

T.C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANAEROBİK EŞİK BELİRLEMEDE YAYGIN OLARAK  
KULLANILAN YÖNTEMLERİN KORELASYONU**

Bahar ÖZGÜR

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

KOCAELİ - 2009

T.C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANAEROBİK EŞİK BELİRLEMEDE YAYGIN OLARAK  
KULLANILAN YÖNTEMLERİN KORELASYONU**

Bahar ÖZGÜR

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

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Yavuz TAŞKIRAN

KOCAELİ – 2009

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

İşbu çalışma, jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalında  
DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

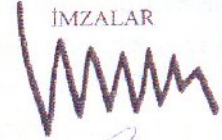
Başkan Unvanı Adı SOYADI İMZA  
Prof. Dr. Yavuz TAŞKIRAN

Üye Unvanı Adı SOYADI İMZA  
Yrd. Doç. Dr. Zeliye BAŞARAN

Üye Unvanı Adı SOYADI İMZA  
Yrd. Doç. Dr. Nalan SUVA

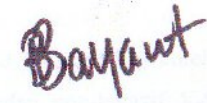
Üye Unvanı Adı SOYADI İMZA  
Yrd. Doç. Dr. Bekir BAYAZIT

Üye Unvanı Adı SOYADI İMZA  
Yrd. Doç. Dr. Deniz DEMİRÇİ

İMZALAR  










ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

.../.../2009

  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Bu çalışmada, AE belirlemek için sık kullanılan, 5 non-invazif solunum göstergesi ve 9 invazif laktat göstergesi, 8 farklı değişkenle ifade edilmiş ve metotların değişkenler açısından korelasyonları araştırılmıştır. Çalışmada ondokuz sağlıklı ve antrenmanlı futbolcu denek grubunu oluşturmuştur. Deneklere artırmalı koşubandı testi uygulanmıştır. Solunum gazları breath-by-breath ölçülmüş, her üç dakikada kapiller kan örneği alınmıştır. Laktat Eşik; OBLA (4mmol/l), Curvelineer Regresyon Analizi ( $LE_{CrV}$ ), Log-Log, Dmax, Modifiye Dmax, Adapt,  $LE_{La-E}$  ve sabit laktat konsantrasyonları (3,5 ve 3,0 mmol/l) ile belirlenmiştir. Solunum eşik, RER, V-Slope,  $EqO_2$  ( $VE/VO_2$ ), VE ve  $VCO_2$  ile belirlenmiştir. AE'nin ifade edilmesinde; hız(iş yükü), soluk frekansı,  $VO_2$ ,  $MaxVO_2$ , %  $MaxVO_2$ , laktat, kalp atımı ve zaman değişkenleri kullanılmıştır. Non-invazif ve invazif metotlarda; soluk frekansı, kalp atımı ve laktat değişkenleri ile ifade edilen AE'lerde yüksek korelasyonlar tespit edilmiştir. Soluk Frekansı değişkeninde V-Slope ve  $LE_{CrV}$  yöntemleri arasında ( $r=0,954$ ,  $p<0,01$ ), kalp atımı değişkeninde  $LE_{CrV}$  ve RER yöntemleri arasında ( $r=0,858$ ,  $p<0,01$ ) ve  $LE_{CrV}$  ve  $EQO_2$  yöntemleri arasında ( $r=0,858$ ,  $p<0,01$ ), laktat değişkeninde  $LE_{CrV}$  ve V-Slope yöntemleri arasında ( $r=0,719$ ,  $p<0,01$ ) korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar, belirtilen değişkenler açısından non-invazif V-Slope, RER,  $EQO_2$  ve invazif  $LE_{CrV}$  metotlarında yüksek korelasyon ortaya koymuştur.

**Anahtar kelimeler:** Anaerobik Eşik, Non-invazif, İnvazif, Laktat

## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the correlation between 9 invasive lactate indices and 5 non-invasive ventilatory and gas exchange indices which were expressed as 8 different variables. Nineteen well-trained subjects have participated in this study. Subjects went through an incremental treadmill test. Respiratory gases were measured breath-by-breath and capillary blood samples were drawn every third minute. Ventilatory thresholds were automatically detected based on RER, V-slope. VT was also detected from nonlinear increases of VE and VCO<sub>2</sub> using curvilinear regression and independently by visual inspections of a systematic increase in VE/VO<sub>2</sub> without a concomitant increase in VE/VCO<sub>2</sub> by two experienced investigators. Lactate thresholds were detected based on OBLA (4mmol/l), Curvilinear Regression Analysis (LE<sub>CrV</sub>), Log-Log, Dmax, Modified Dmax, Adapt, LE<sub>La-E</sub> (Lactate-E software) and fixed lactate concentrations 3,5 mmol and 3,0 mmol. Ventilatory and Lactate thresholds were expressed as VO<sub>2</sub>, MaxVO<sub>2</sub>, % MaxVO<sub>2</sub>, speed, time (t), lactate (La), heart rate(HR) and breath frequency (BF). Significant correlations were found between invasive lactate indices and non-invasive ventilatory and gas exchange indices where anaerobic thresholds were expressed as BF, HR and La. Where AT was expressed as BF, V-Slope and LE<sub>CrV</sub> indices were significantly correlated ( $r=0,954$ ,  $p<0,01$ ). Where AT was expressed as HR, LE<sub>CrV</sub> and RER indices ( $r=0,858$ ,  $p<0,01$ ) and LE<sub>CrV</sub> and EQO<sub>2</sub> indices were significantly correlated. Where AT was expressed as La, LE<sub>CrV</sub> and V-Slope indices were significantly correlated. The results of this study suggest that when anaerobic thresholds is expressed as BF, HR and La, non-invasive V-Slope, RER and EQO<sub>2</sub> indices are highly correlated with LE<sub>CrV</sub> indice.

