat eşiği ve solunumsal eşiği anaerobik eşik olarak adlandırmaktadır. Solunumsal eşikte, anaerobik enerji sistemleri baskın olarak kullanılmaya başlanmakta ve egzersiz şiddeti arttıkça

bu oran artmaktadır. Solunumsal eşığe girdikten sonra anaerobik enerji sistemlerinin kullanılması her ne kadar aerobik sistemlerle ise de, anaerobik kapasitesi iyi olanların solunumsal eşikten sonraki egzersizi devam ettirebilme süresinin daha uzun olması beklenir. solunumsal eşik değeri yüksek olanların aerobik özelliklerinin de yüksek olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Akkurt ve ark., 1998).

## **2.7. BİLGİSAYAR TABANLI GAZ DEĞİŞİM ÖLÇÜM METOTLARI (Ergospirometrik Anaerobik Eşik Belirleme Metotları)**

### **2.7.1. Solunum Değişim Oranı (RER)**

R değeri için,  $VCO_2$  ve  $VO_2$  arasındaki dengenin birim değerden sürdürülebilir bir artış gösterdiği değerinin araştırılması metodudur. Hesaplama algoritması; zamana karşı R'nin değerlerinin tespit edilmesi ve 1'e eşit ya da büyük vektör indekslerinin belirlenmesidir. Her nefesteki gaz değişim değerinin, psikolojik değişimler ya da gürültülü sinyaller sonucunda değişkenlik göstermesinin verili olarak kabul edilmesi durumunda,  $V_T$  şu şekilde hesaplanır: R değeri olarak 1'den daha büyük bir değer oluşturan (sabit sürekli bir artışı garanti edebilmek için) birbirini takip eden 10 solunum döngüsünden önceki ilk solunum döngüsünün  $VO_2$  değeridir (Santos ve ark., 2004).

### **2.7.2. V-Slope**

$VCO_2$ 'nin  $VO_2$  cinsinden ifade edilmesine dayanan ve orjinal olarak Beaver ve arkadaşları tarafından 1986'da önerilen bu yöntem,  $V_T$ 'nin tespit edilmesine olanak sağlar. Hesaplama yöntemi Scneider ve arkadaşları tarafından 1993'te yaptıkları çalışmalara dayanır.  $VCO_2$ 'yi  $VO_2$  cinsinden ifade eden bir doğrusal regresyonla belirlenen 2 doğrunun kesişim noktasında  $V_T$  tespit edilir. Regresyon sonucunda oluşan 2 doğrunun kesişim noktası, tüm data kümesi aralığında hareket ettirilir ve residual sum of squares değerini minimize eden değer  $V_T$  olarak belirlenir (Santos ve ark., 2004).

### **2.7.3. Akciğer Solunumu**

$V_E$  değeri,  $V_E$  ve  $VO_2(VT)$  arasındaki bir dengesizliğin ya da  $V_E$  ve  $VCO_2(RC)$  arasındaki bir dengesizliğin ifadesi olan ani bir değişikliği gösterir. Otomatik hesaplama

prosedürleri 2 adımda, şu şekilde gerçekleştirilir: (1)  $V_E$  değerinin  $VO_2$  değerine karşı analiz edilmesi (Orr et al. 1982; Schneider et al. 1993) ve (2)  $V_E$  değerinin  $VCO_2$ 'e karşı analiz edilmesi (Schneider et al. 1993). Egzersizin başından testin sonuna kadar, her adımı ifade etmek için 5.dereceden polinomial bir doğru seçilir. Polinom denkleminin katsayıları least squares yöntemi ile elde edilir ve her modelin 2.dereceden türevi analitik olarak hesaplanır.  $V_E(VO_2)$ 'nin ikinci derece türevinin sıfıra eşitlenmesi ile bulunan nokta VT değerini ifade eder, buna karşılık  $V_E(VCO_2)$ 'nin ikinci derece türevinin sıfıra eşitlenmesi ile bulunan nokta RC değerini ifade eder (Santos ve ark., 2004).

#### 2.7.4. $O_2$ ve $CO_2$ 'nin Solunum Eşdeğerleri

$VO_2$ ,  $VCO_2$  ve  $V_E$  değerleri VT değerine kadar benzer şekilde artarlar. Ancak VT değerinin üzerine çıkıldığında, laktik asit tamponlanması başlar ve bunun sonucunda  $CO_2$  ve  $V_E$  artar. Dahası,  $CO_2$ 'nin solunum eşdeğeri sabit kalır ya da çok az düşer bu arada  $O_2$ 'nin solunum eşdeğeri azalır (Wasserman et al.1999). RC değerinin üzerinde,  $V_E$   $VCO_2$ 'den daha yüksek bir hızla artar, bu da  $V_E/VCO_2$  değerinin artmasına sebep olur. Benzer şekilde,  $V_E$ 'nin otomatik olarak belirlenmesi için kullanılan otomatik prosedürde  $O_2$  ve  $CO_2$ 'nin solunum eşdeğerleri için kırılma noktası bulunmaya çalışılır. VT ve RC değerlerinin hesaplanması için 5.dereceden polinomların ( $V_E/VO_2$  ve  $V_E/VCO_2$  için) birinci türevleri ile elde edilen maksimumlar kullanılır (Santos ve ark., 2004).

#### 2.7.5. Görsel tespit

Yukarıdaki yöntemlere ek olarak, aşağıda açıklanan değişkenlerin tamamının profili, 2 tecrübeli araştırmacı tarafından bağımsız olarak görsel bir tespit tekniği kullanılarak analiz edilir.  $VCO_2-VO_2$  ve R; R,  $V_E/VO_2$ ,  $V_E/VCO_2$ ,  $P_{ET,CO_2}$  ve zamana karşı  $V_E$  grafikleri analiz edilir. VT noktası görsel olarak aşağıdaki kriterlere göre belirlenir (Santos ve ark., 2004):

- 1- $VCO_2$   $VO_2$  grafiğinde kırılma noktası
- 2-Zamana karşı R grafiğinde 1'in üzerinde artış olan eğri bölümü
- 3-Düz ya da azalan bir  $V_E/VO_2$  eğrisinin,  $V_E/VCO_2$  eğrisi sabit kalırken ya da azalırken arttığı durum
- 4-  $P_{ET,O_2}$  - zaman eğrisi yavaşça artarken ya da sabit kalırken, azalmakta olan ya da sabit olan  $P_{ET,CO_2}$  - zaman eğrisinin artmaya başlaması

5- $V_E$ 'nin artan bir hızla artması

Ek olarak, RC'nin tespit edilmesi için kullanılan kriterler şunlardır (Santos ve ark., 2004):

1- $V_E/VCO_2$  eğrisinin artmaya başlaması

2-  $P_{ET,C02}$  - zaman eğrisinin azalmaya başlaması

3- $V_E$ -zaman eğrisindeki ikinci kırılma noktası

### **3. MATERYAL METOT**

#### **3.1. Araştırma Gurubu**

Araştırma gurubu; en az 5 yıl lisanslı ve dzenli antrenman geçmişine sahip, 3 farklı spor branşında (7 atletizm, 14 futbol, 7 basketbol, ), 28 erkek elit sporcudan oluşturulmuştur.

Bütün denekler kronik hastalıkları ve egzersiz testlerine kontrendike olacak ortopedik sakatlıkları olmayan bireylerdir.

Bütün denekler tıbbi ve fiziksel aktivite durumları ile ilgili anket doldurmuşlar, çalışmanın amacı ile ilgili bilgilendirilmişler ve gönüllü katılımları ile ilgili yazılı belge imzalamışlardır.

Bütün deneysel prosedürler ve ölçümler Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2. Deneysel Dizayn**

Denekler bir alıştırma seansı ve iki incremental treadmill protokolü tamamlamışlardır. Sirkadyen ritmin olası etkilerinden kaçınmak için denekler testleri günün aynı zaman diliminde uygulamıştır (Grant ve ark. (2002). Solunum ve laktat eşik açısından günün zamanının etkili olmadığı literatürde belirtilmiştir (Şekir ve ark. 2002). Bütün denekler incremental treadmill protokollerini bir hafta arayla uygulamışlardır.

Denekler laboratuvar çalışmasına gelmeden önceki 24 saat süresince antrenman yapmamışlar ve testten önceki 3 saat süresince bir şey yememiş ve kafein almamışlardır.

#### **3.3. Test ve Ölçümler**

Ölçümlerde; hava sıcaklığı  $21\pm 2,2$ , santigrat derece, nem %  $63\pm 5,2$  ve basınç  $1024\pm 4,3$  mBar olarak tespit edilmiştir. Hava sıcaklığı, hava basıncı ve nem, Davis Instruments Perception II (Hayward, CA, USA) elektronik cihazla ölçülmüştür.

##### **3.3.1. Boy Ölçümü**

Boy ölçümleri Holtaine marka stadiometre ile 0.1 cm duyarlılıkta yapılmıştır. Denekler ayakları çıplak olarak, boy skalasına vertebral kolonları paralel olacak şekilde durmuşlardır.

Topuklar bitişik, kollar serbestçe yanda tutulmuş durumda iken derin inspirasyon sonrası, stadiometrenin hareketli aparatı başın en üst orta noktasına (vertex) temas ettirilerek yapılmıştır.

### **3.3.2. Vucüt ağırlığı**

Ölçüm, Tanita marka ve 100 gr hassaslığındaki vücut yağ analizatöründe çıplak ayakla ve üzerlerinde şort ve tişört varken gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.3. Vücut yağ oranı**

Ölçüm, Tanita marka ve 100 gr hassaslığındaki vücut yağ analizatöründe çıplak ayakla ve üzerlerinde şort ve tişört varken gerçekleştirilmiştir.

### **3.3.4. Alistırma Seansı**

Denekler laboratuara ulaştıklarında boy, vücut ağırlıkları, vücut yağ yüzdeleri ölçülmüştür. Bütün ölçümler aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Antropometrik ölçümler sonrasında her denek polar kalp atım monitörü bağlandıktan sonra RAM 720 (İtalya) treadmillde kalp atımları dakikada maksimum 120 atım olacak biçimde 5 dk. ısınma koşusu yapmışlardır. Ardından kendi tercihlerine bırakılmış 3 dk.lık stretching egzersizi tamamlamışlardır. Bunun sonrasında her seviyenin 3 dk. sürdüğü incremental treadmill protokollü uygulamışlardır.

### **3.3.5. Artırmalı (Incremental) Treadmill Protokolleri**

#### **3.3.5.1. I. Protokol**

$VO_2$  max ve anaerobik eşik belirlemek için kullanılan, ilk protokolde (Franchini ve ark., 2003) başlangıç hızı 6 km/h, hız artışları 1.2 km/h her seviye 3 dk. dan oluşmaktadır ve protokol denek tükeninceye kadar aralıksız olarak devam ettirilmiştir. Protokolün başlangıç ve hemen bitişinde kan laktat konsantrasyon ölçümü için parmak ucundan kan alınmıştır. Prosedür, denek tükeninceye kadar sürdürülmüştür.

Koşu hızındaki artışlar 2 sn içerisinde sağlanmıştır.

### 3.3.5.2. II. Protokol (Duraklamalı)

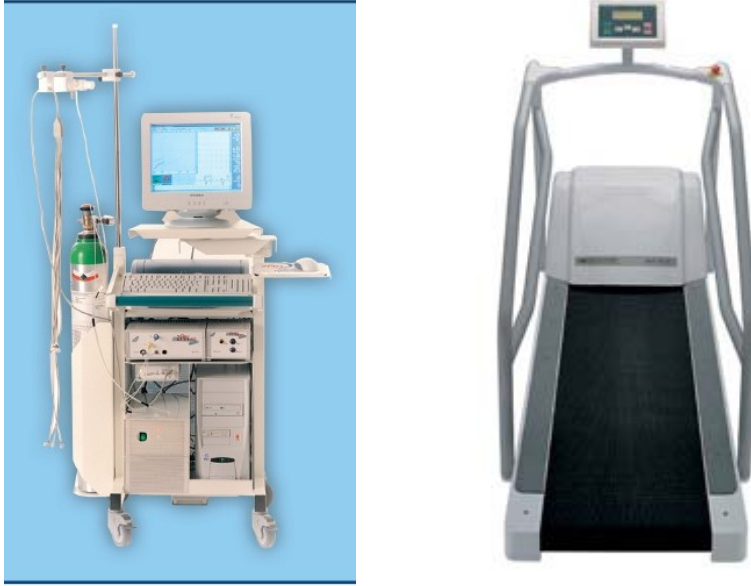
$VO_2$  max, anaerobik eşik ve laktat eşik belirlemek için kullanılan ikinci protokolde (Franchini ve ark., 2003) başlangıç hızı 6 km/h, hız artışları 1.2 km/h her seviye 3 dk. dan oluşmaktadır. Seviyeler arasında 30 sn. lik duraklamalar bulunmaktadır. Protokolün başlangıcında, her seviyenin sonunda ve protokolün hemen bitiminde laktat konsantrasyon ölçümü için parmak ucundan kan örneği alınmıştır. Prosedür, denek tükeninceye kadar sürdürülmüştür.

Koşu hızındaki artışlar 2 sn içerisinde sağlanmıştır

Her iki protokolde metabolik ölçüm için ZAN 600 ergo- spirometre kullanılmıştır.

### 3.3.6. Ergospirometrik Ölçüm

ZAN 600 Ergospirometre, egzersiz uygulanacak gün, 20 dk. lık ısınma süresinden sonra konsantrasyonu belli, standart gaz ile kalibre edilmiştir. Ergospirometrenin hacim kalibrasyonu 3 lt' .lik (Hans Rudolph USA) pompa ile gerçekleştirilmiştir.



Resim 1: Zan 600 Ergospirometre ve RAM 720 Treadmill

## Ergospirometre Teknik Özellikleri

### ZAN 600 Ergospirometre

<b>Flow</b>	
Flow sensor	ZAN Ergo FlowSensor 2
Ölçüm Aralığı	$\pm 0.02 - \pm 20\text{L/s}$
Doğruluk	$0.05 - 15\text{L/s} \pm 2\%$
Çözünürlük	$< 1\text{mL/s}$
Flow Direnci	$0.05\text{kPa} (< 15\text{L/s})$
Nem Hassaslığı	$< 2\%$ at 0 - 99% nem
Ölü Boşluk Hacmi	$< 40\text{mL}$
Ağızlık maske ağırlığı	65g
<b>Hacim</b>	
Ölçüm Aralığı	0-20L
Doğruluk	2.5%
Çözünürlük	$< 5\text{mL}$
Geri Basınç	$< 0.4\text{kPa}$ at 12L/s
<b>O2 Analizörü</b>	
Prensip	Optik spectrometre
Ölçüm Aralığı	5- 100% O2
Doğruluk	0.1% O2
Çözünürlük	0.02% O2
Stabilite	0.5% O2 / 24h
Artış Zamanı	T10-90 $< 90\text{ms}$
<b>CO2 Analizörü</b>	
Prensip	Infrared absorption
Ölçüm Aralığı	0- 15% CO2
Doğruluk	0.1% CO2 (0- 10%)
Çözünürlük	0.1% CO2 (0- 10%)
Stabilite	0.1% CO2 / 24h
Artış Zamanı	T10-90 $< 90\text{ms}$

#### 3.3.6.1. VO<sub>2</sub> max Ölçümü

Ölçüm ZAN 600 Ergospirometre ile *breath by breath* gerçekleştirilmiştir. Gerçek VO<sub>2</sub> max değerlerine ulaşıldığının kabul edilmesi için takip eden 3 kriterden en az 2 sinin karşılanmış olmasına dikkat edilmiştir; egzersiz yoğunluğundaki artışa karşın VO<sub>2</sub> deki 100



ml/dk dan az artış, yaşa göre ayarlanmış max kalp atımına  $\pm 5$  ulaşılmış olması ve RER değerinin 1.00 den büyük olması.

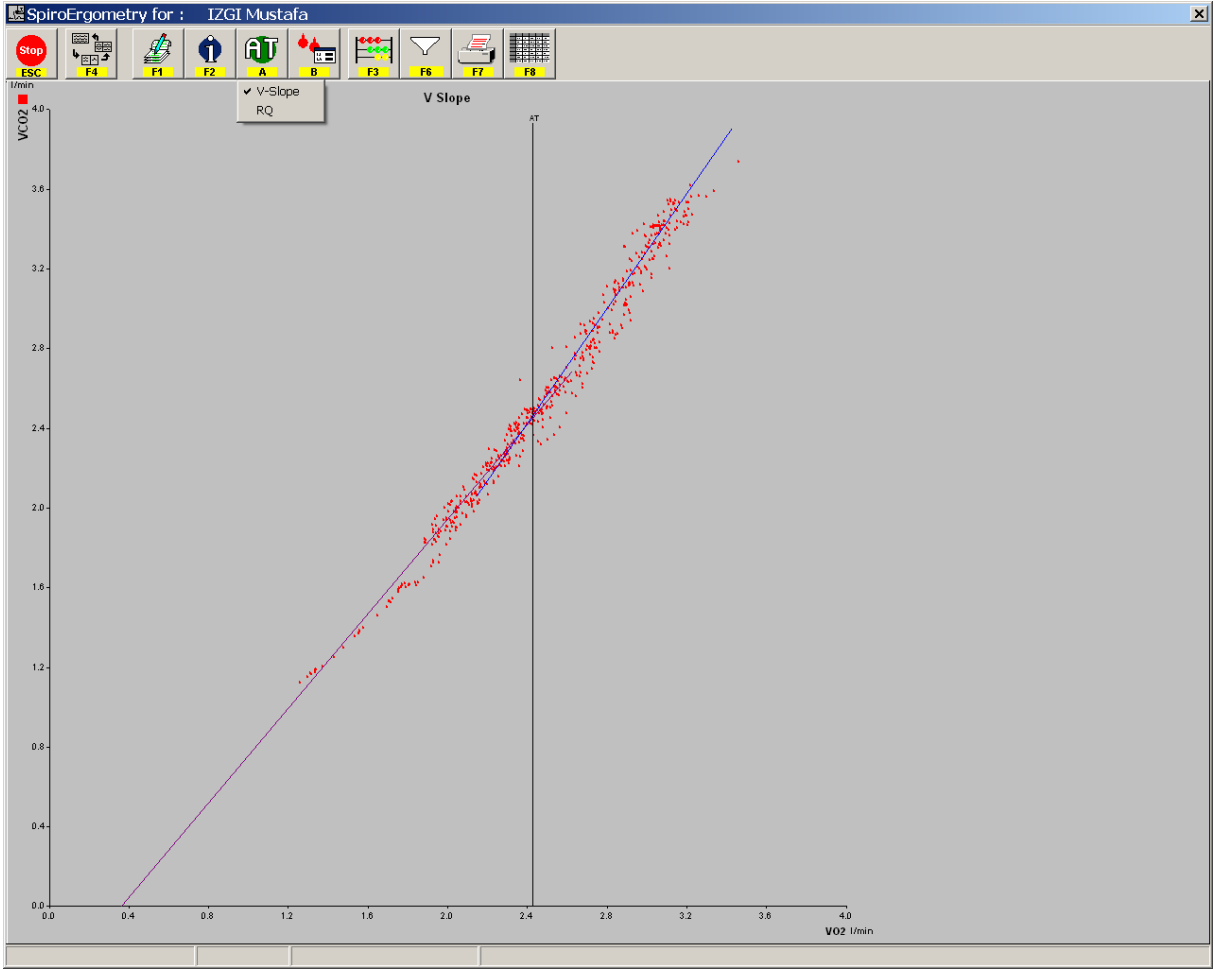
Artırmalı (incremental) treadmill testleri sonunda, Zan 600 ergospirometre ile ölçülen en yüksek değer  $VO_2$  max olarak kabul edilmiştir.

### **3.3.6.2. Anaerobik Eşik Tespiti**

Ölçüm *ZAN 600 Ergospirometre* ile *breath by breath* gerçekleştirilmiştir. Anaerobik eşik noninvasiv metotla, ZAN 600 Ergospirometre sisteminin otomatik olarak gerçekleştirdiği RER ve V-Slope metotları ile ve invasiv metot olan, ölçülen laktat değerlerinin curve lineer regresyon analizi ile belirlenmiştir. Curve lineer regresyon analizi ile, 3 dakikalık duraklamalarla ölçülen laktat eğrisindeki en büyük artış tespit edilmiş ve bu değer anaerobik eşik olarak değerlendirilmiştir.

#### **3.3.6.2.1. V-Slope Anaerobik Eşik**

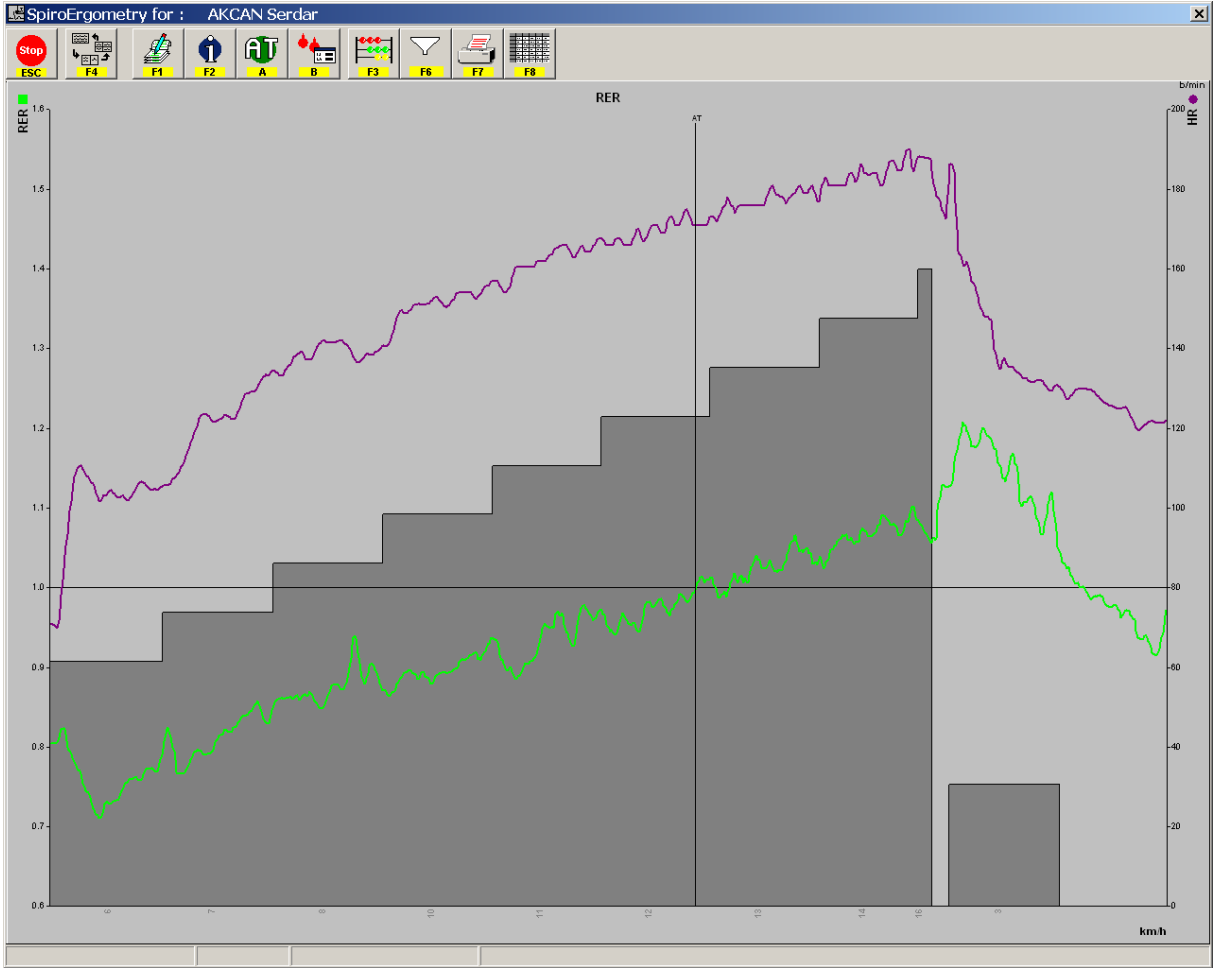
Anaerobik eşik noktası V-Slope metodu (Beaver ve ark., 1986) ile belirlenmiştir.  $VCO_2$  hacmine karşı  $VO_2$  eğrisi iki bilgeye ayrılmış, her biri lineer regresyona oturtulmuş ve iki regresyon çizgisinin kesişme noktası V-Slope anaerobik eşik olarak alınmıştır.



Şekil 3: V-Slope yöntemi ile, ZAN 600 Ergospirometre'den elde edilen Anaerobik eşik (Örnek)

### 3.3.6.2.2. RER Anaerobik Eşik

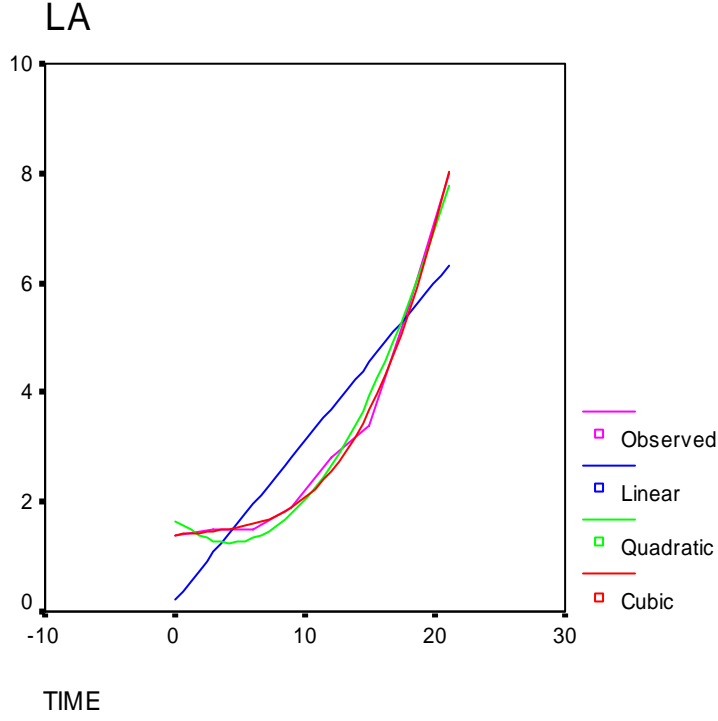
Ergospirometre software'i RER'i otomatik olarak tespit etmiştir. Hesaplama algoritması; zamana karşı R'nin ( $VCO_2/VO_2$ ) değerlerinin tespit edilmesi ve 1'e eşit ya da büyük vektör indekslerinin belirlenmesidir.



Şekil 4: RER yöntemi ile, ZAN 600 Ergospirometre'den elde edilen Anaerobik eşik (Örnek)

### 3.3.6.2.3. Curve Linear Regresyon Laktat Anaerobik Eşik

II. Protokolde elde edilen laktat değerleri Laktat-Zaman eğrisine oturtulmuş ve laktatın zamanla en büyük değişim gösterdiği nokta curve lineer regresyon analizi ile belirlenmiştir.



Şekil 5: Curve lineer regresyon analizi ile elde edilen LA Anaerobik eşik (Örnek).

### 3.3.7. Laktat Konsantrasyon Ölçümü

Deneklerin laktat konsantrasyon ölçümü el parmak ucundan alınan kan örneğiyle yapılmıştır. Kan örneği alınacak vücut bölgesinin seçimi literatürde (Forsyth ve Farrally, 2000) el parmak ucu, kulak memesi, ayak başparmağı bölgeleri arasında ölçülen konsantrasyonları arasında anlamlı fark olmaması göz önüne alınarak yapılmıştır.

Denekler, dinlenik kan örnekleri alınmadan önce 21 derece oda sıcaklığında 10 dk. bekletilmişlerdir. Kan örneği el parmak ucundan, steril bezle temizlendikten sonra lansetle küçük bir delik açılarak alınmıştır. Maksimum 20 µl arteryel kapiller kan, tri heparinli kapiller tüpe alınmıştır. Analiz Accusport marka laktat analizörü ile yapılmıştır. Her kan örneğine iki ayrı analizörle test yapılmıştır. Ölçümler arasındaki fark 0.2 mmol/l' den büyük değilse iki ölçümün ortalaması kullanılmış, eğer fark 0.2 mmol/l' den büyük ise üçüncü bir ölçüm yapılmış ve birbirine en yakın iki değer ortalaması alınmıştır.

Buckley ve ark. (2003) 3 farklı otomatik kan laktat analizörünün (Accusport (tm), Lactate Pro (tm), YSI 1500 Sport) karşılaştırılmasını gerçekleştirdikleri çalışmada kan laktat geçiş eşikleri açısından 3 analizörün çok küçük etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Laktat ölçümü geçerlilik güvenilirlik çalışması Bishop (1999) tarafından yapılan (Accusport; Boeringer Mannheim, Castle Hill, Australia) kompakt taşınabilir laktat analizörle gerçekleştirilmiştir. Cihazın tek deneme güvenilirliği  $r=0.992$  standart hatası 0.2 mmol/l, çoklu ölçümlerdeki güvenilirliği  $r=0.997$ ve standart hatası 0.2 mmol/l olarak tespit edilmiştir (Bishop, 1999).

### 3.4 İstatistik analiz

Elde edilen veriler SPSS 11.5 paket programına aktarılmış ve istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,01 ve 0,05 olarak belirlenmiştir. Tanımlayıcı istatistik, **wilcoxon**, **spearman correlation** ve **curve lineer regression** testleri kullanılarak analizler yapılmıştır.

#### 4. BULGULAR

**Tablo I: Deneklerin Seçili Özelliklerinin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları**

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
VAĞIR (kg)	28	57,80	115,00	74,2643	11,52348
BOY (cm)	28	162,00	210,00	178,0357	9,93491
VYAG %	28	3,40	19,10	9,2750	3,92057
ANTYAŞ (yıl)	28	5,00	15,00	9,0714	3,00220
YAŞ (yıl)	28	18,00	26,00	22,3929	2,24993

Tablo 1' de görüldüğü gibi deneklerin yaşları  $22,3929 \pm 2,24993$  (yıl), vücut ağırlıkları  $74,2643 \pm 11,52348$  (kg), boy uzunlukları  $178,0357 \pm 9,93491$  (cm), vücut yağ oranları  $9,2750 \pm 3,92057$  (%), antrenman yaşları  $9,0714 \pm 3,00220$  (yıl) olarak tespit edilmiştir.

**Tablo II: I. Protokol (RER Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları**

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
I.RANZ	28	9,00	31,00	17,6429	5,16551
I.RANH	28	9,60	18,00	12,3857	1,96105
I.RANKA	28	152,00	195,00	173,6429	8,21117
I.RMAXKA	28	171,00	205,00	191,1429	8,18180
I.RANSF	28	31,00	60,00	45,6429	8,00099
I.RVO2MAX	28	36,51	71,30	53,6932	8,13161
I.RANVO2	28	24,46	58,30	44,8639	7,53086
I.RRERMAX	28	1,01	1,21	1,0918	0,05063

Tablo II' de görüldüğü gibi I. Protokolde RER yöntemi ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (RANZ) ( $17,6429 \pm 5,16551$ ), anaerobik eşikteki hız (RANH) ( $12,3857 \pm 1,96105$ ), anaerobik eşikteki kalp atımı (RANKA) ( $173,6429 \pm 8,21117$ ), maksimal kalp atımı (RMAXKA) ( $191,1429 \pm 8,18180$ ), anaerobik eşikteki soluk frekansı (RANSF) ( $45,6429 \pm 8,00099$ ),  $VO_2$ max ( $53,6932 \pm 8,13161$ ), anaerobik eşikteki  $VO_2$  (RANVO2) ( $44,8639 \pm 7,53086$ ), RERMax ( $1,0918 \pm 0,05063$ ).

**Tablo III: II. Protokol (RER Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları**

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
II.RANZ	28	13,00	36,00	21,1429	6,31702
II.RANH	28	9,60	18,00	12,8464	2,14329
II.RANKA	28	152,00	185,00	171,1429	7,34703
II.RMAXKA	28	173,00	205,00	189,3214	7,83654
II.RANSF	28	31,00	57,00	46,1429	6,05967
II.RVO2MAX	28	37,26	67,31	52,4675	7,06299
II.RANVO2	28	23,18	56,93	42,8400	7,66277
II.RRERMAX	28	1,01	1,90	1,1179	0,15659
II.RANLA	28	2,90	8,00	4,4893	1,26823

Tablo III' de görüldüğü gibi II. Protokolde RER yöntemi ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (RANZ) (21,1429±6,31702), anaerobik eşikteki hız (RANH) (12,8464±2,14329), anaerobik eşikteki kalp atımı (RANKA) (171,1429±7,34703), maksimal kalp atımı (RMAXKA) (189,3214±7,83654), anaerobik eşikteki soluk frekansı (RANSF) (46,1429±6,05967), VO<sub>2</sub>Max (RVO2MAX) (52,4675±7,06299), anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> (RANVO2) (42,8400±7,66277), RRERMAX (1,1179±0,15659), anaerobik eşikteki LA (RANLA) (4,4893±1,26823) olarak tespit edilmiştir.

**Tablo IV: I. Protokol (V-Slope Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları**

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
I.VANZ	28	5,00	26,00	13,3214	5,2567
I.VANH	28	7,20	15,60	10,8000	2,01329
I.VANKA	28	136,00	191,00	161,4643	13,11059
I.VANSF	28	23,00	59,00	38,5714	10,16322
I.VANVO2	28	16,81	55,16	37,8804	9,09907
I.VANRER	28	0,86	1,05	0,9511	0,04417

Tablo IV' de görüldüğü gibi I. Protokolde V-Slope yöntemi ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (I.VANZ) (13,3214±5,2567), anaerobik eşikteki hız (I.VANH) (10,8000±2,01329), anaerobik eşikteki kalp atımı (I.VANKA)

(161,4643±13,11059), anaerobik eşikteki soluk frekansı (I.VANSF) (38,5714±10,16322), anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> (I.VANVO<sub>2</sub>) (37,8804±9,09907) ve anaerobik eşikteki RER (I.VANRER) (0,9511±0,04417).