**Keywords:** Anaerobic Threshold, Non-invasive, Invasive, Lactate

## TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamı yöneten sayın Prof. Dr. Yavuz TAŞKIRAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Marmara Üniversitesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Nalan SUNA' ya teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez çalışmamın değişik aşamalarında katkı ve yardımlarından dolayı, Yrd. Doç. Dr. İsmet Şahin'e, Öğr. Gör. Gökalp GÜREL'e, Okt. Ayla DEMİRDİZEN'e Spor Yöneticisi Ata Bora BAŞAR'a, Ali MUMCU' ya, başta Necati ORANLI olmak üzere Behçet SARI ve Türkmed Sağlık Hizmetleri Ltd. Şti. çalışanlarına ve Hecettpe Üniversitesi Spor Bilimleri Teknolojisi Yüksekokulu Araş. Gör. Sinem HAZIR' a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama önemli katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR'e, Endüstri Mühendisi E.Banu ÖZGÜR'e, ve sonsuz sevgi ve desteklerinden dolayı aileme teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa No</b>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
RESİMLER DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1.ENERJİ SİSTEMLERİ	6
2.1.1. Aerobik Metabolizma	6
2.1.2. Anaerobik Metabolizma	6
2.2. MAKSİMUM OKSİJEN KULLANIMI ( $\dot{V}O_2\max$ )	7
2.3. LAKTAT	9
2.4. LAKTAT EŞİK (ANAEROBİK EŞİK)	10
2.4.1. MLSS (Maksimal Laktat Denge Durumu)	16
2.4.2. Bireysel Anaerobik Eşik	17
2.4.3. OBLA	17
2.5. SOLUNUMSAL EŞİK (SE)	17
2.5.1. Solunumsal Eşik Ölçüm Metotları	19
2.5.1.1. V-Slope	19
2.5.1.2. RER	20
2.5.1.3. Solunum Eşdeğer Metodu ( $VE/\dot{V}O_2$ )	21
2.5.1.4. $VE/VCO_2$	21
2.5.1.5. Dmax	21
2.5.1.6. VE	22
2.5.1.7. $VCO_2$	22

6.6.KAN LAKTAT DEĞİŞİMİNİN SINIFLANDIRILMASININ TERMİNOLOJİSİ	23
2.7. ARTIRMALI EGZERSİZ PROTOKOLLERİ	26
3. MATERYAL METOT	27
3.1. ARAŞTIRMA GURUBU	27
3.2. DENEYSEL DİZAYN	28
3.3. TEST VE ÖLÇÜMLER	28
3.3.1. Boy Ölçümü	28
3.3.2. Vücut Ağırlığı	29
3.3.3. Vücut Yağ Oranı	29
3.3.4. Alıştırma Seansı	29
3.3.5. Artırmalı (Incremental) Treadmill Protokolü	29
3.3.6. Metabolik (Ergospirometrik) Ölçüm	30
3.3.6.1. MaxVO <sub>2</sub> Ölçümü	32
3.3.6.2. Anaerobik Eşik Tespiti	32
3.3.7. Laktat Konsantrasyon Ölçümü	37
3.4. İSTATİSTİK ANALİZ	38
4. BULGULAR	39
5. TARTIŞMA	69
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	102
6.1 Sonuçlar	102
6.2 Öneriler	103
KAYNAKLAR	104
ÖZGEÇMİŞ	117



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>VYY</b>	: Vücut Yağ Yüzdesi
<b>TZ</b>	: Tükenme Zamanı
<b>LE</b>	: Laktat Eşik
<b>LA</b>	: Laktat
<b>AE</b>	: Anaerobik Eşik
<b>SE</b>	: Solunum Eşik
<b><math>\Delta 1</math> mmol</b>	: Dinlenik Seviyeden 1 mmol Fazla Olan Kan Laktat Değeri
<b>LSI</b>	: Laktat Eğri Göstergesi
<b>VE</b>	: Dakika Solunum Hacmi
<b>R</b>	: Solunun Değişim Oranı
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>RER</b>	: (Respiratory Exchange Ratio) Solunum Değişim Oranı
<b>V-Slope</b>	: Solunum Eşik Belirleme Yöntemi
<b>mmol/</b>	: Milimol
<b>l</b>	: Litre
<b>O<sub>2</sub></b>	: Oksijen
<b>EQO<sub>2</sub></b>	: Oksijen Eşdeğeri
<b>VO<sub>2</sub>max</b>	: Maksimum Oksijen Kullanımı
<b>OBLA</b>	: (Onset Of Blood Lactate Accumulation) Kan Laktat Birikim Başlangıcı
<b>MLSS</b>	: (Maximal lactate Steady State) Maksimum Laktat (Durağan) Sabit Hali
<b>gr</b>	: Gram
<b>dk</b>	: Dakika
<b>sn</b>	: Saniye
<b>ms</b>	: Milisaniye
<b>KA</b>	: Kalp atımı
<b>RK</b>	: Respiratuar Kompensasyon
<b>ST</b>	: Yavaş Kasılan Kas Tipi
<b>KA(AE)</b>	: Anaerobik eşikteki kalp atımı

<b>SF</b>	: Soluk Frekansı
<b>SF(AE)</b>	: Anaerobik Eşikteki Soluk Frekansı
<b>VO<sub>2</sub>(AE)</b>	: Anaerobik Eşikteki VO <sub>2</sub>
<b>MaxVO<sub>2</sub>(AE)</b>	: Anaerobik Eşikteki MAXVO <sub>2</sub>
<b>%MaxVO<sub>2</sub></b>	: Anaerobik Eşikteki MAXVO <sub>2</sub> ' nin Yüzdesi
<b>LE<sub>La-E</sub></b>	: Laktat Eşik (Curve Lineer Regresyon Analizi)
<b>LE<sub>Log</sub></b>	: Log-Log Laktat Eşik
<b>LE<sub>Dmax</sub></b>	: Dmax Laktat Eşik
<b>LE<sub>ModDmax</sub></b>	: ModDmax Laktat Eşik
<b>LE<sub>ADAPT</sub></b>	: Adapt Laktat Eşik
<b>LE<sub>4mmol</sub></b>	: 4 mmol Laktat Eşik
<b>LE<sub>3,5 mmol</sub></b>	: 3,5 mmol Laktat Eşik
<b>LE<sub>3mmol</sub></b>	: 3 mmol Laktat Eşik
<b>LE<sub>crv</sub></b>	: Curve Lineer Laktat Eşik