**Tablo V: II. Protokol (V-Slope Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları**

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
II.VANZ	28	6,00	32,00	15,3571	6,87569
II.VANH	28	7,20	16,80	10,8000	2,37767
II.VANKA	28	126,00	181,00	153,7857	12,11169
II.VANSF	28	23,00	56,00	40,5357	8,53525
II.VANVO <sub>2</sub>	28	15,03	50,62	34,7629	7,75412
II.VANRER	28	,91	1,04	0,9568	0,03356
II.VANLA	28	1,40	6,50	3,0964	1,31303

Tablo V' de görüldüğü gibi II. Protokolde V-Slope yöntemi ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (II.VANZ) (15,3571±6,87569), anaerobik eşikteki hız (II.VAN) (10,8000±2,37767), anaerobik eşikteki kalp atımı (II.VANKA) (153,7857±12,11169), anaerobik eşikteki soluk frekansı (II.VANSF) (40,5357±8,53525), anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> (II.VANVO<sub>2</sub>) (34,7629±7,75412), anaerobik eşikteki RER (II.VANRER) (0,9568±0,03356), ve anaerobik eşikteki LA (II.VANLA) (3,0964±1,31303).

**Tablo VI: II. Protokol Curve Lineer Regresyon (Laktat Eşik Yöntem) Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları**

Değişkenler	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
LaANZ	28	12,00	42,00	21,1786	7,05562
LaANLA	28	2,50	11,00	4,8679	1,95733
LaANH	28	9,60	18,00	13,0286	2,05820
LaANKA	28	141,00	193,00	168,2857	10,70776
LaANSF	28	33,00	60,00	45,8214	7,32855
LaANVO <sub>2</sub>	28	21,61	64,00	40,5368	9,27226



Tablo VI' da görüldüğü gibi II Protokolde Curve linear Regresyon yöntem ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (LaANZ9 (21,1786±7,05562), anaerobik eşikteki laktat (LaANLA) (4,8679±1,95733), anaerobik eşikteki hız (LaANH) (13,0286±2,05820), anaerobik eşikteki kalp atımı (LaANKA) (168,2857±10,70776), (LaANSF) anaerobik eşikteki SF (45,8214±7,32855), anaerobik eşikteki VO2 (LaANVO2) (40,5368±9,27226) olarak tespit edilmiştir.

**Tablo VII: I. ve II. Protokol RER Yöntem Wilcoxon Test Sonuçları**

Değişkenler		ANLAMLILIK DÜZEYİ
I.RANZ - II.RANZ	0,000	P< 0.01
I.RANH - II.RANH	0,038	P< 0.05
I.RANKA - II.RANKA	0,009	P< 0.01
I.RMAXKA - II.RMAXKA	0,019	P< 0.05
I.RANSF- II.RANSF	0,900	p> 0.05
I.RVO2MAX - II.RVO2MAX	0,084	p> 0.05
I.RANVO2 - II.RANVO2	0,019	P< 0.05
I.RRERMAX - II.RRERMAX	0,784	p> 0.05

Tablo VII' de görüldüğü gibi I. ve II. Protokolde RER yöntem, Wilcoxon test sonucunda şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman, anaerobik eşikteki kalp atımı p<0.01 düzeyinde, anaerobik eşikteki hız, maksimal kalp atımı, anaerobik eşikteki VO2 p<0.05 düzeyinde anlamlı farklılık bulunurken diğer parametrelerde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

**Tablo VIII: I. ve II Protokol V-Slope Yöntem Wilcoxon Test Sonuçları**

Değişkenler		ANLAMLILIK DÜZEYİ
I.VANZ- II.VANZ	0,014	p< 0.05
I.VANH- II.VANH	0,982	p> 0.05
I.VANKA- II.VANKA	0,002	p< 0.01
I.VMAXKA- II.VMAXKA	0,019	p< 0.05
I.VANSF- II.VANSF	0,164	p> 0.05
I.VANVO2- II.VANVO2	0,009	p< 0.01
I.VANRER- II.VANRER	0,553	p> 0.05

Tablo VIII’ de görüldüğü gibi I. ve II. Protokolde RER yöntem, Wilcoxon test sonucunda şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki kalp atımı, anaerobik eşikteki VO2  $p<0.01$  düzeyinde, maksimal kalp atımı, anaerobik eşikteki zaman  $p<0.05$  düzeyinde anlamlı farklılık bulunurken diğer parametrelerde anlamlı farklılık bulunamamıştır.

**Tablo IX: II. Protokol’de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Zaman Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları**

N (28)		RANZ	VANZ	LaANZ
RANZ	r	1,000	0,781(**)	0,844(**)
	p	.	0,000	0,000
VANZ	r	0,781(**)	1,000	0,772(**)
	p	0,000	.	0,000
LaANZ	r	0,844(**)	,844(**)	1,000
	p	0,000	,000	.

Tablo IX’ da görüldüğü gibi RER anaerobik eşik zamanı ile V-Slope anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,781$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik eşik zamanı ile Laktat anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,844$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşik zamanı ile Laktat anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,772$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

**Tablo X: II. Protokol’de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik Hız Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları**

N (28)		RANH	VANH	LaANH
RANH	r	1,000	0,684(**)	0,843(**)
	p	.	0,000	0,000
VANH	r	0,684(**)	1,000	0,734(**)
	p	0,000	.	0,000
LaANH	r	0,843(**)	0,734(**)	1,000
	p	0,000	0,000	.

Tablo X’ da görüldüğü gibi RER anaerobik hız ile V-Slope anaerobik hız arasında ( $r=0,684$ ,  $p=0,000$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik hız ile Laktat anaerobik hız

arasında ( $r=0,843$   $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik hız ile Laktat anaerobik hız arasında ( $r=0,734$   $p=0,000$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

**Tablo XI: II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Kalp Atımı Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları**

N (28)		RANKA	VANKA	LaANKA
RANKA	r	1,000	0,544(**)	0,519(**)
	p	.	0,003	0,005
VANKA	r	0,544(**)	1,000	0,557(**)
	p	0,003	.	0,002
LaANKA	r	0,519(**)	0,557(**)	1,000
	p	0,005	0,002	.

Tablo XI' de görüldüğü gibi RER anaerobik eşikteki kalp atımı ile V-Slope anaerobik eşikteki kalp atımı arasında ( $r=0,544$ ,  $p=0,003$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik eşikteki kalp atımı ile Laktat anaerobik eşikteki kalp atımı arasında ( $r=0,519$ ,  $p=0,005$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşikteki kalp atımı ile Laktat anaerobik eşikteki kalp atımı arasında ( $r=0,557$ ,  $p=0,002$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

**Tablo XII: II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Soluk Frekansı Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları**

N (28)		RANSF	VANSF	LaANSF
RANSF	r	1,000	0,707(**)	0,756(**)
	p	.	0,000	0,000
VANSF	r	0,707(**)	1,000	0,615(**)
	p	0,000	.	0,000
LaANSF	r	0,756(**)	0,615(**)	1,000
	p	0,000	0,000	.

Tablo XII' de görüldüğü gibi RER anaerobik eşikteki soluk frekansı ile V-Slope anaerobik eşikteki soluk frekansı arasında ( $r=0,707$ ,  $p=0,000$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı,

RER anaerobik eşikteki soluk frekansı ile Laktat anaerobik eşikteki soluk frekansı arasında ( $r=0,756$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşikteki soluk frekansı ile Laktat anaerobik eşikteki soluk frekansı arasında ( $r=0,615$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

**Tablo XIII: II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, VO2 Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları**

N (28)		RANVO2	VANVO2	LaANVO2
RANVO2	r	1,000	0,686(**)	0,671(**)
	p	.	0,000	0,000
VANVO2	r	0,686(**)	1,000	0,761(**)
	p	0,000	.	0,000
LaANVO2	r	0,671(**)	0,761(**)	1,000
	p	0,000	0,000	.

Tablo XIII' de görüldüğü gibi RER anaerobik eşikteki VO2 ile V-Slope anaerobik eşikteki VO2 arasında ( $r=0,686$ ,  $p=0,000$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik eşikteki VO2 ile Laktat anaerobik eşikteki VO2 arasında ( $r=0,671$ ,  $p=0,000$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşikteki VO2 ile Laktat anaerobik eşikteki VO2 arasında ( $r=0,761$ ,  $p=0,000$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

**Tablo XIV: II. Protokol'de; RER, V-Slope ve Laktat Anaerobik Eşik, Laktat Değişkeni, Spearman Korelasyon test Sonuçları**

N (28)		RANLA	VANLA	LaANLA
RANLA	r	1,000	0,377(*)	0,599(**)
	p	.	0,048	0,001
VANLA	r	0,377(*)	1,000	0,389(*)
	p	0,048	.	0,041
LaANLA	r	0,599(**)	0,389(*)	1,000
	p	0,001	0,041	.

RER anaerobik eşikteki Laktat değişkeni ile V-Slope anaerobik eşikteki Laktat değişkeni arasında ( $r=0,377$ ,  $p=0,048$ ) pozitif orta ve anlamlı, RER anaerobik eşikteki Laktat değişkeni ile Laktat anaerobik eşikteki Laktat değişkeni arasında ( $r=0,599$ ,  $p=0,001$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşikteki Laktat değişkeni ile Laktat anaerobik eşikteki Laktat değişkeni arasında ( $r=0,389$ ,  $p=0,041$ ) pozitif orta ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

## 5.TARTIŞMA

Araştırmamızda deneklerin, yaşları  $22,3929 \pm 2,24993$  (yıl), vücut ağırlıkları  $74,2643 \pm 11,52348$  (kg), boy uzunlukları  $178,0357 \pm 9,93491$ (cm), vücut yağ oranları  $9,2750 \pm 3,92057$  (%), antrenman yaşları  $9,0714 \pm 3,00220$  (yıl) ve  $VO_2max$  değerleri  $53,6932 \pm 8,13161$  ml/kg/dk olarak tespit edilmiştir.

Araştırmamızda deneklerin yaş, boy, ve vücut ağırlığı değerleri, konu ile ilgili literatürle benzerlik göstermektedir. Elde ettiğimiz  $VO_2max$  değeri, bazı literatürle benzerlik göstermekte bazılarındansa düşük görünmektedir. Bu sonuç; denek grubumuzun elit, fakat değişik aerobik kapasite özelliklerinden gelen, farklı spor dallarından sporculardan oluşması ile açıklanabilir. Sunulan değişkenler açısından benzerlik gösteren araştırmalar, aşağıda sunulmuştur.

Jones ve Doust (1998), solunum frekansında laktat ve solunum eşiğın belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında yaş  $29 \pm 8$  yıl, vücut ağırlığı  $68.7 \pm 8.8$  kg,  $VO_2m a x$   $57.9 \pm 4.1$  ml/ kg/min. tespit etmişlerdir.

Solberg ve ark.(2005) çalışmalarında denek gurubunun antropometrik değişkenlerini şu şekilde tespit etmişlerdir; yaş  $26.5 \pm 4.81$  yıl, boy  $1.83 \pm 06$  cm, vücut ağırlığı  $74.7 \pm 6.28$  kg.

Robergs ve ark. (1999), yaş  $27.75 \pm 5.07$  yıl, boy  $185.50 \pm 1.64$  cm, vücut ağırlığı  $76.00 \pm 10.60$  kg ve  $VO_2max'$   $13468.75 \pm 422.35$  ml/min, olarak tespit etmişlerdir.

Acevedo ve ark. (2003), OBLA ve yorgunluk oranı (RPE) arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında şu değerleri elde etmişlerdir: yaş  $22.64 \pm 1.22$ , vücut ağırlığı  $66.99 \pm 2.23$ , boy  $1.78 \pm 32$ , vücut yağ yüzdesi  $10.22 \pm 0.90$  ve  $VO_2max'$   $167.65 \pm 1.24$  ml/kg/dk, tespit etmişlerdir.

Perrey ve ark. (2002), elit dayanıklılık sporcuları ile gerçekleştirdikleri  $O_2$  kullanımının toparlanma kinetiklerini araştırdıkları çalışmada şu değerlere ulaşmışlardır: yaş  $26 \pm 6$  yıl, vücut ağırlığı  $66 \pm 6$  kg., boy uzunluğu  $175 \pm 7$  cm ve  $VO_2max'$   $164.7 \pm 5.3$  ml/kg/dk.

Şekir ve ark. (2002) orta düzeyde aktif erkek deneklerle yaptıkları çalışmada yaş  $26.3 \pm 3.0$  yıl, boy  $1.74 \pm 0.08$ , vücut ağırlığı  $76 \pm 5$  olarak tespit etmişlerdir.

Grant ve ark. (1997), iyi antrene orta ve uzun mesafe koşucularla gerçekleştirdikleri çalışmada yaş  $22.4 \pm 4.2$  yıl, vücut ağırlığı  $63.5 \pm 6.2$  kg,  $VO_2\max$   $73.3 \pm 6.7$  ml/kg/dk, vücut yağ % sini  $9.7 \pm 3.4$ , antrenman yaşını  $7.9 \pm 3.9$  yıl olarak tespit etmişlerdir.

Carter ve ark. (1999) çalışmasında dayanıklılık koşucularının  $29 \pm 5.4$  yaş, vücut ağırlığı  $72 \pm 5.6$ ,  $VO_{2\max}$   $63.1 \pm 3.8$  olarak tespit etmişlerdir.

003 Grant ve ark. (2002) 20 erkek elit sporcu ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında yaş  $20.5 \pm 2.8$  yıl, boy uzunluğu  $1.78$  ( $13.9$ ) m, vücut ağırlığı  $74.3$  ( $21.4$ ) kg, vücut yağ yüzdesi  $14.5$  ( $6.3$ )% tespit etmişlerdir.

Vachon ve ark. (1999) çalışmalarında deneklerin fiziksel özelliklerini şu şekilde tespit etmişlerdir. Yaş,  $30.865 \pm 9$ , boy uzunluğu  $177.464 \pm 5$  cm, vücut ağırlığı  $71.466 \pm 3$  kg  $VO_{2\max}$   $21.65 \pm 465.6$  ml·kg·min.

Schmid ve ark. (1998) çalışmalarında deneklerin fiziksel özelliklerini şu şekilde tespit etmişlerdir. Yaş  $26.4 \pm 2.4$  yıl, boy uzunluğu  $182.9 \pm 7.9$  cm, vücut ağırlığı  $76.6 \pm 8.4$  kg.

Michael ve ark. 2002, çalışmalarında antrenman yaşını  $8.9 \pm (2.1)$ , yaş  $23.0 \pm (2.2)$ , vücut ağırlığı  $75.8 \pm (6.0)$ , boy uzunluğunu  $178.3 \pm (6.3)$  olarak ölçmüşlerdir.

Billat ve ark. (1994) subelit uzun mesafe koşucularında  $VO_2$  max' taki tükenme zamanı ve laktat steady state hızı belirlemek için gerçekleştirdikleri çalışmada  $VO_2$  max'ı  $68.1 \pm 4.1$  ml/kg/min olarak tespit etmişlerdir.

Hill ve ark., (1997),  $VO_2$  max' taki koşu hızının %100' ünde ve %92' sindeki egzersize tepkilerini inceledikleri çalışmada %0 eğimde artırmalı (incremental) treadmill testi sonucunda  $VO_2$  max'ı  $61.6 \pm 9.1$  ml/kg/min ölçmüşlerdir.

Tokmakidis ve Lagar (1995) sabit kan laktat konsantrasyonlarının birbirleriyle ve koşu performanslarıyla karşılaştırdıkları çalışmada 3.5 dk. seviye ve 1 km/h hız artışlarına olan maksimal multi stage treadmill testi sonrasında  $VO_2$  max' ı  $55.2 \pm 5.9$  ml/kg/dk tespit etmişlerdir.

Ayabe ve ark. (2003) laktat eşğin basit bir yöntemle belirlenmesinin geçerlilik güvenilirliğini inceledikleri çalışmalarında denek gurubunun  $VO_2\max$  değerini  $46.6 \pm 6.6$ , vücut yağ %' sini  $11.0 \pm 3.0$ , vücut ağırlıklarını  $64.7 \pm 8.4$ , boy uzunluklarını  $175.6 \pm 6.5$  yaş ortalamalarını  $21 \pm 1$  olarak tespit etmişlerdir.

Carter ve ark. (1999), test protokolünün laktat minimum hızı etkisini inceledikleri çalışmada dayanıklılık koşucularının yaş  $29\pm 5.4$  yıl, vücut ağırlığı  $72.0\pm 5.6$  kg.,  $VO_2max$   $63.1\pm 3.8$  ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir.

Pyne ve ark (1997), deneysel bir treadmill test modeli tanımladıkları çalışmalarında iyi antrene erkek koşucularda  $VO_2max$   $61.2$  ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir.

Weltman ve ark. (1990), erkek koşucularda dayanıklılık antrenman yoğunluğunun belirlenmesinde  $VO_2max$ , maksimal kalp atımı ve kalp atım rezervinin yüzdelerinin incelendiği çalışmalarında  $VO_2max$ 'ı  $63.5$  ml/kg/dk ölçmüşlerdir.

Zhou ve Weston (1997), anaerobik eşik D-max metodu ile tespit edilmesi ile ilgili çalışmada yaş  $25.6\pm 8.2$  yıl, ve  $VO_2max$   $64.0\pm 1.7$  ml/kg/dk. olarak tespit etmişlerdir.

Ertat ve ark. (1998), solunun parametrelerinin  $VO_2max$  ve  $4$  mmol/l laktat eşikindeki  $VO_2$  ile ilişkisini inceledikleri çalışmada bisiklet ergometresinde gerçekleştirdikleri test sonucunda şu değerlere ulaşmışlardır; yaş  $21.5\pm 1.6$  yıl, vücut ağırlığı  $78.5\pm 7.5$  kg, boy  $184\pm 7$  cm, vücut yağ yüzdesi  $12.9\pm 4.6$ ,  $VO_2max$   $54.7\pm 7.5$  ml/kg/dk.

Genç ve ark., (1999), solunum eşik ve laktat eşik arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada şu değerlere ulaşmışlardır; yaş  $22.1\pm 1.4$  yıl , vücut ağırlığı  $73.9\pm 9.8$  kg, boy  $175.2\pm 6.0$ cm, vücut yağ oranı  $11.43\pm 0.27$  ve  $VO_2max$ ' ı  $52.6\pm 6.6$  ml/kg/dk.

Kemi ve ark.( 2003) futbolcularda  $VO_2max$  değerini laboratuvar ve sahada gerçekleştirdikleri ölçümle karşılaştırmışlar ve laboratuvar testi sonucunda  $VO_2max$  değerine  $65.6\pm 17.1$  saha testinde ise  $65.7\pm 5.1$  tespit etmişlerdir.

McIntyre ve M Hall (2005) futbolcuların pozisyonlarına göre fizyolojik profillerini çalıştıkları araştırmalarında boy uzunluğunu  $1.81\pm 0.05$  m., vücut yağ %  $14.5 \pm 3.1$  olarak ölçmüşlerdir. Orta saha oyuncularının  $VO_2max$  değerini  $65.8\pm 5$ , savunma oyuncularının  $56.8\pm 5$ , hücum oyuncularının  $59.6\pm 5$  ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir.

Chan (1999) futbol fitness testleri ile ilgili çalışmasında elit futbolcuların  $VO_2max$  değerinin  $57.6$  ml/kg/dk. dan  $63.7$  ml/kg/dk. ya değişen aralıklarda olduğunu belirtmiştir.

Edwards ve ark. (2003), profesyonel futbolcularda anaerobik eşik belirlemek için yaptıkları çalışmada yaş  $26.2\pm 3.3$  yıl, boy  $1.77\pm 0.05$ m., vücut ağırlığı  $79.3\pm 9.4$  kg. olarak tespit etmişlerdir.

Edwards ve ark. (2003), antrenman durumunun laktat, solunum eşik ve  $VO_2max$  değişkenlerini inceledikleri çalışmada sezon bitiminde ve geçiş dönemi sonunda çalışmamıza



benzer 3 dk. seviyeli 60 sn. aralı artırmalı (incremental) treadmill egzersizi uygulamışlar ve ulaşılan  $VO_2$ max değerlerinde farklılık tespit etmemişlerdir. Geçiş dönemi testte  $63.3 \pm 5.8$  ml/kg/dk ve sezon sonrası ölçümde  $62.1 \pm 4.9$  ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir.

Araştırmamızda deneklerin, yaşları  $22,3929 \pm 2,24993$  (yıl), vücut ağırlıkları  $74,2643 \pm 11,52348$  (kg), boy uzunlukları  $178,0357 \pm 9,93491$ (cm), vücut yağ oranları  $9,2750 \pm 3,92057$  (%), antrenman yaşları  $9,0714 \pm 3,00220$  (yıl) ve  $VO_2$ max değerleri  $53,6932 \pm 8,13161$  ml/kg/dk olarak tespit edilmiştir.

**I.Problem:** Seviye geçişlerinde LA konsantrasyon ölçümü amacı ile duraklama içeren ve içermeyen artırmalı (incremental) treadmill protokollerinden elde edilen,  $VO_2$ max ve anaerobik eşik değerleri arasında fark var mıdır?

Billat ve ark., (1996), iki farklı artırmalı (incremental) treadmill test protokolünde takip eden parametrelerde anlamlı farklılık bulamamışlardır.  $VO_2$  max' taki hız,  $20.7 \pm 1$  km/h,  $20.8 \pm 0.9$  km/h, RER' deki hız 20 km/h. Ayrıca protokoldeki küçük değişikliklerin  $VO_2$  max' taki hız ve bu hızdaki tükenme süresine etkisinin anlamlı fark oluşturmadığını belirtmişlerdir.

Beneke (2003), test esnasındaki duraklamaların kan laktatına etkisini incelediği makalesinde, 30 dk. sürekli yüklemeli iki bisiklet test uygulamıştır. Testlerden biri her 5 dk. da 30 sn. duraklamalı diğeri 90 sn. duraklamalıdır. Sonuçta duraklamalı protokolün kan laktat seviyelerinde düşüşe sebep olduğunu ancak MLSS' de etkisi olmadığını belirtmiştir.

Crouter ve ark. (2001) incremental treadmill egzersizi ve serbest koşu arasındaki fizyolojik tepkileri karşılaştırdıkları çalışmalarında  $VO_2$  ve  $HR_{max}$  değerlerinde anlamlı fark bulamamışlar bunun yanında max laktat konsantrasyonunda  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlı fark bulmuşlardır. Incremental treadmill egzersizinde elde ettikleri maksimum laktat değeri  $11.7 \pm 3$  mmol/l dir.

Kuipers ve ark. (2003) incremental testi seviye sürelerinin fizyolojik etkilerini inceledikleri çalışmalarında 1-3 ve 6 dk. lık seviyeler kullandıkları testlerde  $VO_2$ max ve max kalp atımında anlamlı fark yoktu.

Robergs ve ark. (1999), üç farklı bisiklet ergometre protokolü ile gerçekleştirdikleri çalışmada laktat eşiği anlamlı şekilde farklı bulmuştur.

Jie Kang ve ark, 2001, çalışmalarında  $VO_{2max}$  ve maksimum kalp atımında Astrand, Bruce ve Costill-Fox protokollerinde farklılık bulmamışlardır. Astrand ve Bruce protokolleri

8-12 dakika süren optimal testlerdir. Ayrıca 6 dakikadan az süren Costill- Fox protokolünde ulaşılan  $VO_{2max}$ ' in diğer protokollere benzerlik göstermesi de enteresandır. Bu bulgular, karşılaştırmalı olarak daha zorlayıcı koşu protokollerinin maksimal aerobik gücün belirlenmesinde zaman-verimli alternatif olabileceğini göstermektedir.

Jie Kang ve ark, 2001, Bucgfuhrer ve arkadaşlarının (1983), koşu açıları bakımından farklı dört treadmill protokolünü karşılaştırdıkları çalışmada en kısa süren protokolün en düşük  $VO_{2max}$ ' ı ürettiğini bulduklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte kullanılan en kısa protokolün %20' nin üzerinde eğimle sonuçlandığını yazmışlardır. Jie Kang ve ark, 2001 çalışmalarında eğimin %12' nin altında kaldığını belirtmekte, bu bağlamda  $VO_{2max}$ ' ta ki düşüklüğün, protokolün eğimindeki kısa sürede ki hızlı artışa bağlı gibi görüldüğünü belirtmektedirler.

Jie Kang ve arkadaşlarının (2001) çalışmasında gerçekten de Sloniger ve arkadaşlarının (1997) yokuş yukarı koşuda horizontal koşudan daha büyük oranda anaerobik etki olduğunu gösterdiklerini belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada Davis ve arkadaşları (1984) ve McConnell ve Clark (1988)' in daha erken dönem çalışmaların da, iyi antrenmanlı koşuculara olağan antrenmanlarına benzer hız-eğim kombinasyonlu protokollerin daha uygun olduğunu önerdiklerini yazmışlardır.

Jie Kang ve arkadaşlarının bulguları bu görüşleri destekler niteliktedir. Costill-Fox ve Astrand protokollerinde Bruce protokolünden daha yüksek  $VO_{2max}$ ' a ulaşılmıştır. Bruce protokolündeki daha düşük  $VO_{2max}$ ' in hızdaki küçük artışlara nazaran eğimdeki büyük artışlarla ilişkili olduğu dile getirilmiştir. Ayrıca düşük  $VO_{2max}$ ' in deneklerin alışık olmadığı hız-eğim kombinasyonlu protokolden kaynaklanan alt ekstremitedeki erken kas yorgunluğuna ve eğimden kaynaklanan anaerobik metabolizmanın daha yüksek oranlı katkısına bağlı olabileceğini de belirtmişlerdir. Jie Kang ve arkadaşlarının (2001) çalışmasında bu spekülasyonun Hansen ve ark. (1988) çalışmasında en zorlayıcı protokollerin en düşük  $VO_2$  artışına sebep olduğunu bulduklarını belirtmişlerdir.

Jie Kang ve ark. (2001) çalışmalarında Astrand protokolün 4 dk sürmesine rağmen Costill-Fox protokolü kadar yüksek  $VO_{2max}$  oluşturmuştur. Bunun sebebinin her iki protokolde koşunun egzersizin modu olarak kullanılmasından kaynaklandığını yazmışlardır. Ayrıca  $VO_2$ ' nin zamana göre değerlendirildiğinde her iki protokolde test süresince egzersiz yoğunluk artışı bakımından fark olmadığını görmüşlerdir. Bununla beraber eğer hız çok yavaş seçilirse

koşucunun koşu ekonomisini kaybedeceğini ve erken kas yorgunluğu yaşayacağını belirtmişlerdir.

Jie Kang ve ark. (2001) çalışmalarında antrene erkeklerin Astrand ve Costill-Fox protokollerinde daha düşük anaerobik eşik seviyelerine ulaştıklarını ölçmüşler ve bunu solunum gaz değişiminin (RER) egzersiz protokolünden etkilenmesine bağlamışlardır. Anaerobik eşiğin protokole bağımlı değişimini Shimizu ve ark. (1991) çalışmalarında da elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Jie Kang ve ark. (2001) çalışmalarının sonucunda antrenmanlı erkeklerde eğitim artışlarının orta düzeyde olduğu protokollerde daha yüksek  $VO_{2max}$ ' a ulaşmışlardır. Yine çalışmaları sonucunda Bruce protokolündeki düşük anaerobik eşik değerinin, anaerobik eşiğin belirlenmesinde solunum parametreleri kullanıldığı için protokol bağımlı olduğunu ve antrenman durumundan etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Usaj ve Starc (1996), iki farklı test protokolünde laktat eşik, kalp atımı ve laktat eşikteki koşu hızlarının nasıl benzerlik gösterdiğini araştırdıkları çalışmalarında laktat eşikteki koşu hızını 15 km/h, HR' yi  $159 \pm 7$  ve laktat değerini  $2.0 \pm 0.6$  mmol/l tespit etmişlerdir.

Coen ve ark., (2001) kişisel anaerobik eşiğin geçerlilik güvenilirliğinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, kişisel anaerobik eşiğin yüksek derecede objektif, güvenilir ve artırmalı (incremental) test protokolündeki değişikliklere son derece hassas olduğu belirtilmiştir. Test protokolünün seviyelerinin süresin değil, hız artışlarının anlamlı fark yarattığı bildirilmiştir.

Carter ve ark. (1999), test protokolünün laktat minimum hıza etkisini inceledikleri çalışmada laktat eşikteki koşu hızını  $15.4 \pm 0.8$  km/h olarak tespit etmişlerdir. Bunun yanında laktat minimum hız testinin laktat eşiğin belirlenmesi için geçerli bir metot olmadığını çünkü testin seçilen başlangıç hızının çok etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Carter ve ark. (2000), laktat minimum test ve standart artırmalı (incremental) egzersiz testinden elde ettikleri eşik değerleri karşılaştırmışlar ve şu sonuçları bulmuşlardır: Laktat minimum hız ( $12.0 \pm 1.4$  km/h), laktat eşikteki koşu hızından ( $12.4 \pm 1.7$  km/h) anlamlı şekilde yavaştı. Bunun yanında  $VO_2$  ( $12.43 \pm 0.48$  l/min -  $2.51 \pm 0.50$  l/min) kalp atımı ( $167 \pm 15$  atım/dk -  $168 \pm 11$  atım/dk) ve kan laktat konsantrasyon ( $2.1 \pm 0.5$  mmol/l -  $1.9 \pm 0.4$  mmol/l) değerleri her iki testte anlamlı farklılık göstermemiştir.

Araştırmamızda I.Protokol'de RER metodu ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (17,6429±5,16551), anaerobik eşikteki hız (12,3857±1,96105), anaerobik eşikteki kalp atımı (173,6429±8,21117), anaerobik eşikteki soluk frekansı (45,6429±8,00099), maksimal kalp atımı (191,1429±8,18180), anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> (44,8639±7,53086), VO<sub>2</sub>max (53,6932±8,13161) ve RER maximum (1,0918±0,05063).

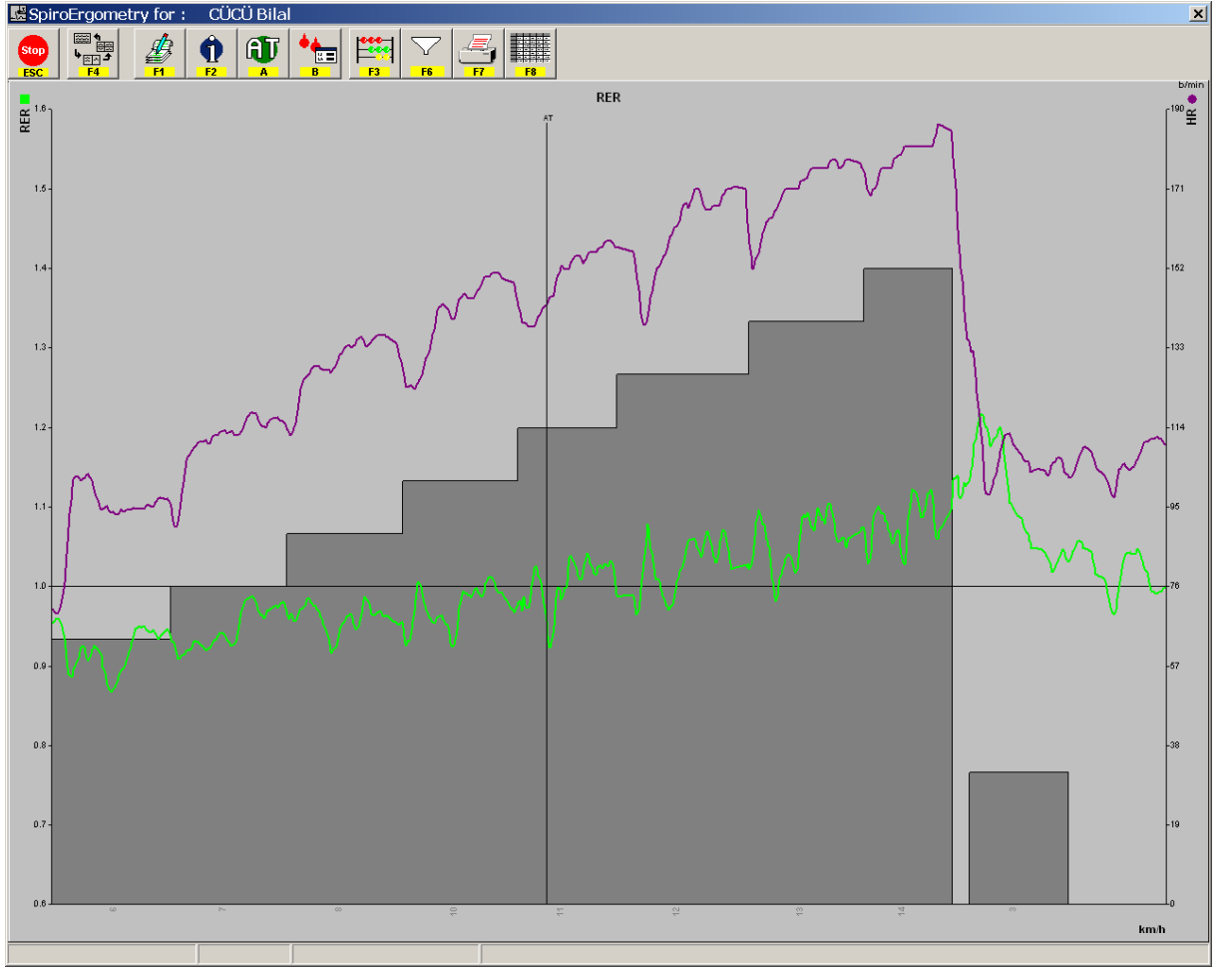
Araştırmamızda II. Protokol RER metodu ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (21,1429±6,31702), anaerobik eşikteki hız (12,8464±2,14329), anaerobik eşikteki kalp atımı (171,1429±7,34703), maksimal kalp atımı (189,3214±7,83654), anaerobik eşikteki soluk frekansı (46,1429±6,05967), VO<sub>2</sub>max (52,4675±7,06299), anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> (42,8400±7,66277), RER maximum (1,1179±0,15659).

Araştırmamızda I.Protokol'de V-Slope metodu ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (13,3214±5,2567), anaerobik eşikteki hız (10,8000±2,01329), anaerobik eşikteki kalp atımı (161,4643±13,11059), anaerobik eşikteki SF (38,5714±10,16322), anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> (37,8804±9,09907) ve anaerobik eşikteki RER (0,9511±0,04417).