<b>TABLolar DİZİNİ</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 2.1:</b> Laktat konsantrasyonun istirahat seviyelerinin üzerine çıktığı ilk yoğunlukları baz alarak kullanılan terminoloji.	24
<b>Tablo 2.2:</b> Laktat üretimi ve uzaklaştırılması (tamponlanmasını) arasındaki dengenin üst limitini işaret eden yoğunluklardaki laktat eşik terminolojisi.	25
<b>Tablo 3:</b> Boy, Vücut Ağırlığı, Vücut Yağ Yüzdesi, Yaş Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	39
<b>Tablo 4:</b> Boy, Vücut Ağırlığı, Vücut Yağ Yüzdesi, Yaş Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	39
<b>Tablo 5:</b> İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	40
<b>Tablo 6:</b> Non- İnvazif Yöntemlerin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	40
<b>Tablo 7:</b> İnvazif Yöntemlerin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları	41
<b>Tablo 8:</b> RER Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	41
<b>Tablo 9:</b> V-Slope Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	42
<b>Tablo 10:</b> EqO <sub>2</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	42
<b>Tablo 11:</b> VE Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	43
<b>Tablo12:</b> VCO <sub>2</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	43
<b>Tablo 13:</b> LE <sub>CrV</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	44
<b>Tablo 14:</b> LE <sub>La-E</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	44
<b>Tablo 15:</b> LE <sub>Log</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	45
<b>Tablo 16:</b> LE <sub>Dmax</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin	

<b>TABLolar DİZİNİ</b>	<b>Sayfa</b>
Tanımlayıcı İstatistikleri	45
<b>Tablo 17:</b> LE <sub>ModDmax</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	46
<b>Tablo 18:</b> LE <sub>ADAPT</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	46
<b>Tablo 19:</b> LE <sub>4mmol</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	47
<b>Tablo 20:</b> LE <sub>3,5mmol</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	47
<b>Tablo 21:</b> LE <sub>3mmol</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri	48
<b>Tablo 22:</b> Zaman Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları	48
<b>Tablo 23:</b> Hız Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları	49
<b>Tablo 24:</b> Kalp Atımı Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları	49
<b>Tablo 25:</b> Laktat Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları	50
<b>Tablo 26:</b> VO <sub>2</sub> Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları	50
<b>Tablo 27:</b> AE' deki %MaxVO <sub>2</sub> Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları	51
<b>Tablo 28:</b> MaxVO <sub>2</sub> Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları	51
<b>Tablo 29:</b> SF Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları	52
<b>Tablo 30:</b> Zaman Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları	53
<b>Tablo 31:</b> Hız Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları	54
<b>Tablo 32:</b> Kalp Atımı (İnvazif) Korelasyon Sonuçları	55
<b>Tablo 33:</b> Laktat (İnvazif) Korelasyon Sonuçları	56
<b>Tablo 34:</b> VO <sub>2</sub> (İnvazif) Korelasyon Sonuçları	57
<b>Tablo 35:</b> AE' deki %MaxVO <sub>2</sub> Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları	58
<b>Tablo 36:</b> MaxVO <sub>2</sub> Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları	59
<b>Tablo 37:</b> SF Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları	60
<b>Tablo 38:</b> Zaman Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin	

<b>TABLolar DİZİNİ</b>	<b>Sayfa</b>
Korelasyon Sonuçları	61
<b>Tablo 39:</b> Hız Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları	62
<b>Tablo 40:</b> Kalp Atımı Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları	63
<b>Tablo 41:</b> Lactate Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları	64
<b>Tablo 42:</b> VO <sub>2</sub> Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları	65
<b>Tablo 43:</b> AE' deki %MaxVO <sub>2</sub> İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları	66
<b>Tablo 44:</b> MaxVO <sub>2</sub> İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları	67
<b>Tablo 45:</b> SF İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları	68

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1: <b>Curve</b> lineer regresyon analizi ile elde edilen LA Anaerobik eşik (Örnek).	33
Şekil 3.2: RER yöntemi ile, ZAN 600 Ergospirometre'den elde edilen Anaerobik eşik (Örnek)	35
Şekil 3.3: V-Slope yöntemi ile, ZAN 600 Ergospirometre'den elde edilen Anaerobik eşik (Örnek)	36

## RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 3.1: Zan 600 Ergospirometre ve RAM 720 Treadmill

30

## 1.GİRİŞ

Ağır egzersiz sırasında kanda laktatın arttığı 1920'lerden bu güne bilinmektedir. Egzersiz belli bir iş y¼k¼ eşiğinin üzerine ¼ıkıđında, metabolizmanın anaerobik komponenti laktatın önemli Şekilde y¼kselmesine sebep olur. Bu duruma, kanda bikarbonat konsantrasyonunun eşit orandaki d¼ř¼ř¼, karbondioksit üretimindeki hızlanma eşlik eder. Bu fizyolojik değişikliklerin başlangıcını işaret eden eşik, Anaerobik Eşik (AE) olarak isimlendirilmiştir. Sporcularda, normal sağlıklı bireylerde, kardiorespiratuar hastalığı olan bireylerin fiziksel fitnesslerinin belirlenmesinde etkili bir ara¼tır. Bu metaboik değişimin belirlenmesinin bir yolu artan iş y¼k¼nde d¼zenli aralıklarla arteryel laktatın ¼l¼lmesi ve artışın nerede başladığının belirlenmesidir. Bu direkt Laktat Eşiktir. Bunun yanında daha geniş ve daha kolay uygulanabilir non-invazif metot tercih edilebilir. Bu teorik olarak m¼mk¼nd¼r. ¼¼nk¼ bikarbonat v¼cut sıvıları i¼erisinde metabolik asidin temel tamponlayıcısıdır ve bu sebeple kan laktatındaki artış karbondioksit üretiminde zorunlu artışa sebep olur. Bu da solunum yolu ile tespit edilebilir (Beaver et al., 1986).

Kas kontraksiyonu sırasında laktat oluşumu ilk olarak 1907' de tanımlanmıştır. Daha sonra kan laktat konsantrasyon artışı ile respiratuar gaz değişimi arasındaki olası ilişki 1924' te tanımlanmıştır. O g¼nden sonra bir¼ok yayın egzersizin aerobik ve anaerobik glikolizise dayalı mekanizmalarını a¼ıklamıřtır. 1964' te Wasserman ve McLlroy baskın olarak oksidatiften anaerobik yola ge¼iři ifade eden Anaerobik Eşik terimini ortaya koymuşlardır. Takip eden yıllarda AE, dayanıklılık performansı, yorgunluk ve respiratuar gaz değişimi arasındaki ilişkiler ortaya konmuş ve bu parametreler spor bilimleri i¼in hayati önem kazanmıştır. Son 20 yılda laktat üretim ve elemine edilmesi arasındaki dengenin, egzersizde katekolamin üretimi, fazladan net laktat oluşum ve birikimi ve metabolik asidosis kaynaklı aktif kaslardan H<sup>+</sup> salınımından kaynaklandığı gösterilmiştir (Santos et al., 2004).