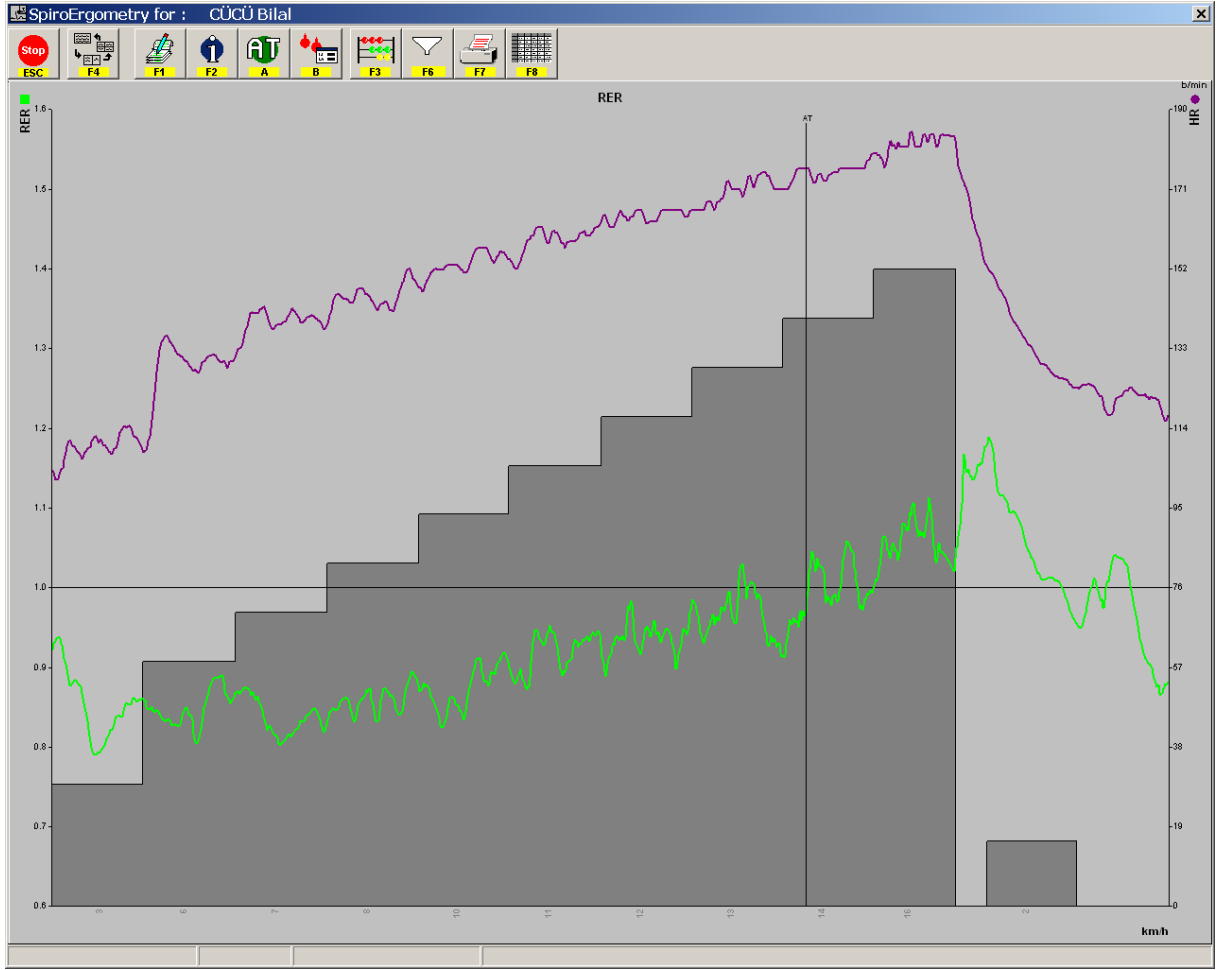
Araştırmamızda II. Protokol'de V-Slope metodu ile şu değerler elde edilmiştir, anaerobik eşikteki zaman (15,3571±6,87569), anaerobik eşikteki hız (10,8000±2,37767), anaerobik eşikteki kalp atımı (153,7857±12,11169), anaerobik eşikteki SF (40,5357±8,53525), anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> (34,7629±7,75412) ve anaerobik eşikteki RER (0,9568±0,03356).

V-Slope metodu ile her iki protokolden elde edilen VO<sub>2</sub>max, anaerobik eşik değer ve ilgili parametrelerin karşılaştırılması sonucunda; anaerobik eşikteki kalp atımı ve anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub>'de p<0.01 düzeyinde, maksimal kalp atımı ve anaerobik eşikteki zamanda p<0.05 düzeyinde anlamlı farklılık bulunurken diğer parametrelerde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Her iki protokolde ergospirometreden her solukta (breath by breath) elde edilen solunum değerlerinin V-Slope metodu ile analizlerinin karşılaştırma sonuçları RER metodunun karşılaştırma sonuçlarına benzer niteliktedir. Bu yöntem karşılaştırma sonucunda da veriler aynı olduğu için her iki protokolde de VO<sub>2</sub>max değerlerinde anlamlı fark bulunmamış bunun yanında anaerobik eşik değerlerde anlamlı fark bulunmuştur. Anaerobik eşikteki koşu hızında fark bulunmaması protokollerde her seviyenin 3 dakika sürmesi ve deneklerin aynı koşu hızlarında ancak, eşik hızları farklı dakikalar içerisinde koşmaları ile açıklanabilir.

RER metodu ile her iki protokolden elde edilen  $VO_2max$ , anaerobik eşik değer ve ilgili parametrelerin karşılaştırılması sonucunda; anaerobik eşikteki zaman ve anaerobik eşikteki kalp atımında  $p<0.01$  düzeyinde, anaerobik eşikteki hız, anaerobik eşikteki  $VO_2$  ve maksimal kalp atımında  $p<0.05$  düzeyinde anlamlı farklılık bulunurken diğer parametrelerde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu istatistiksel sonuçlar; ergospirometreden her solukta (breath by breath) elde edilen solunum değerlerinin, laktat konsantrasyon ölçümü amacı ile duraklama içeren ve içermeyen protokollerin özelliklerinden anaerobik eşik değerler açısından anlamlı şekilde etkilendiğini işaret etmektedir. Her iki protokolde anaerobik eşığe denk gelen değerler sadece sayısal değer olarak karşılaştırıldıklarında birbirine yakın oluşları dikkat çekmekte ancak bu istatistiksel olarak anlam ifade etmemektedir. II. Protokoldeki duraklamalar 30 sn'yi aşmadığı halde anaerobik eşik göstergelerinde anlamlı farklılığa yol açmıştır (Carter ve ark. 2000, Carter ve ark. 1999, Robergs ve ark. 1999). Protokolün toplam süresi göz önüne alındığında bu duraklamalar deneğin toparlanmasına izin vermiş görünmektedir. Bunun yanında özellikle  $VO_2max$  değerinde anlamlı fark bulunmaması deneklerin her iki protokolde de  $VO_2max$  sınırlarına ulaşabildiklerini göstermektedir ancak dayanıklılık performansının ya da daha net bir ifade ile yarış kazanılan sınır olan anaerobik eşik değerlerin, protokoldeki duraklamalardan etkilendiği ifade edilebilir. Bu ifade yukarıda sunulan literatürde desteklenmektedir. (Jie Kang ve ark, 2001, Crouter ve ark. 2001, Billat ve ark., 1996, Carter ve ark. 2000).



Şekil 6: Seviye geçişlerinde duraklama içeren II. Artırmalı (Incremental) Treadmill Protokol'ünde deneğin duraklamalara denk gelen zaman aralıklarında, kalp atım ve RER değerlerindeki anlık uyumlar.



Şekil 7: Seviye geçişlerinde duraklama içermeyen I. Artırmalı (Incremental) Treadmill Protokol'ünde deneğin, kalp atım ve RER değerlerindeki lineer artış.

**2. Problem:** Noninvasiv, RER ve V-Slope metotları ile belirlenen anaerobik eşik ve invasiv metot olan Laktat anaerobik eşik değerleri arasında korelasyon var mıdır?

Jones ve Doust (1998), solunum frekansında laktat ve solunum eşiğın belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında laktat eşikteki koşu hızını  $14.7 \pm 0.9$  km/h, solunum eşikteki koşu hızını  $14.7 \pm 1.1$ , solunum frekansı kırılma noktasındaki koşu hızını  $14.7 \pm 0.9$  km/h ölçmüşlerdir.

Grant ve ark. (1997), 3 km koşu performansını hangi fizyolojik değişkenlerin daha fazla etkilediğini araştırmak için gerçekleştirdikleri çalışmada laktat eşikti koşu hızı ( $17.1 \pm 1.9$

km/h) 4 mmol de ki koşu hızı (16.0±1.8 km/h) ve  $VO_2max'$  da ki koşu hızı (20.7±2.1 km/h), 3 km. performanstaki koşu hızlarını (19.1±1.5 km/h) farklı ölçmüşlerdir.

Carter ve ark., (1999) 9 erkek spor bilimleri öğrencisi ile yaptıkları çalışmada 6 haftalık dayanıklılık antrenmanı öncesi ve sonrasında  $VO_2max'$  ı sırasıyla, 47.9 ± 8.4; 52.2 ± 8.2 ml kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup>, laktat eşikteki koşu hızını sırasıyla 11.2 ± 1.8; 11.9 ± 1.8 km h<sup>-1</sup>, laktat eşikteki kalp atımlarını sırasıyla 173±10; 168±1.1 atım/dk olarak tespit etmişlerdir.

Smekal ve ark., 2003 yılında yaptıkları çalışmada solunum gaz değişim ve kan laktat ölçümü için kullandıkları bizim çalışma protokolümüze benzer treadmill protokolü sonrasında şu değerlere ulaşmışlardır.  $VO_2$  max 57.3±5.1 ml/kg/dk, maksimal koşu hızı 16.4±1.4 km/h maksimum kalp atımı 193±9, maksimum laktat 10.61±2.04 mmol/l, tükenme süresi 15.52±2.03 dk. bulmuşlardır. Ayrıca kişisel anaerobik eşiği 45.2 ±5 ml/kg/dk. kişisel anaerobikteki koşu hızını 12.8±1.5 km/h, kişisel anaerobikteki kalp atımını 173±11 ve kişisel anaerobikteki laktat değerini 4.0±1.1 mmol/l olarak tespit etmişlerdir.

Weltmann ve ark.( 1990) gerçekleştirdikleri çalışmada 3 dk seviyeli artırmalı (incremental) treadmill protokolü laktat eşik, sabit kan laktat konsantrasyonları ve  $VO_2max'$  ın belirlenmesinde geçerlilik güvenilirliğinin araştırıldığı çalışmada laktat eşik, 2.0 mmol, 2.5 mmol, 4 mmol test-retest güvenilirlik katsayıları sırasıyla r=0.89, 0.91, 0.95 ve 0.95 idi. Laktat eşikteki koşu hızı 13 km/h 4 mmol laktat değerindeki koşu hızı 16 km/h olarak bulunmuşlardır. Laktat eşikteki  $VO_2$  47.2 mlkg/min 4 mmol' deki  $VO_2$  60.9 mlkg/min ve  $VO_2max$  65.6 mlkgmin olarak bulunmuştur.  $VO_2$  değerleri için test-retest ortalama farkları 1.4 mlkg/min ve standart hata ±2.95 mlkg/min bulunmuştur.

Stephen ve ark. 2003 çalışmalarında laktat eşikteki hızı 14.9±1.6,  $VO_2$ 'yi 50.6±6.3  $VO_2max'$ ı 62.8±9.5 ml/kg/dk ve maximum kalp atımını 177±11 atım/dk tespit etmişlerdir.

Weltman ve ark. (1990), erkek koşucularda dayanıklılık antrenman yoğunluğunun belirlenmesinde  $VO_2max$ , maksimal kalp atımı ve kalp atım rezervinin yüzdelerinin incelendiği çalışmalarında laktat eşikteki  $VO_2'$  yi 52.7, 2 mmol' deki  $VO_2'$  yi 56.4, 2.5 mmol' deki  $VO_2'$  yi 58.0, 4 mmol' deki  $VO_2'$  yi 61.2 ml/kg/dk ve  $VO_2max$  63.5 ml/kg/dk, laktat eşikteki koşu hızını 14.5, 2 mmol' deki koşu hızını 15, 2.5 mmol' deki koşu hızını 15.6 ve 4 mmol' deki koşu hızını 16.5 km/h ve max hız 17.3 km/h, laktat eşikteki kalp atımını 165.7, 2 mmol' deki kalp atımını 172.7, 2.5 mmol' deki kalp atımını 176.5, 4 mmol' deki kalp atımı 182.3 ve max kalp atımı 187.4 adım/dk olarak tespit etmişlerdir. Weltman ve ark. (1990),



çalışmalarında sonuç olarak erkek koşucularda egzersiz planlamasında laktat eşik ve sabit kan laktat konsantrasyonlarının yanında daha yüksek antrenman yoğunluklarında maksimum kalp atımı, kalp atım rezervi ve  $VO_2max$ ' in yüzdelerinin de dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Araştırmamızda, II. Protokolde, RER yöntemi ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (RANZ) ( $21,1429 \pm 6,31702$ ), anaerobik eşikteki hız (RANH) ( $12,8464 \pm 2,14329$ ), anaerobik eşikteki kalp atımı (RANKA) ( $171,1429 \pm 7,34703$ ), maksimal kalp atımı (RMAXKA) ( $189,3214 \pm 7,83654$ ), anaerobik eşikteki soluk frekansı (RANSF) ( $46,1429 \pm 6,05967$ ),  $VO_2Max$  (RVO2MAX) ( $52,4675 \pm 7,06299$ ), anaerobik eşikteki  $VO_2$  (RANVO2) ( $42,8400 \pm 7,66277$ ), RRERMAX ( $1,1179 \pm 0,15659$ ), anaerobik eşikteki LA (RANLA) ( $4,4893 \pm 1,26823$ ) olarak tespit edilmiştir.

Araştırmamızda, II. Protokolde, V-Slope yöntemi ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (II.VANZ) ( $15,3571 \pm 6,87569$ ), anaerobik eşikteki hız (II.VAN) ( $10,8000 \pm 2,37767$ ), anaerobik eşikteki kalp atımı (II.VANKA) ( $153,7857 \pm 12,11169$ ), anaerobik eşikteki soluk frekansı (II.VANSF) ( $40,5357 \pm 8,53525$ ), anaerobik eşikteki  $VO_2$  (II.VANVO2) ( $34,7629 \pm 7,75412$ ), anaerobik eşikteki RER (II.VANRER) ( $0,9568 \pm 0,03356$ ), ve anaerobik eşikteki LA (II.VANLA) ( $3,0964 \pm 1,31303$ ).

Araştırmamızda, II. Protokolde, Curve lineer Regresyon yöntem ile şu değerler elde edilmiştir; anaerobik eşikteki zaman (LaANZ) ( $21,1786 \pm 7,05562$ ), anaerobik eşikteki laktat (LaANLA) ( $4,8679 \pm 1,95733$ ), anaerobik eşikteki hız (LaANH) ( $13,0286 \pm 2,05820$ ), anaerobik eşikteki kalp atımı (LaANKA) ( $168,2857 \pm 10,70776$ ), (LaANSF) anaerobik eşikteki SF ( $45,8214 \pm 7,32855$ ), anaerobik eşikteki  $VO_2$  (LaANVO2) ( $40,5368 \pm 9,27226$ ) olarak tespit edilmiştir.

Elde ettiğimiz değerler özellikle Weltmann ve ark.( 1990) gibi 3dk seviyeli protokollerin kullanıldığı literatürle benzerlik göstermektedir. Özellikle anaerobik eşikteki koşu hızı,  $VO_2$  değişkenleri bunun yanında tespit edilen  $VO_2max$  değerleri, alandaki çalışmaları destekler niteliktedir. Anaerobik eşikteki zaman değişkenimiz literatürdeki genel değerlere nazaran görece uzun görünmektedir bunun sebebi kullandığımız protokolün aerobik dayanıklılık özelliğini de değerlendirebilmek için başlangıç hızının ısınma koşusu hızlarından başlaması olabilir. Literatürde rastlanan anaerobik eşikteki hız değerleri 12-13 km/h'den 16-17 km/h seviyelerine dek değişiklik göstermekte ve bizimde farklı metotlarla tespit ettiğimiz hız

değerleri bu aralıkta bulunmaktadır. Literatürde özellikle anaerobik eşikteki soluk frekansı ile ilgili değere rastlanamamış dolayısı ile bu değişkenle ilgili sonuç literatürle karşılaştırılamamıştır. Ancak kullandığımız metotlar arasında bu değişkende güçlü ilişki tespit edilmesi anaerobik eşik seviyeleri için gösterge olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Sonuçların benzerliği; literatür çalışmaların denek guruplarının elit sporculardan oluşması, ölçüm protokollerinin seviye ve toplam test süresi bakımından benzer olması ve tartışmalı olmakla birlikte anaerobik eşik belirleme yöntemlerinde asgari standartlara ulaşılmış olunması ile açıklanabilir.

Şekir ve ark. (2002) orta düzeyde aktif erkek deneklerle yaptıkları çalışmada solunum eşiğe ulaşma süresini 11.95 dk., solunum eşikteki kalp atımını  $166 \pm 14$ , ventilasyonu  $62 \pm 7$  l/dk RER' i  $1.07 \pm 0.02$ ,  $VO_2$  yi  $2186 \pm 358$  ml/dk olarak tespit etmişlerdir.