Kassal egzersiz performansı sırasında AE olarak adlandırılan kan laktat konsantrasyonundaki sistematik artış spor bilimlerinde ve klinik tıpta geniş Şekilde kullanılmıştır. AE, deneklerin aerobik fitnesslerinin, egzersiz yoğunluğunun ve farklı



fitnes seviyelerindeki deneklerin optimum antrenman yüklerinin ve önemli bir ameliyat öncesi hastaların operasyon öncesi durumlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır, bunlar ek olarak dayanıklılık sporcularının antrenman yoğunluklarını ayarlarken önemli bir referans noktasıdır (Özçelik and Keleştimur, 2004; Fell, 2008; Plato et al.,2008).

Anaerobik Eşiğin doğru olarak belirlenmesi yükü düzenli artan egzersiz sırasında arteryel kan örneği alınmasını gerektirir. Tartışmalı olmakla birlikte birçok araştırmacı AE'nin solunum ve akciğer gaz değişimlerinden non-invazif metotla doğru olarak tahmin edilebileceğini göstermişlerdir (Özçelik and Keleştimur, 2004; Davis et al., 2007).

Kan laktat konsantrasyonundaki sürekli değişiklik eşiğin görsel olarak belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle sabitlenmiş kan laktat konsantrasyonlarında yükün belirlenmesi veya başlangıç seviyelerinden sabitlenmiş artışların takip edilmesi tercih edilebilir. Bu metotlar bireysel farklılıkları dikkate almadıkları için dezavantajlar içerir. Modellerden biri test sırasında laktat konsantrasyon değişiminde tek kırılma noktası önerirken diğer modeller, laktat konsantrasyonundaki değişimi sürekli bir fonksiyon olarak tanımlamışlardır. Bu iki model kesin bir eşik noktanın yokluğunda uygulandığı için laktat cevaplar laktat artış oranına bağlı göstergelerle karakterize olmuştur. Bu göstergeler, iki uç noktayı birleştiren doğrunun maksimal deviasyonu veya değişim oranının önceden belirlenen bir değeri aşmasıdır. Bu göstergeler sürekli modellerden elde edildiği için, laktat eğrisindeki herhangi bir kaymayı belirlemede kullanışlıdır. LE ayrıca, yavaş artış fazından hızlı artış fazına geçiş olarak ta tanımlanabilir. Bu tanımlama, iki kırılma noktasına dayanan modellerin tek kırılma noktalı modellerden daha iyi tanımlama yaptığı gerçeğiyle de desteklenmektedir. Ancak bu değerlendirme iki kırılma noktalı modellerin zayıf korelasyon göstermesi sonucunda daha kesin olarak ifade edilememiştir (Thomas et al., 2008).

MaxVO<sub>2</sub> dayanıklılık performansının altın standardı olarak algılanmakla birlikte, son kanıtlar AE'nin aerobik dayanıklılık ve dayanıklılık performansı için daha iyi bir gösterge olduğunu önermektedir. Anaerobik eşik ayrıca egzersizde kardiyovasküler ve pulmoner sınırlılıkların tanımlanması içinde kullanılmıştır. Anaerobik Eşik solunum değişkenleri, laktat analizi veya kombine analizlerle belirlenmiş ancak LE ve

Solunumsal Eşik (SE) arasındaki ilişki tartışmalı olarak devam etmiştir. İnvaziv ve non-invazif olmak üzere birçok yöntem hangisinin en iyi olduğu ile ilgili ortak bir karar olmamakla birlikte yaygın şekilde kullanılmıştır (Solberg et al., 2005; Aman et al., 2006; Caiozzo et al., 1982; Debray and Dey, 2007).

MaxVO<sub>2</sub>, benzer dayanıklılık özelliklerine sahip sporcular karşılaştırılmak istendiğinde yeterli bir gösterge değildir. Submaksimal egzersiz sırasında ölçülen parametrelerin dayanıklılık performansı için MaxVO<sub>2</sub>' den daha iyi göstergeler olduğu önerilmiştir. Özellikle artırmalı egzersize laktat cevaplar, değişik tiplerdeki dayanıklılık performansı ile iyi şekilde ilişkilidir. Bu ilişki, hem antrene sporcular hem de düzenli antrenman geçmişi olmayan denekler için geçerlidir. Performansın belirlenmesinde kan ve plazma laktat konsantrasyonlar yaygın bir şekilde kullanılmakla birlikte bu ölçümler dikkate alınması gerekecek şekilde değişkenlikler gösterir. Bazı kritik iş oranlarında laktat seviyesindeki ani değişiklik bazı metotların eşik fenomenine dayanarak gözlem yapmasını sağlamıştır. Örnek olarak bazı yazalar LE' yi laktat konsantrasyonunun istirahat seviyelerinden ilk olarak yükseldiği nokta olarak değerlendirmişler, bazıları 1 mmol/L' lik artışı gösterge olarak kullanmışlardır (Bishop ve ark.,1998). Dmax metodu görsel belirleme metotlarının dezavantajlarını gidermek için geliştirilmiştir (Cheng et al., 1992). Log-log dönüşümü laktat konsantrasyonundaki ilk artışın görsel olarak belirlenmesine yardımcı olabilmek için kullanılmıştır (Beaver et al., 1985). Bunlara ek olarak diğer bazı yazarlar sabit laktat seviyesinin dayanıklılık performansının göstergesi olarak kullanılabileceğini önermişlerdir (Kindermann et al., 1979).

İnvaziv 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. Noninvazif metotlar 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 et al., 2005; Beaver et al., 1985).

Respiratuvar gaz değişim grafiklerinin, solunumsal eşiği (SE) ve respiratuvar kompenzasyonu (RK) tanımlamak üzere, görsel olarak değerlendirildiği birçok teknik tanımlanmıştır (Beaver et al., 1986). Ek olarak diğer çalışmalar, bu metotları otomatik olarak belirlemişlerdir. Bu metotlar arasında pulmoner solunum (VE) O<sub>2</sub>' nin solunumsal dengi (VE/VO<sub>2</sub>), CO<sub>2</sub>' nin solunumsal dengi (VE/VCO<sub>2</sub>), VCO<sub>2</sub>/ VO<sub>2</sub> solunum değişim oranı (R), son tidal PO<sub>2</sub> ve son tidal PCO<sub>2</sub> sıralanabilir (Santos et al., 2004). Klinik çalışmada SE ve RK çoğunlukla egzersiz toleransına ulaşabilmek için görsel olarak belirlenir (Caiozzo et al., 1982).

SE ve LE konseptleri dayanıklılık kapasitesinin değerlendirilmesi ve antrenmanın etkisinin belirlenmesi için geniş biçimde kullanılmıştır; ancak bu eşiklerin altında yatan mekanizmalar tartışmalı ve belirsiz kalmaya devam etmiştir. Görsel subjektif eşik belirleme metodun bariz dezavantajlarını ortadan kaldırmak için birçok metot öne sürülmüştür (Beaver et al., 1985, Beaver et al., 1986, B. Cheng et al., 1992). Bu metotlardaki temel sınırlılıklardan biri, aynı deneğe ait farklı değişkenlerin aynı metotla veya aynı değişkenin farklı metotlarla değerlendirilmesi ve farklı kriterlerin kullanılması sebebi ile metotlar arasında tutarsızlık oluşmasıdır. Diğer bir sınırlılık ise ölçümlerin yaklaşık %30' unda fizyolojik değişkenlerin düzensiz davranışları sebebi ile bazı metotların kırılma noktası bulamamasıdır.

Anaerobik Eşiğin belirlenmesi spor bilimcilerin çok büyük ilgisini çekmektedir. Bu sebeple Anaerobik Eşiğin belirlenmesinde kullanılan metotların geçerli ve güvenilir olması çok önemlidir. Hem LE hem de SE, AE'nin belirlenmesinde geçerli yöntemler olarak gösterilmiştir. AE' yi VE/VO<sub>2</sub> metoduyla belirlemenin diğer metotlara göre daha kolay olduğu önerilmiştir. Buna ek olarak birçok araştırmacı, MaxVO<sub>2</sub>, kalp atımı, güç çıktısı ve Solunumsal Eşik değişkenlerinin egzersiz protokollerinde güvenilir değişkenler olduğunu göstermişlerdir (Amann et al., 2004; Caiozzo et al., 1982; Beaver

et al., 1985; Beaver et al., 1986; Cheng et al., 1992; Solberg et al., 2005; Özçelik and Keleştimur, 2004; Davis et al., 2007; Thomas et al., 2008; Özgür, 2006).

AE'nin belirlenmesi amacı ile kullanılan invazif ve non-invazif metodların farklı yaklaşımlarla değerlendirilmesi yukarıda sunulan belli noktalarda korelasyon göstermekte ve belli noktalarda da farklılıklar oluşturmaktadır. Gerek ölçüm gurupları arasındaki farklılıklar gerek uygulanan protokollerin ve ergometrelerin farklılıkları gerekse istatistik yaklaşımlar arasındaki farklılıklar metotlar arasında ortak karar verilmesini zorlaştırmaktadır. Bu zorluğun bir diğer nedeni de AE'nin literatürde çoğunlukla bir veya iki değişken üzerinden ifade edilmesi ve bu değişkenlerin yayınlar arasında farklılık göstermesidir. Değişkenler genellikle  $VO_2$  ve eşikteki İş Yüklemesi'dir (hız veya güç).

Yukarıda sunulan literatür çerçevesinde AE'nin Laktat ve Solunum göstergelerinden belirlenmesini sağlayan ve sık kullanılan metotlar arasındaki ilişkinin geniş bir çerçevede değerlendirilmesi önemlidir. Bu metotlar invazif ve non-invazif olmak üzere değerlendirilecek ve literatürde karşılaşılan değişkenlerin büyük bölümü çalışmaya dahil edilecektir. Bu değişkenler sırasıyla; Zaman, Hız (İş Yüğü),  $VO_2$ ,  $MAXVO_2$ , Laktat,  $\%MAXVO_2$ , Soluk Frekansı (SF) ve Kalp Atımı (KA) olmak üzere 7 adet olarak tercih edilmiştir. Bu değişkenler arasında Soluk Frekansının AE'nin belirlenmesi ile ilgili geçerli bir değişken olmadığını işaret eden (Jones ve Doust, 1998) ve geçerli olabileceğini işaret eden yayınlar (Cheng et al., 1982 Özgür, 2006) bulunmaktadır. Bu anlamda Soluk Frekansı ile ilgili korelasyon sonuçlarının literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Literatürde, görsel AE tespit metodunun subjektif tarafları vurgulandığı için sadece bir metotta ( $EqO_2$ ) bu yöntem tercih edilecektir. Solunum Eşik (SE) non-invazif 5 yöntem ve Laktat Eşik (LE) invazif 9 yöntem ile tespit edilecek ve Anaerobik Eşik (AE) değerleri 8 farklı değişkenle ifade edilecektir. Sunulan gerekçeler göz önüne alındığında bu çalışmadaki temel amaç; non-invazif ve invazif metotlar arasındaki korelasyonunun araştırılmasıdır. Bu çerçevede, Anaerobik Eşiğin (AE) hangi değişkenle ifade edildiğinde, metotlar arasında daha yüksek korelasyon bulunduğunun tespit edilmesi de amaçlar arasındadır.

## **2.GENEL BİLGİLER**

### **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).

Spurway (1992) çalışmasında, bütün egzersizlerin önce kas içi ATP ve CP depolarını bitirdiğini ve bunların anaerobik glikoliz 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 eşiği yükseltir.

## 2.2. MAKSİMUM OKSİJEN KULLANIMI ( $\dot{V}O_2\max$ )

1930' larda, şampiyon dayanıklılık sporcularının dikkate değer düzeyde maksimal oksijen kullanımları olduğu biliniyordu. 1950, 1960, 1970'lerin klasik çalışmaları  $\text{MaxVO}_2$ 'ın fizyolojik tanımlamaları ve dayanıklılık performansında ki anahtar rolüne odaklanmıştır. Bu dönemde  $\text{MaxVO}_2$ 'ı kısıtlayan faktör olarak oksijen taşıma sistemi üzerinde daha çok tartışma yaşanmıştır. Gerçekleştirilen gözlemler kardiyak çıktının  $\text{MaxVO}_2$  için çok önemli olduğunu açıkça ortaya koydu. Buna ek olarak kan hacmi ve total hemoglobin  $\text{MaxVO}_2$ 'ın önemli tanımlayıcıları olarak belirlendi (Joyner, 2003).

Oksijen tüketimi konusunda ortalama değerler dakikada kilogram başına 50-60 ml'dir.  $\text{MaxVO}_2$  olarak anlatılan bu tabloda, oksijen kullanabilme yeteneği ne kadar yüksek olursa o kadar iyi performans sergilenebileceği bilinmektedir (Taşkıran, 2003).