Gladden ve ark. (1985), gaz değişim ve laktat anaerobik eşiği karşılaştırdıkları çalışmada, gaz değişim anaerobik eşik değerlerinin kan laktat anaerobik eşik değerleriyle benzerlik göstermediğini belirtmişlerdir.

Chicharro ve ark. (1997), bisiklet ergometresinde, laktat eşik ve solunum eşiğini karşılaştırdıkları çalışmada eşik değerlerin; kalp atımı, iş yükü,  $VO_2$  değerleri cinsinden ifadelerinin anlamlı farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Davis ve ark. (1979), solunum gaz değişim ölçümleri ile anaerobik eşik (AT) belirlemenin geçerliliğini araştırdıkları çalışmalarında, seçilmiş solunum gaz değişim parametrelerinin AT belirlemek için hassas non- invazif indeksler olduklarının belirmişlerdir. Sonuç olarak gaz değişim AT' nin artırmalı (incremental) egzersizde laktik asidosis gelişimini belirlemede geçerli ve değerli bir metod olduğunu vurgulamışlardır.

Gren ve ark. (1983), solunum anaerobik eşik, kan laktat anaerobik eşik ve kas metabolizmasındaki değişiklikler arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında ventilasyon ve  $VO_{2max}$  arasındaki ilişki ile tanımlanan gaz değişim anaerobik eşik ve laktat birikimi ile tanımlanan anaerobik eşik arasındaki ilişkinin rastlantısal olmadığı sonucuna varmışlardır.

Hoogeveen ve Hoogsteen (1999) çalışmalarında elit bisikletçilerde yüksek yoğunluklu egzersizde solunum tepkilerinin geçerliliğini araştırmışlardır. Çalışmalarında V-slope, RER ve  $VE/VO_2$  metotlarını kullanmışlar ve 40 km bisiklet denemesinde kalp atımı ve deneme süresini belirlemişlerdir. Sonuçta deneme zamanı ile V-slope ( $r=-0.82$ ,  $p<0.001$ ) ve

VE/VO<sub>2</sub> (r=-0.81, p<0.01) metotları ile 40 km bisiklet deneme süresi arasında anlamlı korelasyon tespit etmişlerdir.

Acevedo ve ark. (2003), OBLA ve RPE arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında VO<sub>2</sub>max' ın yüzdesi olarak OBLA 79.77±0.03, 4 mmol' deki VO<sub>2</sub> 54.03±16 ml/kg/dk, 4 mmol' deki kalp atımını 179.55±2.31 atım/dk, RER' i 0.98±0.01, ventilasyonu 78.85±4.53 tespit etmişlerdir. Acevedo ve ark. (2003) çalışmalarında 4 dk lık incremental treadmill protokolleri uygulamışlardır.

Perrey ve ark. (2002), elit dayanıklılık sporcuları ile gerçekleştirdikleri O<sub>2</sub> kullanımının toparlanma kinetiklerini araştırdıkları çalışmada 13 km/h başlangıç hızı, her iki dakikada 1 km/h artan hızlı artırmalı (incremental) treadmill testi sonucu VO<sub>2</sub>max' taki hızı 18.3±1.0 kg/h olarak tespit etmişlerdir.

Meyer ve ark., (2003) çalışmalarında VO<sub>2</sub> max 63,5±6,6 , HR max 188±6, LA max değerleri 11,0±2,5 olarak bulmuşlardır.

Yıldız ve ark., (1998) çalışmalarında deneklerin Laktat eşik VO<sub>2</sub> değerlerini yaklaşık olarak MaxVO<sub>2</sub>'nin %53'ü civarında tespit etmişler. Ayrıca Yıldız ve ark., (1998) çalışmalarında şu bilgilere yer vermişlerdir; Robergs ve Chwalbinska kişisel laktat değerindeki %VO<sub>2</sub>'yi venöz kanda %52.8 olarak; OBLA olarak ise Robergs ve Chwalbinska %73, Tanaka %84.8, Hetzler ise %82'lik değerler elde etmişlerdir.

Pfitzinger ve Freedson (1998), egzersiz sırasında laktat ölçümlerinin güvenilirliğini araştırdıkları çalışmalarında VO<sub>2</sub>max' ın farklı yüzdelerinde laktat eşikteki koşu hızında 0.98' den 0.99' a, laktat eşikteki VO<sub>2</sub>' de 0.91' den 0.96' ya, laktat eşikteki kalp atımında ise 0.75' den 0.96' ya korelasyon katsayıları tespit etmişlerdir.

Santos ve Giannella, 2004, çalışmalarında RER metodu ile buldukları anaerobik eşik, VO<sub>2</sub>max' ın %79' u düzeyindedir.

Araştırmamızda benzer şekilde, II. Protokolde RER metodu ile bulduğumuz anaerobik eşik, VO<sub>2</sub>max' ın %80'i düzeyindedir.

Sato ve ark, (1989 ) anaerobik eşik ve maksimal oksijen kullanımı arasındaki ilişkiyi inceledikleri treadmill egzersizinde, anaerobik eşikteki oksijen kullanımını 36,4±6 olarak tespit etmişlerdir.

Almarwaey ve ark. (2004) adolösanlarda MLSS' ye karşılık gelen egzersiz yoğunluğunu belirlemek için gerçekleştirdikleri çalışmalarında, MLSS yi  $VO_2max$  nin %85' i maksimal kalp atımının %92-94' ü olarak tespit etmişlerdir.

Jones ve ark. (1999) laktat eşiği üzerindeki egzersiz yoğunluklarında  $VO_2$  ve koşu hızı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada,  $VO_2$ ' nin 3 dk. lık sürede steady state ulaşmadığını ancak artmaya devam ederek gecikmeli steady state  $VO_2$  veya tükeniş oluştuğunu belirtmişlerdir. Ayrıca  $VO_2$  yavaş komponentin sadece laktat eşik üzerindeki egzersiz yoğunluklarında ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Bunun yanında seviye sürelerinin yeterli uzunlukta olduğu artırmalı (incremental) testlerde  $VO_2$  yavaş komponenti ilk atağının laktat eşikle çakıştığı hipotezinden bahsetmişlerdir. 7' şer dk. lık 6 seviyeden ve her seviyede 0.5 km/h artıştan oluşan artırmalı (incremental) testleri sonucunda laktat eşiğinin üzerindeki egzersiz yoğunluklarında  $VO_2$  yavaş komponent ve laktik asidosis ilk atağının lineerite gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kemi ve ark.( 2003) futbolcularda RER ve kalp atım değerini laboratuvar ve sahada gerçekleştirdikleri ölçümle karşılaştırmışlar ve RER değerini, laboratuvar testi  $1.16\pm 0.05$  saha testinde  $1.12\pm 0.05$ , maximum kalp atımlarını sırasıyla  $193\pm 19$  ve  $194.4\pm 13.5$  olarak tespit etmişlerdir.

Chan (1999) futbol fitness testleri ile ilgili çalışmasında elit futbolcuların  $VO_2max$  değerinin  $57.6$  ml/kg/dk. dan  $63.7$  ml/kg/dk. ya değişen aralıklarda olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada elit futbolcuların maksimum kan laktat konsantrasyonlarının  $10$  mmol/l' nin üzerine çıkabildiğini belirtmiştir.

Edwards ve ark. (2003), antrenman durumunun laktat, solunum eşik ve  $VO_2max$  değişkenlerini inceledikleri çalışmada sezon bitiminde ve geçiş dönemi sonunda çalışmamıza benzer 3 dk. seviyeli 60 sn. aralı artırmalı (incremental) treadmill egzersizi uygulamışlar ve ulaşılan  $VO_2max$  değerlerinde farklılık tespit etmemişlerdir. Geçiş dönemi testte  $63.3\pm 5.8$  ml/kg/dk ve sezon sonrası ölçümde  $62.1\pm 4.9$  ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir. Geçiş dönemi ve sezon sonrası testlerde egzersiz toleransı ( $VO_2max$ ' ta geçirilen süre) anlamlı şekilde uzamıştır. Geçiş dönemi testte  $204\pm 54$  sn. ve sezon sonrası testte  $228\pm 68$  sn. olarak tespit edilmiştir. Geçiş dönemi testinde laktat eşikteki oksijen kullanımı  $51.47\pm 4.2$  ml/kg/dk, sezon sonrası testi laktat eşikteki oksijen kullanımı  $53.49\pm 3.5$  ml/kg/dk. olarak tespit edilmiştir. Geçiş dönemi testi solunum eşikteki oksijen kullanımı  $50.73\pm 4.83$  ml/kg/dk. sezon

sonrası testi  $52.59 \pm 4.13$  ml/kg/dk. olarak tespit edilmiştir. Geçiş dönemi testi dinlenik laktat  $1.1 \pm 0.8$  mmol/l sezon sonrası testte  $1.2 \pm 0.6$  mmol/l, max. laktat seviyeleri ise  $8.12 \pm 1.5$  mmol/l ve  $8.4 \pm 1.1$  mmol/l olarak tespit edilmiştir.

Davis ve ark. (1979), gaz değişim parametreleriyle anaerobik eşik belirleme metodunu farklı ergometrelerle karşılaştırmışlar ve treadmill de anaerobik eşik değerini  $VO_2$  max' in  $58.6 \pm 5.8$ ' i olarak tespit etmişlerdir.

$VO_2$  max' taki koşu hızının %100' ünde ve %92' sindeki egzersize tepkilerin incelendiği çalışmada (Hill ve ark., 1997) %0 eğimde artırmalı (incremental) treadmill testi sonucunda  $VO_2$  max' a  $61.6 \pm 9.1$  ml/kg/min ve bu değerdeki koşu hızını 16 km/h olarak tespit etmişlerdir.  $VO_2$  max' taki koşu hızının %92' sinde gerçekleştirilen testte  $VO_2$  max' a ulaşmanın daha uzun sürdüğü ancak bu hızın daha uzun süre korunabildiği belirtilmiş, bununla birlikte atletlerin koşuların ilk %60' lık diliminde  $VO_2$  max' a ulaşamadıkları belirtilmiştir. Antrenmanın hedefi  $VO_2$  max' ı sürdürmek ise  $VO_2$  max' taki koşu hızında çalışmanın atletleri desteklemediği belirtilmiştir.

Davis ve ark. (1983), gaz değişim anaerobik eşik sabit laktat konsantrasyonlarında oluşup oluşmadığını araştırdıkları çalışmada gaz değişiminden ve laktat kırılma noktasından elde ettikleri anaerobik eşik sabit 2 ve 4 mmol laktat değerlerine karşılık gelmediğini belirtmişlerdir.

Şekir ve ark., (2002) çalışmalarında solunumsal eşikteki RER değerini  $1.07 \pm 0.02$ , kalp atımını  $166 \pm 14$  tespit etmişlerdir.

Robergs ve ark. (1990), arteriyel ve venöz kandaki laktat eşik farklılıklarını araştırdıkları çalışmada bisiklet ergometresinde tükeninceye kadar artırmalı (incremental) test uygulamışlar ve arteriyel kandaki değerlerin anlamlı şekilde yüksek bulmuşlardır. Çalışmalarında venöz kandaki OBLA' yı  $2.8 \pm 0.8$  ml/l solunum eşikini  $3.2 \pm 0.6$  mmol/l olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca OBLA' da ki  $VO_2$  ' yi  $2.8 \pm 0.2$  l/dk olarak tespit etmişlerdir.

Edwards ve ark., (2003) çalışmalarında şu noktanın altını çizmişlerdir; bir çok çalışma göstermiştir ki genel popülasyonda aerobik antrenman çoğunlukla anaerobik eşik karşılık gelen egzersiz yoğunluğunda,  $VO_2$  max' ta artış olmamasına rağmen gelişme olmaktadır. Anaerobik eşik belirlenmesinde geleneksel konseptler, eşik noktasının mitokondrial enzimatik aktiviteler ve sitozol kullanımından sağlanan enerji kadar kardiopulmoner sistemin kapasite ve sınırlarına da bağlı olduğunu belirtmiştir. Anaerobik

eşğin belirlenmesinde laktat eşik ve solunum eşik metotlarının her ikisinin de kullanılabilir olduğu ancak laktat eşğin solunum eşığe sebep olmadığı belirtilmiştir. Bununla beraber laktat eşik ve solunum eşik arasında oksijen kullanımlarındaki benzerlik sebebiyle ilişki bulunduğu şüphesizdir.

Genç ve ark. (1999), solunum eşik ve laktat eşik arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada  $VO_2max$ ' ı  $52.6\pm 6.6$  solunum eşikteki  $VO_2$ ' yi  $27.9\pm 8.2$ , konvansiyonel yöntemle bulunan solunum eşikteki  $VO_2$ ' yi  $41.8\pm 0.4$ , laktat eşikteki mmol değerini  $2.55\pm 0.47$ , laktat eşikteki  $VO_2$ ' yi  $27.9\pm 5.5$  olarak tespit etmişlerdir.

Genç ve ark. (1999), çalışmalarında V-slope yöntemi ile bulunan solunum eşik değeri ile laktat eşik değeri arasında  $r=0.27$ , solunum eşik ve laktat eşikteki oksijen tüketimi arasında  $r=0.20$ , konvansiyonel yöntemle bulunan solunum değeri ve laktat eşik değeri arasında  $r=0.09$  ve konvansiyonel yöntemle bulunan solunum eşikle ile laktat eşikteki oksijen tüketimi arasında  $r=0.50$  oranında ilişki tespit etmişlerdir.

Araştırmamızda; II. Protokolde, RER, V-Slope ve Liner regresyon analizi ile tespit edilen anaerobik eşikteki zaman değişkeninde takip eden korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. RER anaerobik eşik zamanı ile V-Slope anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,781$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik eşik zamanı ile Laktat anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,844$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşik zamanı ile Laktat anaerobik eşik zamanı arasında ( $r=0,772$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

Anaerobik eşikteki zaman değişkeni açısından metotların karşılıklı korelasyonlarının pozitif, çok güçlü ve çok anlamlı tespit edilmesi yukarıda sunulan literatürde desteklenmektedir. Gladden ve ark. (1985), Davis ve ark. (1979), Gren ve ark. (1983), Hoogveen ve Hoogsteen (1999), Grant ve ark. (1997), Genç ve ark. (1999), çalışmalarında benzer sonuçlardan söz etmektedirler. Özellikle sabit laktat konsantrasyonlarındaki eşik değerlerin (2 mmol, 3mmol, 4mmol gibi), solunumsal eşik noktaları ile güçlü korelasyon göstermediği literatürde belirtilmiştir (Davis ve ark. (1983)) ,ancak laktat eğrisindeki lineeritedeki en yüksek farkın solunumsal eşikle korelasyon göstermesi ulaştığımız sonuçlarca da desteklenmektedir.

Araştırmamızda; II.Protokolde, RER, V-Slope ve Liner regresyon analizi ile tespit edilen anaerobik eşikteki hız değişkeninde takip eden korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. RER

anaerobik hız ile V-Slope anaerobik hız arasında ( $r=0,684$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik hız ile Laktat anaerobik hız arasında ( $r=0,843$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik hız ile Laktat anaerobik hız arasında ( $r=0,734$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

Anaerobik eşikteki hız değişkeninde; her üç metodun karşılıklı korelasyonları deneklerin anaerobik eşikteki hız değişkenlerinin önemi açısından dikkate değer sonuç vermiştir. Gren ve ark. (1983) çalışmalarında solunumsal anaerobik eşik ve laktat anaerobik eşik arasındaki ilişkinin rastlantısal olmadığı yönündeki yorumları, Araştırmamızda elde ettiğimiz hız değişkeni korelasyon değerleri ile desteklenmektedir. Sporcuların özellikle dayanıklılık performanslarının gelişmesi açısından anaerobik eşik sınırlarında antrenman programlarına sahip olmaları önerilmektedir. Bu programlarda, sporcuların hangi koşu hızlarında eşik değerlerine ulaştıklarının bilinmesi, fizyolojik adaptasyonlar oluşurken sürantrenman etkilerinden kaçınılmasını sağlayabilecektir.

Araştırmamızda; II. Protokolde, RER, V-Slope ve Liner regresyon analizi ile tespit edilen anaerobik eşikteki kalp atımı değişkeninde takip eden korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. RER anaerobik eşikteki kalp atımı ile V-Slope anaerobik eşikteki kalp atımı arasında ( $r=0,544$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik eşikteki kalp atımı ile Laktat anaerobik eşikteki kalp atımı arasında ( $r=0,519$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşikteki kalp atımı ile Laktat anaerobik eşikteki kalp atımı arasında ( $r=0,557$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Her üç metodun karşılıklı korelasyon değerleri; deneklerin egzersize uyumları ile ilgili en önemli gösterge olan kalp atımında, güçlü ve çok anlamlıdır. Anaerobik eşikte kalp atımının tespiti açısından metotların birini diğerine tercih etmemizi sağlayacak fark oluşmamış her üç metot da kullanılabilir görünmektedir. Uygulamadaki rahatlık açısından noninvasiv metotların tercih edilmesi beklenebilir.