Maksimum oksijen kullanımı ( $\text{MaxVO}_2$ ) dayanıklılık sporcularının üstün performanslarının belirleyicisi olarak kullanılmalıdır. Bununla beraber solunum eşiği karşılık gelen  $\text{MaxVO}_2$  ya da tepe güç değeri arttırmalı (incremental) egzersiz ve submaksimal egzersize metabolik tepkinin verimliliğinin gösterilmesinde daha iyi tahmin araçlarıdır (Millet et al., 2002).

Elit dayanıklılık sporcularında performansın gelişmesi için yüksek yoğunluklu duraklama antrenmanın etkin bir metot olduğu bilinmektedir. Performansın geliştirilmesi için  $\text{MaxVO}_2$  değerine karşılık gelen koşu hızı ve bu hızın ne kadar sürdürülebildiğinin bilinmesi de önemlidir. Gerçekten de bir çok çalışmada  $\text{MaxVO}_2$ 'deki koşu hızının ve bu hızın korunma süresinin performansı geliştirdiği gösterilmiştir (Smith et al., 2003).

Smith ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada,  $\text{MaxVO}_2$ '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 kullanımı ( $\text{MaxVO}_2$ ) 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  $\text{MaxVO}_2$  aralığı dar olduğunda,  $\text{MaxVO}_2$  ile performans arasındaki ilişki nispeten zayıftır. Aslında, benzer  $\text{MaxVO}_2$  değerine sahip iki atlet eşit performans göstermesi şart değildir. Alternatif olarak, diğer atletlere kıyasla daha düşük  $\text{MaxVO}_2$  değeri olan bir atlet yarış esnasında aynı oksijen alımını ( $\text{VO}_2$ ) (ml/dak/kg) başarmak için daha yüksek bir  $\text{MaxVO}_2$  yüzdesi kullanarak farkı telafi edebilir (Bosquet et al., 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 MaxVO<sub>2</sub>'a ulaşılan hızın orta mesafe koşu performansı için bir gösterge olduğu rapor edilmiştir (Billat et al., 1996)

MaxVO<sub>2</sub> 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 MaxVO<sub>2</sub> ölçümlerinde treadmill koşusu sırasında geçerliliğini çalışmıştır. Bazı çalışmalar 4 mmol sabit laktat değerine karşılık gelen MLSS'nin geniş kişisel değişkenlik gösterdiğini belirtmiştir (Dantas et al., 2003).

MaxVO<sub>2</sub> 5 ve 10 km. mesafe koşuları için çok güçlü bir tahmin aracıdır. Bununla beraber görece homojen guruplarda yarış süreleri ve MaxVO<sub>2</sub> 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 (Bird et al., 2003).

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

### **2.3. 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 laktatın uzaklaştırma kapasitesini aştığı bir zaman olarak görülebilir. Belki de anaerobik eşik terimi yerine, kaslar hiçbir zaman tamamıyla anerobik olmadıkları ve her zaman kesin bir eşik bulunmadığı için “oksijenden bağımsız glikoliz” terimi önerilir (Myers and Ashley, 1997).

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 asidoz, zarar görmüş kas kontraksiyonu, hiperventilasyon ve toplamda iş yapabilme kapasitesinde düşme görülür (Myers and Ashley, 1997).

#### **2.4.LAKTAT EŞİK (ANAEROBİK EŞİK)**

Laktat eşik artırmalı egzersiz testlerinde metabolik asidoz başlangıcını tanımlamaktadır. Klinik egzersiz testlerinde değerli bir ölçüm yöntemidir ve dayanıklılık performansı ile korelasyon gösterir (Davis et al., 2007).

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 et al., 2003).

Laktat eşiklerinin 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 and MacIntosh, 2003).

Artırmalı egzersiz testlerinde kan laktat konsantrasyonunun nasıl bir yol izlediği iyi bir biçimde tanımlanmıştır. Artırmalı egzersizin erken safhalarında kan laktat

konsantrasyonu çok az artar. Ancak belli bir egzersiz seviyesinde laktat konsantrasyonu lineer şekilde artış gösterir. 1927' den bu güne kan laktatının belli bir egzersiz seviyesinde artış gösterdiği bilinmektedir. Bu laktat eşik, Anaerobik Glikosiz başlangıcını ifade eden Anaerobik Eşik (AT) olarak da isimlendirilmiştir. Bu eşik sağlıklı normal bireylerde antrenmanın etkisini belirlemede kullanıldığı kadar kardiorespiratuar rahatsızlığı olan hastalarda da fiziksel fitnessin belirleyicisi olarak kullanılmıştır (Beaver et al., 1985).

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

Laktat eşiğine ulaşıldıktan sonra anaerobik enerji sistemleri baskın hale gelmekte ve kullanılan enerjinin büyük çoğunluğu anaerobik yolla sağlanmaktadır. Bu bağlamda anaerobik kapasitesi iyi olanların, laktat eşiği 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 MaxVO<sub>2</sub>'da fark olmadığı belirtilmektedir. Bunun nedeninin egzersizi daha fazla devam ettiren grupta anaerobik enerji sisteminin kullanılması olduğu ileri sürülmektedir (Yıldız ve ark., 1998).

Dayanıklılık performansının iyi bir belirteci olarak tanımlanan laktat eşik kan laktat konsantrasyonunun sistematik ve ani bir artış gösterdiği egzersiz yoğunluğu olarak ifade edilir (Farrell et al., 1979; Thomas et al., 2008). Bu noktaya karşılık gelen güç çıktısı antrenmandaki hedef yoğunluk olarak kullanılabilir (Thomas et al., 2008).

Paralejik 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 et al., 1998).

Laktat eşik, kan laktat seviyesindeki yavaşça artış safhasından hızlı artış safhasına geçiş olarak da tanımlanabilir (Thomas et al., 2008).

Laktat eşik dayanıklılık sporcularının antrenman yoğunluklarını ayarlarken önemli bir referans noktasıdır. Solunumsal Eşik laktat eşigin non-invazif olarak

belirlenmesi için kullanılmıştır ancak birçok sporcu için antrenman yoğunluğunu düşük belirlemektedir (Plato et al., 2008).

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 eşiğin, aynı Őeyi ifade edip etmediği tartişma konusudur (Davis et al., 1997).

Laktat eşik kan laktat konsantrasyonunun giderek artmasına sebep olan yoğunluğun üzerindeki egzersiz yoğunluğu olarak tanımlanır. Kırılma noktasının belirlenmesi için çok geniş aralıktaki tespit kriterleri kullanılmıştır (Amann et al., 2006).