Araştırmamızda; II. Protokolde, RER, V-Slope ve Liner regresyon analizi ile tespit edilen anaerobik eşikteki soluk frekansı değişkeninde takip eden korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. RER anaerobik eşikteki soluk frekansı ile V-Slope anaerobik eşikteki soluk frekansı arasında ( $r=0,707$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik eşikteki soluk frekansı ile Laktat anaerobik eşikteki soluk frekansı arasında ( $r=0,756$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşikteki soluk frekansı ile Laktat anaerobik eşikteki soluk frekansı arasında ( $r=0,615$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Soluk

frekansı değişkeninde elde edilen korelasyon değerleri diğer göstergelerin yanında anaerobik eşik belirleme ile ilgili alternatif bir gösterge olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Araştırmamızda; II. Protokolde, RER, V-Slope ve Liner regresyon analizi ile tespit edilen anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> değişkeninde takip eden korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. RER anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> ile V-Slope anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> arasında ( $r=0,686$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, RER anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> ile Laktat anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> arasında ( $r=0,671$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> ile Laktat anaerobik eşikteki VO<sub>2</sub> arasında ( $r=0,761$ ) pozitif çok güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Araştırmamızda tespit edilen korelasyon değerleri literatürelere paralellik göstermektedir. Edwards ve ark., (2003) çalışmalarında laktat eşiğın solunum eşiğe sebep olmadığını bu eşikler arasında oksijen kullanımı bakımından ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Bu anlamda Araştırmamızda oksijen kullanımı değişkeninde de güçlü korelasyon tespit edilmiştir.

Araştırmamızda; II. Protokolde, RER, V-Slope ve Liner regresyon analizi ile tespit edilen anaerobik eşikteki Laktat değişkeninde takip eden korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. RER anaerobik eşikteki Laktat değişkeni ile V-Slope anaerobik eşikteki Laktat değişkeni arasında ( $r=0,377$ ) pozitif orta ve anlamlı, RER anaerobik eşikteki Laktat değişkeni ile Laktat anaerobik eşikteki Laktat değişkeni arasında ( $r=0,599$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı, V-Slope anaerobik eşikteki Laktat değişkeni ile Laktat anaerobik eşikteki Laktat değişkeni arasında ( $r=0,389$ ) pozitif orta ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Seçilen diğer değişkenlerde olduğu gibi laktat değişkeninde de metotlar arasında farklı düzeyde olmakla birlikte anlamlı korelasyonlar elde edilmiştir. Özellikle RER anaerobik eşik ile Laktat anaerobik eşik arasında laktat değişkeni bakımından güçlü korelasyon tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz korelasyon katsayıları özellikle RER anaerobik eşik ve Laktat anaerobik eşik metodları arasında daha güçlü görünmekte ve bu literatürle paralellik göstermektedir. RER= 1.0 tanımlı anaerobik eşik noktası Solberg ve ark. (2005)'nında belirttiği gibi kan laktat konsantrasyonundan curve linear regresyon ile belirlenen laktat anaerobik eşik değerleri ile karşılaştırılabilir sonuçlar vermiştir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1.Sonuçlar

Ergospirometrik testlerde, anaerobik eşik belirlemek veya  $VO_2max$  ölçmek amacı ile kullanılan artırmalı (incremental) treadmill protokollerinin detayları, ulaşılan  $VO_2max$  değerleri açısından değil, ancak, anaerobik eşik değerler açısından farklılık oluşturmaktadır. Artırmalı protokolde, kan örneği almak amacı ile verilen 30 saniyelik duraklamalar, noninvasiv RER ve V-Slope metotlarla belirlediğimiz gibi, anaerobik eşik değerlerde farklılık yaratmaktadır. Anaerobik eşik belirlemek amacı ile, laktat değerlerinin, invasiv olarak ölçülmesini temel alan, 30 saniye duraklamalı protokollerde bu sonuçlar dikkate alınmalıdır. Elde edilen anaerobik eşik değerlerinin 30 saniyelik duraklamalarla değişime uğradığının unutulmaması, sonuçların, sporcuların gerçek performanslarını yansıtması bakımında çok önemlidir.

Anaerobik eşik belirlemek üzere uyguladığımız, 30 saniye duraklamalar içeren artırmalı protokolde elde edilen verilerin, RER, V-Slope ve Lineer Regresyon Laktat eşik metotları ile analizi sonucunda, noninvasiv RER ve V-slope metotlarının her ikisinin de Lineer Regresyon Laktat eşik metodu ile güçlü korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle RER metodu, bazı değişkenlerde, V-Slope metodundan daha yüksek düzeyde korelasyon göstermiştir. Bu anlamda, RER ve V-Slope noninvasiv yöntemler, ergospirometrik testlerde, laktat konsantrasyon ölçümü gereksizdir, anaerobik eşik belirlemede kullanılabilir, etkin yöntemlerdir.

### 6.2.Öneriler

Araştırmamızın sonuçları göz önüne alındığında, gelecekteki araştırmalar için bazı önerilerde bulunulabilir.

Araştırmamızda, bilgisayar tabanlı anaerobik eşik belirleme metotlarından, RER ve V-Slope metotlarının Laktat eşik ile güçlü korelasyonu tespit edilmiştir. Gelecekteki araştırmalarda, literatürde adı geçen diğer metotlarda farklılık veya korelasyon araştırılabilir.

Araştırmamızda test aracı olarak treadmill kullanılmıştır, gelecekteki araştırmalarda farklı ergometre tipleri kullanılabilir.

Araştırmamız, elit erkek sporcularla gerçekleştirilmiştir. Benzer araştırmalar elit bayan sporcularla veya farklı yaş guruplarında gerçekleştirilebilir.

Araştırmamızda, anaerobik eşik değişkenlerinden, soluk frekansında, dikkat çekici korelasyon değerleri tespit edilmiştir. Gelecekteki çalışmalarda, bu değişkenin, anaerobik eşik belirlemedeki geçerlilik ve gvenilirliği araştırabilir.

## KAYNAKLAR

- Acevedo E. O., Kraemer R. R., Haltom R. W., Tryniecki J. L., (2003), Perceptual Responses Proximal To The Onset Of Blood Lactate Accumulation, Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.Turin:Sep 2003.Vol.43,Iss.3;pg.267,  
[http://gateway.proquest.com/openurl?url\\_ver=Z39.88-2004&res\\_dat=xri:pqd&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&rft\\_dat=xri:pqd:did=000000524601791&svc\\_dat=xri:pqil:fmt=html&req\\_dat=xri:pqil:pq\\_clntid=53663](http://gateway.proquest.com/openurl?url_ver=Z39.88-2004&res_dat=xri:pqd&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&rft_dat=xri:pqd:did=000000524601791&svc_dat=xri:pqil:fmt=html&req_dat=xri:pqil:pq_clntid=53663),  
Minerva Medica Sep 2003
- Akkurt, S.; Yıldız, Y.; Genc, U.; Yagmur, H.; Demir, H.; Kalyon, T.A., (1998), Solunumsal Esik Ve Solunumsal Esikten Sonraki Tukenme Zamani İle Aerobik Ve Anaerobik Kapasite Arasindaki İliiski. / (Relationships Of The Ventilatory Threshold And Post-Ventilatory Threshold Exhaustion Time With Aerobic And Anaerobic Capacities.), Spor hekimligi dergisi/Turkish journal of sports medicine (Izmir); 1998: 33 (3). p. 97-108,
- Almarwaey O.A., (2004), Maximal lactate steady state in trained adolescent runners.  
Source:Journal of sports sciences (London), Feb 2004: 22 (2). p. 215-225  
Publisher:<http://www.tandf.co.uk/journals>  
Database: SPORTDiscus
- Ayabe M., Yahiro T., Ishii K., Kiyonaga A., Shindo M. Tanaka H., (2004), Validity and Usefulness of Simple Assessment of Lactate Theshold in Younger Adults, International Journal of sport and Health Science Vol.2, 84-88, 2004, <http://wwwsoc.nii.ac.jp/jspe3/index.htm>

- Beaver W.L, Wasserman K, Whipp B.J., (1985), Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *Journal of Applied Physiology* **59**, 1936-1940.
- Beneke R., (2002), Maximal Lactate Steady State Concentration (MLSS): Experimental And Modelling Approaches, *Eur J Appl Physiol* (2003) 88: 361–369, Accepted: 13 August 2002 / Published online: 30 October 2002 - Springer-Verlag 2002
- Beneke, R., (2003), Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. *Medicine and science in sports and exercise* (Hagerstown, Md.), Sept 2003: 35 (9). p. 1626-1630  
 Publisher:<http://www.wwilkins.com>  
<http://search.epnet.com/login.aspx?direct=true&db=sph&an=S-912987>  
 Database: SPORTDiscus
- Billat VL, Hill DW, Pinoteau J, Petit B, Koralsztein JP., (1996), Effect Of Protocol On Determination Of Velocity At VO<sub>2</sub> Max And On Its Time To Exhaustion, *Arch Physiol Biochem.* 1996;104(3):313-21, PMID: 8793023 (PubMed - indexed for MEDLINE)
- Billat V; Bernard O; Pinoteau J; Petit B; Koralsztein JP, (1994), Time To Exhaustion At VO<sub>2</sub>max And Lactate Steady State Velocity In Sub Elite Long-Distance Runners, *Archives internationales de physiologie, de biochimie et de biophysique* (Arch Int Physiol Biochim Biophys) 1994 May-Jun; 102 (3), pp.215-9, DatabaseMEDLINE,  
<http://search.epnet.com/direct.asp?an=8000045&db=cmedm&tg=PM>
- Bird S. R., Theakston S. C., Owen A., Nevill A. M., (2003), Characteristics Associated With 10-km Running Performance Among a Group Of Highly Trained Male Endurance Runners Age 21-63 Years, *Journal of Aging and*

Physical Activity, 2003, 11, 333-350 © Human Kinetics Publishers, Inc,  
Copyring©2003 Ebsco Pulishing

Bishop D., (1999), Reliability And Validity Of Portable Lactate Analysers?,  
<http://www.ausport.gov.au/fulltext/1999/triathlon/fullproceedings.pdf>

Bosquet, L., Léger, L., Legro, P., (2002), Methods to Determine Aerobic Endurance,  
Sports Med 2002; 32 (11): 675-700

Buckley, J.D.; Bourdon, P.C.; Woolford, S.M., (2003), Effect of measuring blood  
lactate concentrations using different automated lactate analysers on blood  
lactate transition thresholds, Journal of science and medicine in sport  
(Belconnen, A.C.T.); Dec 2003: 6 (4). p. 408-421, Database SPORTDiscus,  
<http://search.epnet.com/direct.asp?an=S-923871&db=sph>

Bunc, V., Heller, J., (1992), Comparison of two methods on noninvasive anaerobic  
threshold determination in middle aged men Sportsmedicine, training and  
rehabilitation,(NewYork)1992:3(2),p.8684,  
<http://search.epnet.com/login.aspx?direct=true&db=sph&an=321553>,  
Database:SPORTDiscus

Brown A. M. R., Frontera W. R., (1998), Achievement Of Plateau And Reliability Of  
VO<sub>2</sub>max In Trained Adolescents Tested With Different Ergometers,  
Pediatric Exercise Science, 1998, 10 164-175©1998 Human Kinetics  
Puublishers, inc.

Calvo F., Chicharro J.L., Bandres F., Lucia A., Perez M., Alvarez J., Mojares L.L.,  
Vaquero A.F., Legido J.C., (1997), Anaerobic threshold determination with  
analysis of salivary amylase. Canadian journal of applied physiology/Revue  
canadienne de physiologie appliquee (Champaign, Ill.), Dec/dec 1997: 22  
(6). p. 553-561

Publisher:<http://www.humankinetics.com/>

<http://search.epnet.com/login.aspx?direct=true&db=sph&an=459280>

Database: SPORTDiscus

Carey D. G., Richardson M. T., (2003), Can Aerobic And Anaerobic Power Be Measured In A 60-Second Maximal Test?, Received: 29 July 2003 / Accepted: 12 October 2003 / Published (online): 01 December 2003, ©Journal of Sports Science and Medicine (2003) 2, 151-157, <http://www.jssm.org>

Carter H., Jones A. M., Jonathan H., (1999), Effect Of 6 Weeks Of Endurance Training On The Lactate Minimum Speed, Journal of Sports Sciences, 1999, 17, 957± 967 Journal of Sports Sciences ISSN 0264-041 4 print/ISSN 1466-447X online  
Accepted 5 August 1999

Carter H., Jones M. A., Doust J. H., (2000), Changes In Blood Lactate And Pyruvate Concentrations And The Lactate-To-Pyruvate Ratio During The Lactate Minimum Speed Test, Journal of Sports Sciences, 2000, 18, 213± 225, Accepted 5 December 1999

Carter H., Jones A.M., Doust J.H., (1999), Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. Medicine and science in sports and exercise (Baltimore, Md.),  
June 1999: 31 (6). p. 837-845  
Publisher:<http://www.wwilkins.com>  
Database: SPORTDiscus

Chan D., (1999), Soccer Fitness Testing, Exercise Physiology 652 (1999)  
Assignment:[http://physiotherapy.curtin.edu.au/community/educational\\_resources/ep652\\_99/soccer.html#anaerobic](http://physiotherapy.curtin.edu.au/community/educational_resources/ep652_99/soccer.html#anaerobic)

Chicharro J.L., Perez M., Vaquero A.F., Lucia A., Legido J.C., (1997), Lactic threshold vs ventilatory threshold during a ramp test on a cycle ergometer. Journal of sports medicine and physical fitness (Torino), June 1997: 37 (2). p. 117-121  
Publisher:<http://www.minervamedica.it>  
Publication Year:1997  
Database: SPORTDiscus

Coen B, Urhausen A, Kindermann W., (2001), Individual anaerobic threshold: methodological aspects of its assessment in running, PMID: 11258646 (PubMed - indexed for MEDLINE)

Crouter S, Foster C, Esten P, Brice G, Porcari JP., (2001), Comparison Of Incremental Treadmill Exercise And Free Range Running, Med Sci Sports Exerc. 2001 Apr;33(4):644-7, PMID: 11283442 (PubMed - indexed for MEDLINE)

Dantas De Lucas R., Rocha R., Burini R.C., Coelho Greco C., (2003), The Lactate Minimum Test protocol provides valid measures of cycle ergometer VO<sub>2</sub> peak, Journal of sports medicine and physical fitness (Torino); Sept 2003: 43(3).p.279-284,  
Database: SPORTDiscus,  
<http://search.epnet.com/direct.asp?an=S-923610&db=sph>

Davis J. A., Vodak P., Wilmore J. H., Vodak J., Kurtz P., (1979), Anaerobic Threshold And Maximal Aerobic Power For Three Modes Of Exercise, Journal of Applied Physiology, Vol 46, Issue 6 1039-1046, Copyright © 1979 by American Physiological Society

Davis J. A., Storer T. W., Caiozzo V. J., (1997), Prediction Of Normal Values For Lactate Threshold Estimated By Gas Exchange In Men And Women,

Accepted: 13 February 1997, Eur J Appl Physiol (1997) 76: 157±164  
Springer-Verlag 1997

Davis JA., Caiozzo VJ., Lamarra N., Ellis JF., Vandagriff R., Prietto CA., McMaster WC., Does The Gas Exchange Anaerobic Threshold Occur At A Fixed Blood Lactate Concentration Of 2 Or 4 Mm? International journal of sports medicine [Int J Sports Med] 1983 May; 4 (2), pp. 89-93,  
Database: MEDLINE

Draper S. B., Wood D. M., (2005), The  $\dot{V}O_2$  Response For An Exhaustive Treadmill Run At 800-M Pace:A Breath-By-Breath Analysis  
Eur J Appl Physiol (2005) 93: 381–389 DOI 10.1007/s00421-004-1278-z  
Accepted: 4 February 2004 / Published online: 23 November 2004  
Springer-Verlag 2004

Edwards A.M., Clark N., Macfadyen A.M., (2002), Lactate And Ventilatory Thresholds Reflect The Training Status Of Professional Soccer Players Where Maximum Aerobic Power Is Unchanged, Received: 21 November 2002 / Accepted: 15 January 2003 / Published (online): 01 March 2003,  
©Journal of Sports Science and Medicine (2003) 2, 23-29,

Ertat A., Özgürbüz C., İşlegen Ç., Karamızrak O., (1998), Spor akademisi erkek öğrencilerde bazı solunum parametrelerinin  $\dot{V}O_{2max}$  ve 4.0 mmol/l laktat eşliğindeki  $\dot{V}O_2$  ile ilişkisi  
Spor Hekimliği Dergisi, Cilt: 33, S. 15-20, 1998

Forsyth J. J., Farrally M. R., (2000), A Comparison Of Lactate Concentration In Plasma Collected From The Toe, Ear, And Fingertip After A Simulated Rowing Exercise, Br. J. Sports Med. 2000;34;35-38, Downloaded from [bjsm.bmjournals.com](http://bjsm.bmjournals.com) on 26 May 2005



Foxdal, P., (1992), The predictive value of long distance running capacity using blood lactate measurements. Conference: International Course on Physiological Chemistry of Exercise and Training (4th : 1992 : Lisboa). Motricidade humana/Portuguese journal of human performance studies (Lisboa), July 1992/June 1993: 8/9 (2/1). p. 23-30  
Database: SPORTDiscus

Franchini E., Takito M. Y., Nakamura F. Y., Matsushigue K. A., Peduti Dal Molin KISS M. A., (2003), Effects Of Recovery Type After A Judo Combat On Blood Lactate Removal And On Performance İn An İntremittent Anaerobic Task, Journal of Sports Medicine and Physical Fitness; Dec 2003; 43, 4; ProQuest Medical Library pg. 424,

Genç Ü., S. Akkurt, T. Aydın, Y. Yıldız, H. Yağmur, T. A. Kalyon, (1999) Solunumsal eşik ve laktat eşığı arasındaki ilişki  
Spor Hekimliği Dergisi, Cilt: 34, S. 37-45, 1999

Gladden L.B., Yates J.W., Stremel R.W., Stamford B.A., (1985), Gas exchange and lactate anaerobic thresholds: inter- and intraevaluator agreement. Journal of applied physiology Bethesda, Md.), Jun 1985: 58 (6). p. 2082-2089  
Publisher:<http://www.jap.org>  
<http://search.epnet.com/login.aspx?direct=true&db=sph&an=168673>  
Database: SPORTDiscus

Grant S., Craig I., Wilson J., Aitchison T., (1997), The relationship between 3 km running performance and selected physiological variables, Journal of Sports Sciences, 1997, 15, 403-410, Accepted 22 January 1997

Grant S., K. Mcmillan, J. Newell, L. Wood, S. Keatley, D. Simpson, K. Leslie, S. Fairlie, Clark, (2002), Reproducibility Of The Blood Lactate Threshold, 4 Mmol $\l$ -1 Marker, Heart Rate And Ratings Of Perceived Exertion During

Incremental Treadmill Exercise In Humans, Eur J Appl Physiol (2002) 87: 159–166, DOI 10.1007/s00421-002-0608-2, Accepted: 15 February 2002 / Published online: 18 April 2002\_ Springer-Verlag

Green H. J., Hughson R. L., Orr G. W., Ranney D. A. (1983), Anaerobic Threshold, Blood Lactate, And Muscle Metabolites In Progressive Exercise, Journal of Applied Physiology, Vol 54, Issue 4 1032-1038, Copyright © 1983 by American Physiological Society

Held T, Marti B., (1999), Substantial Influence Of Level Of Endurance Capacity On The Association Of Perceived Exertion With Blood Lactate Accumulation, Int J Sports Med. 1999 Jan;20(1):34-9, PMID: 10090459 (PubMed - indexed for MEDLINE

Hill DW., Williams CS., Burt SE., (1997), Responses To Exercise At 92% And 100% Of The Velocity Associated With *VO2max*, International journal of sports medicine (Int J Sports Med) 1997 Jul; 18 (5), pp. 325-9, Database MEDLINE,  
<http://search.epnet.com/direct.asp?an=9298771&db=cmedm&tg=PM>

Hoogeveen AR., Hoogsteen GS., The Ventilatory Threshold, Heart Rate, And Endurance Performance: Relationships In Elite Cyclists, Sint Joseph Hospital, Veldhoven, The Netherlands., Int J Sports Med. 1999 Feb;20(2):114-7., PubMed - indexed for MEDLINE  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list\\_uids=10190772&dopt=Abstract](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=10190772&dopt=Abstract)

Jones A. M., Doust J. H., (1997), Assessment Of The Lactate And Ventilatory Thresholds By Breathing Frequency In Runners, Journal Of Sports Sciences, 1998, 16, 667± 675, Accepted 22 August 1997

- Jones A. M., Jonathan H. Doust, (1997), The Conconi test is not valid for estimation of the lactate turnpoint in runners, Accepted 16 October 1996, Journal of Sports Sciences, 1997, 15, 385-394
- Jones AM, Carter H, Doust JH., (1999), A Disproportionate Increase In VO<sub>2</sub> Coincident With Lactate Threshold During Treadmill Exercise, Med Sci Sports Exerc. 1999 Sep;31(9):1299-306, PMID: 10487372 (PubMed - indexed for MEDLINE)
- Jones A. M., Campbell I. T., Pringle J. S. M., (2003), Influence Of Muscle Fibre Type And Pedal Rate On The VO<sub>2</sub>-Work Rate Slope During Ramp Exercise, Accepted: 20 August 2003 / Published online: 18 October 2003 Springer-Verlag 2003
- Joyner M. J., (2003), VO<sub>2</sub>MAX, Blood Doping, And Erythropoietin, Br J Sports Med 2003;37:190–191, 3rd Asia Pacific Forum on Quality Improvement in Health Care, 3–5 September 2003, Auckland, New Zealand, [www.bjsportmed.com](http://www.bjsportmed.com)
- Kalinski M. I., Norkowski H., Kerner M. S., Tkaczuk W. G., (2002), Anaerobic Power Characteristics of Elite Athletes in National Level Team-Sport Games, European Journal of Sport Science, vol. 2, issue 3 ©2002 by Human Kinetics Publishers and the European College of Sport Science, Copyring ©2002 Ebsco Publishing
- 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, Eur J Appl Physiol (2001) 84:291-295 DOI 10.1007/s004210000366  
Accepted 6 November 2000/ Published online: 23 February 2001  
©Springer Verlag

Kemi O. J., Hoff J., Engen L. C., Helgerud J., Wisloff U., Soccer Specific Testing Of Maximal Oxygen Uptake Journal of Sports Medicine and Physical Fitness; Jun 2003; 43, 2; ProQuest Medical Library pg. 139

Kara M., Gökbel H., (1994), Anaerobik Eşik Ve Önemi Spor Hekimliği Dergisi, Cilt: 29, S. 161-175, 1994

Kuipers H, Rietjens G, Verstappen F, Schoenmakers H, Hofman G., (2003), Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables, Int J Sports Med. 2003 Oct;24(7):486-91, PMID: 12968205 (PubMed - indexed for MEDLINE)

Lucas R. D. D., Rocha R., Burini R. C., Greco C. C., Denadai B S, (2003), The Lactate Minimum Test Protocol Provides Valid Measures Of Cycle Ergometer VO<sub>2</sub> Peak, Journal of Sports Medicine and Physical Fitness; Sep 2003; 43, 3; ProQuest Medical Library pg. 279

Londeree, B.R., (1997), Effect Of Training On Lactate/Ventilatory Thresholds: A Meta-Analysis, Medicine and science in sports and exercise (Baltimore, Md.); June 1997: 29 (6). p. 837-843, Database: SPORTDiscus

Meyer J. T., Welter P., Scharhag J., Kindermann W., (2003), Maximal oxygen uptake during field running does not exceed that measured during treadmill exercise, Eur J Appl Physiol (2003) 88: 387–389, Accepted: 29 August 2002 / Published online: 7 November 2002 - Springer-Verlag 2002

McIntyre M. C., Hall M., (2005), Physiological profile in relation to playing position of elite college Gaelic footballers, Br. J. Sports Med. 2005;39;264-266, Sports Medicine <http://www.bmjournals.com/cgi/reprintform>

Millet G. P., Dréano P., Bentley D. J. , (2002), Physiological Characteristics Of Elite Short- And Long-Distance Triathletes, Accepted: 23 September 2002 / Published online: 19 November 2002\_ Springer-Verlag 2002

Myers J., Ashley E., (1997), Dangerous curves. A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold, Chest, Vol 111, 787-795, Copyright © 1997 by American College of Chest Physicians

Ozcelik O., Kelestimur H., (2004), Effects Of Acute Hypoxia On The Determination Of Anaerobic Threshold Using the Heart Rate-Work Rate Relationships During Incremental Exercise Tests, Physiol. Res. 53: 45-51, 2004, Received December 10, 2002, Accepted March 31, 2003, [http://www.biomed.cas.cz/physiolres/pdf/2004/53\\_45.pdf](http://www.biomed.cas.cz/physiolres/pdf/2004/53_45.pdf)

Özçelik Oğuz K., Ayar H., (2004), Egzersiz Protokolünün Kalp Atım Hızı-İş Gücü İlişkisine Dayanan Anaerobik Eşik Hesaplanmasına Etkisi  
Fırat Tıp Dergisi 2004;9(2): 40-44  
[www.firattipdergisi.com](http://www.firattipdergisi.com)

Özgürbüz C., Jung K., Durusoy F., (1998), Anaerobik eşik tayini için 4.0 mmol/l laktat ve respiratuar oran (RQ) yöntemlerinin karşılaştırılması  
Spor Hekimliği Dergisi, Cilt: 33, S. 53-56, 1998

Perrey S., Candau R., Borani F., Millet G. Y., Rouillon J D., (2002), Recovery kinetics of oxygen uptake following sever-intensity exercise in runners, Journal of Sports Medicine and Physical Fitness; Dec 2002; 42, 4; ProQuest Medical Library, pg. 381

Powers, S.K.; Dodd, S.; Garner, R., (1984), Precision Of Ventilatory And Gas Exchange Alterations As A Predictor Of The Anaerobic Threshold, European journal of

applied physiology and occupational physiology (Heidelberg) 52(2), Jan 1984,  
173-177, Database Sportdiscus

Pfizinger P., Freedson P.S., (1998), The reliability of lactate measurements during  
exercise. International journal of sports medicine (Stuttgart), July 1998: 19  
(5). p. 349-357

Publisher:<http://www.thieme.com>

Database: SPORTDiscus

Pu, J., (1987), Relationship Between Ventilatory Threshold, Lactate Threshold And Blood  
Gas, Chinese journal of sports medicine (Beijing); 1987: 6 (4). p. 203-209,  
Database Sportdiscus

Pyne D.B., Baker M.S., Telford R.D., Weidemann M., (1997), A treadmill protocol  
to investigate independently the metabolic and mechanical stress of exercise.  
Australian journal of science and medicine in sport (Belconnen, A.C.T.),  
Sept 1997: 29 (3). p. 77-82

Database: SPORTDiscus

Robergs R.A., Chwalbinska Moneta J., Mitchell J.B., Pascoe D.D., Houmard J.,  
Costill D.L., (1990), Blood lactate threshold differences between  
arterialized and venous blood.

International journal of sports medicine (Stuttgart, FRG),

Dec 1990: 11 (6). p. 446-451

<http://search.epnet.com/login.aspx?direct=true&db=sph&an=267639>

Database: SPORTDiscus

Robergs R. A., Ghiasvand F., Burns S., Astorino T. A., Marks. D. W., (1999),  
Determination Of Lactate Threshold Using Three Different VO<sub>2</sub>max  
Protocols, American Society of Exercise Physiologists 2nd Annual  
Meeting, 1999

- Santos E. L., Neto A. G., (2004), Comparison Of Computerized Methods For Detecting The Ventilatory Thresholds, *Eur J Appl Physiol* (2004) 93: 315–324, Accepted: 11 May 2004 / Published online: 3 September 2004 Springer-Verlag 2004
- Sato I, Matsumura N, Nishijima H, Yasuda H., (1989), Relation Between Anaerobic Threshold And Maximal Oxygen Consumption During Graded Treadmill Exercise, *J Cardiol.* 1989 Mar;19(1):257-62., PMID: 2810044 [PubMed indexed for MEDLINE]
- Schmid A., Huonker M., Aramendi J. F., Klüppel E., Barturen J. M., Grathwohl D., (1998), Heart Rate Deflection Compared To 4 Mmol L<sup>-1</sup> Lactate Threshold During Incremental Exercise And To Lactate During Steady-State Exercise On An Arm-Cranking Ergometer In Paraplegic Athletes, Accepted: 9 February 1998, *Eur J Appl Physiol* (1998) 78: 177±182 Ó Springer-Verlag 1998
- Smekal G. - Duvillard S. P. V., Pokan R., Tschan H., Baron R., Hofmann P., Wonisch M., Bachl N, (2003), Changes in blood lactate and respiratory gas Exchange measures in sports with discontinuous load profiles, *Eur J Appl Physiol* (2003) 89: 489–495, Accepted: 17 February 2003 / Published online: 24 April 2003- Springer-Verlag 2003
- Smith T. P., Coombes Jeff S., Geraghty D. P. (2003), Optimising High-Intensity Treadmill Training Using The Running Speed At Maximal O<sub>2</sub> Uptake And The Time For Which This Can Be Maintained, Accepted: 16 January 2003 / Published online: 25 March 2003\_ Springer-Verlag 2003
- Solberg G., Robstad B., Skjønsberg Ole H, Borchsenius F., (2004), Respiratory Gas Exchange Indices For Estimating The Anaerobic Threshold

Received: 05 October 2004 / Accepted: 16 December 2004 / Published  
(online): 01 March 2005

Journal of Sports Science and Medicine (2005) 4, 29-36

<http://www.jssm.org>

Spurway NC., (1992), Aerobic Exercise, Anaerobic Exercise And The Lactate Threshold, British Medical Bulletin, Vol 48, Issue 3 569-591, Copyright © 1992 by Oxford University Press

Svedahl K., MacIntosh B.R., (2003), Anaerobic Threshold: The Concept And Methods Of Measurement, Can. J. Appl. Physiol., 28 (2): 299- 323, © 2003, Canadian Society for Exercise Physiology.

Şekir U , Özyener F., Gür H., (2002), Effect Of Time Of Day On The Relationship Between Lactate And Ventilatory Thresholds: A Brief, Received: 14 May 2002 / Accepted: 22 September 2002 / Published (online): 01 December 2002, ©Journal of Sports Science and Medicine (2002) 1, 136-140

Tokmakidis, S.; Lagar, L., (1995), Could The Fixed Blood Lactate Points Represent The Threshold And Correlate Well With Performance? / I Livelli Fissi Del Lattato Ematico Possono Rappresentare La Soglia E Correlarsi Con La Prestazione?, Coaching and sport science journal (Rome); Mar 1995: 1 (2). p. 19-24, Database SPORTDiscus

Tokmakidis S.P.,(1995), Lactic acid does not induce muscle fatigue.

Exercise & society journal of sport science (Komotini), 1995: (10). p. 30-40

Database: SPORTDiscus

Tiryaki, G., (2002), Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, Ata Ofset Matbaacılık, Ağustos, Bolu 2002, S: 3,4,8



- Usaj A, Starc V., (1996), Blood Ph And Lactate Kinetics In The Assessment Of Running Endurance, *Int J Sports Med.* 1996 Jan;17(1):34-40. PMID: 8775574 (PubMed - indexed for MEDLINE)
- Uth N., Sørensen H., Overgaard K., Pedersen P. K., (2003), Estimation of  $O_{2max}$  from the ratio between  $HR_{max}$  and  $HR_{rest}$  – the Heart Rate Ratio Method, Accepted: 10 September 2003 Published online: 18 November 2003, *European Journal of Applied Physiology*© Springer-Verlag 2003, *Eur J Appl Physiol* (2005) 93: 508–509, DOI 10.1007/s00421-004-1268-1
- Vachon J. A., Bassett D. R. Jr., Clarke S. (1999), Validity Of The Heart Rate Deflection Point As A Predictor Of Lactate Threshold During Running, *Journal of Applied Physiology* 87:452, Downloaded from [jap.physiology.org](http://jap.physiology.org) on May 23, 2005
- Weltman A., Snead D., Stein P., Seip R., Schurrer R., Rutt R., Weltman J., (1990), Reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations, and  $VO_{2max}$ .  
*J. International journal of sports medicine* (Stuttgart), Feb 1990: 11 (1). p. 26-32  
Publisher:<http://www.thieme.com>  
Database: Sportdiscus
- Weltman A., Snead D., Stein P., Seip R., Schurrer R., Weltman J., Rutt R., Rogol A., (1990), Percentages of maximal heart rate, heart rate reserve and  $VO_{2max}$  for determining endurance training intensity in male runners.  
*International journal of sports medicine* (Stuttgart), June 1990: 11 (3). p. 218-222  
Publisher:<http://www.thieme.com>  
Database: SPORTDiscus

www.brianmac.demon.co.uk, 2005

Yıldız, Y.; Akkurt, S.; Genc, U.; Yagmur, H.; Kalyon, T.A., (1998), Laktat esigi sonrasi kullanan enerji miktari ile anaerobik kapasite arasindaki iliski. (Relationship between energy used following lactate threshold and anaerobic capacity.), Spor hekimligi dergisi/Turkish journal of sports medicine (Izmir); 1998: 33 (4). p. 163-172, Publication Year: 1998

Zoladz J. A., Szkutnik Z., Joanna M., Duda K., (1998), Detection Of The Change Point In Oxygen Uptake During An Incremental Exercise Test Using Recursive Residuals: Relationship To The Plasma Lactate Accumulation And Blood Acid Base Balance, Eur J Appl Physiol (1998) 78: 369±377 Springer-Verlag 1998, Accepted: 25 March 1998

Zhou S., Weston Shane B., (1997), Reliability of using the D-max method to define physiological responses to incremental exercise testing  
Physiol. Meas. 18 145-154  
Received 2 September 1996, in final form 2 February 1997 Print  
publication: Issue 2 (May 1997)

## ÖZGEÇMİŞ

10/10/1972' de Kayseri' de doğdu. Lisans eğitimini Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu Öğretmenlik Bölümü'nde tamamladı (1994-1998). 1999 - 2001 yıllarında İstanbul' da beden eğitimi öğretmeni olarak görev yaptı. 1999 yılında Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü' de yüksek lisans eğitimine, ardından 2001 yılında aynı üniversitede araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen bu görevine devam etmektedir.