Laktat konsantrasyonlarının egzersiz sırasındaki doğrusal olmayan artışına birçok mekanizma etki etmektedir. Kısaca bu fenomen kütle hareket etkisi ile oluşmaktadır. Bu sebeple stoplazmada piruvat artışına sebep olan herhangi bir mekanizma hücresel redox seviyesini ve net laktat üretimini değiştirir. Submaksimal egzersizde yorgunluk oluşmasının temel etkenlerinden biri de glikolizden dolayı biriken  $H^+$  iyonları ve ATP hidrolizdir (Amann et al., 2006).

Egzersize metabolik cevap ve dolaşımın yeterliliği, oksijen kullanımı ve ilgili ölçümlerle prensip olarak tanımlanmıştır. Eğer egzersiz yükü, lineer olarak hafiften maksimale yakın seviyelere doğru artmışsa,  $VO_2'$  de lineer olarak artmıştır. Düşük iş seviyelerinde oksijen ihtiyacı, mevcut olan oksijenden, oksidatif metabolizmadan, elde edilir. Diğer yandan, oksijen ihtiyacının dolaşımın temin edebildiği oksijeni aşmasıyla sonuçlanan ağır egzersizde ise, egzersizin sürdürülebilmesi glikolitik mekanizma yolu ile kullanılan anaerobik enerji kaynaklarıyla sağlanır. Egzersiz sırasında anaerobik metabolizmanın başlangıcı, kan laktatının istirahat seviyelerinin, üzerine çıkmasıyla fark edilebilir. Artırmalı egzersizde, oksijen ihtiyacı ve temini arasındaki dengenin bozulduğu bir iş (yükleme) oranı vardır. Bu da anaerobik metabolizmadan sağlanan enerjide artışa ve sonrasında laktat oluşumunda artışa sebep olur. Anaerobik eşiğin ortaya çıktığı noktada iş oranı veya  $VO_2'$  nin ölçülmesi, artırmalı egzersize dolaşım ve metabolik adaptasyonların daha bütün bir Şekilde tanımlanmasını sağlar. Çünkü bazı değişkenler AE' nin üzerinde farklı cevaplar verirler. Laktik asidosizin ortaya çıktığı

seviyelerin üzerindeki iş yükleri, fizyolojik ve deneysel açıdan önemlidir. Araştırmacılar çoğunlukla, deneklerinin laktat üretim artışına sebep olan iş yüklerinin altında egzersiz yaptığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmalarda iş yükleri AE' nin MaxVO<sub>2</sub>'nin en fazla %50' sinde ortaya çıktığı varsayımıyla belirlenir. Bu sebeple her denek için bir maksimal egzersiz testi uygulanır ve daha sonra MaxVO<sub>2</sub>'nin %50' si iş oranı olarak belirlenir. Metabolik asidosiza sebep olan seviyenin hemen altındaki iş oranı, daha doğrudan ve kesin bir yaklaşımla AE' nin kendisini ölçerek tahmin edilebilir. AE' nin ölçülmesinin uygulanabilirliği, AE' yi dakika solunumdaki non-lineer artışın hemen altındaki VO<sub>2</sub> veya iş oranı, VCO<sub>2</sub> ve R' deki ani artış olarak tanımlayan Wasserman ve ark. tarafından non-invazif bir prosedürle tanımlanmıştır (Davis et al., 1976).

Aerobik kapasitenin geliştirilmesi için dayanıklılık antrenmanları genellikle MaxVO<sub>2</sub>' nin %60'larının üzerindeki iş yükü yoğunluklarında gerçekleştirilir. Oksijen kullanımı maksimal kapasitenin %50-60'larına ulaştığında artelyel laktat seviyeleri artmaya başlar ve dayanıklılık antrenmanları hafifçe yükselmiş laktat konsantrasyonlarında gerçekleştirilir. Laktat seviyesindeki en fazla 2 mmol' lük ilk artış solunum dakika hacmi ve CO<sub>2</sub> üretimindeki artışla çakışır. Araştırmacılar bu aralığı anaerobik eşik olarak tanımlamışlardır. Anaerobik eşige ulaşmayı sağlayan iş yükü yoğunlukları, fiziksel aktivite önleme ve rehabilitasyon için yeterlidir ancak dayanıklılık sporcuları için daha yüksek yoğunluklar gereklidir (Kindermann et al., 1979).

Egzersizde laktatın nasıl değiştiği ile ilgili araştırma yapanlar, laktat konsantrasyonunun iş oranı artarken nasıl değiştiğinin ölçümünü yapmışlardır. Bu yayınların sonuçları, laktatın artış gösterdiği noktanın üzerinde kritik bir iş oranı olduğu sonucuna varmıştır. 1973'te Wassermann ve ark. anaerobik eşik konseptini önermişlerdir (Hughson et al., 1987).

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 and MacIntosh, 2003).

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

Anaerobik eşiğin 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 and Doust, 1998).

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

Literatürde anaerobik eşiğin tükürükteki amilaz konsantrasyonunun (Calvo et al., 1997) ve egzersize kalp atımının tepkisinin (Bunc and Heller, 1992) incelenerek belirlenebileceği de gösterilmiştir.

Wasserman ve ark.(1964, 1973, 1978)'göre, laktat seviyesindeki ilk artış (en fazla 2 mmol/l'ye kadar), dakika soluk hacmindeki non-lineer artış ve karbondioksit üretimiyle çakışır. Birçok yazar bu seviyeyi Anaerobik Eşik olarak tanımlamıştır (Kindermann et al., 1979).

Anaerobik Eşiğin, antrenman yoğunluğunun belirlenmesinde bir rehber olabileceği tavsiye edilmiştir. Geçen yıllarda aerobik-anaerobik eşik dayanıklılık kapasitesi ve optimal antrenman yoğunluğunun belirlenmesi için ek bir parametre olarak sunulmuştur. Deneysel sebeplerle 4 mmol/l olarak tanımlanmıştır (Kindermann et al., 1979).

Heck ve ark. 1985' te 4 mmol/l laktat eşiğin geçerliliği ile ilgili yayınlarında MaxVO<sub>2</sub>'nin uzun süredir dayanıklılık kapasitesinin en iyi göstergesi olarak algılandığını belirtmişlerdir. Ancak bu değerlendirmenin 3-10 dk. arasındaki kısa süreli dayanıklılık yüklemeleri için geçerli bir ölçüm metodu olduğunu, orta (10-30 dk) ve uzun süreli (30 dk. üzeri) dayanıklılık yüklemelerinde MaxVO<sub>2</sub>'nin performans

kapasitesini belirlemek için yetersiz bir kriter olduğunu belirtmişlerdir. Orta ve uzun süreli dayanıklılığın daha iyi değerlendirilebilmesi için Aerobik-Anaerobik Eşik tanımlaması ortaya konmuştur. Bu tanımlamayı Mader ve ark., 1976'da şu cümle ile açıklanmıştır: dayanıklılık kapasitesi en iyi şekilde; laktat üretiminin hemen başlangıcını takip eden tamamıyla oksidatif olarak elde edilebilen enerji ihtiyacındaki egzersiz yoğunluğu ile karakterize olur. Tamamıyla aerobikten kısmen anaerobiğe geçiş bölgesi, kasların metabolik enerji ihtiyacındaki laktat kapsam belli bir yüklem koşulu altında çalışan kaslardaki aerobik anaerobik eşik olarak isimlendirilmiştir. Aerobik- anaerobik eşik bütün diğer biyolojik süreçler gibi birbiri içine girmiştir. Laktik asit konsantrasyonunun artırmalı egzersizde periferik kanda 4 mmol/l'ye kadar artışı spiroergometrik testte Aerobik-Anaerobik Eşik belirlenmesinde bir kriter olarak kabul görmüştür. 4 mmol/l'lik eşik değer dayanıklılık sporcularının belli antrenman yüklerini daha uzun süreler devam ettirebilmeleri ve bu yüklerin laktat konsantrasyonunun sürekli artışına sebep oluşunun gözlenmesiyle ortaya çıkmıştır. Takip eden zaman içerisinde 4 mmol/l'lik laktat eşik kesin belirlenmesi, belli antrenman yükleri antrenman sürecine tam olarak transfer edilemediği için daha sıklıkla eleştirilir olmuştur.

Kan laktat ve gaz analiz ölçümleri deneyimli araştırmacılar ve karmaşık ekipmanlar gerektirmektedir. 1982'de Conconi ve ark. artırmalı egzersizde kalp atımını kullanarak anaerobik eşiği belirleme yöntemi geliştirdiler. Bu teoride, yüklemenin artmasıyla kalp atımının lineer artışında bir kırılma noktası oluşacağı ve bu noktanın da anaerobik eşiğe denk geleceği ifade edildi. Orjinal çalışmanın yayınlanmasından bugüne teoriyi destekleyen ve teoriyle çatışan birçok yayın yapılmıştır. Teoriyle çatışan yayınlarda, protokoldeki hızlanma fazında, hızdaki artışın protokolün ilgili basamağındaki sürenin kısalmasına sebep olduğu ifade edilmiştir. Bununla beraber bu teoride kırılma noktasının hızlanma fazından sonra gerçekleştiği tespiti ile tartışmalı bulunmuştur. Bir diğer problem, kalp atımı kırılma noktasının görsel ve bilgisayar tabanlı tespiti arasındaki çelişki kaynaklanmaktadır (Carey et al., 2002).

Yakın zamanda Özçelik ve Keleştimur (2004) kalp atımı kırılma noktasının farklı deneysel koşullarda, güç çıktısı ve kalp atım ilişkisi açısından anaerobik eşiği belirlemede geçerli bir yöntem olduğunu tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak Anaerobik Eşik tespiti yaptırmak isteyen sporcuların bu ölçümleri egzersiz fizyolojisi laboratuvarlarında yaptırmaları önerilmektedir (Carey et al., 2002).

#### **2.4.1.MLSS (Maksimal Laktat Denge Durumu)**

Literatürde, artırmalı egzersizin laktat üretiminde iki kırılma noktası oluşturduğu gösterilmiştir. İlk kırılma noktası Aerobik Eşik olarak değerlendirilir. Bununla beraber MLSS ikinci kırılma noktasıyla çakışır. Anaerobik Eşiğin dayanıklılık performansı ile yüksek ilişkisi olduğu gösterilmiştir (Carey et al., 2002).

MLSS; Anaerobik Eşiğin belirlenmesindeki altın standart olarak değerlendirilmektedir. Bununla beraber MLSS'nin ölçülmesi belirli aralıklarla kan örneklerinin alınmasını içeren bir prosedür gerektirmektedir (Carey et al., 2002).

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

Maximal Lactate Steady State 20 dk. ılık 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 et al., 1999; 2000).

K.W.Borch ve ark., (1993)' ları maksimal iş yükü denge durumunu en iyi belirleyebilecek koşu hızlarını ve laktat seviyesini belirleyebilmek için yaptıkları çalışmada maksimal iş yükü denge durumundaki ortalama laktat değerini  $3\pm 0,63$  mmol tespit etmişlerdir.

#### **2.4.2.Bireysel Anaerobik Eşik**

Bireysel Anaerobik Eşik, artırmalı egzersizde laktat üretimini non-lineer duruma geldiği noktayı tanımlar. Bu noktanın MLSS ile çakıştığı tartışmalı olmakla birlikte gösterilmiştir (Carey et al., 2002).

#### **2.4.3.OBLA**

Submaksimal egzersizde kan laktat konsantrasyonları aerobik kapasiteyle yakından ilişkilidir. Özellikle laktat eşik ve OBLA, aerobik kapasitenin en az MaxVO<sub>2</sub> kadar iyi göstergeleridir (Ayabe et al., 2003).

4 mmol/l' lik değer MLSS ile yakın bulunmuştur. Bunun yanında MLSS' nin farklı spor aktivitelerinde değişiklik gösterdiği gösterilmiştir (Thomas et al., 2008).

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.

#### **2.5.SOLUNUMSAL EŞİK (SE)**

Solunum Eşik VO<sub>2</sub> deki artışa karşın pulmoner solunumun orantısız olarak artışını ifade eder. Egzersiz yoğunluğu maksimuma doğru artarken solunum belli bir



noktada oksijen kullanımına karşı orantısız olarak artış gösterir. Bu nokta solunum kırılma noktası olarak tanımlanır. Egzersiz yoğunluğu arttığında kaslara giden oksijen oksidasyon için gerekli oksijeni karşılayamaz. Bunu tolere etmek için Anaerobik Glikolisten daha fazla enerji elde edilir. Böylece daha fazla laktik asit üretimi ve birikimi olur. Üretilen laktik asit sodyum bikarbonatla birleşir ve sodyum laktat, su ve CO<sub>2</sub> üretir. Üretilen CO<sub>2</sub> kimyasal reseptörleri uyarır ve reseptörler medulla da bulunan solunum merkezini uyararak solunumu arttırırlar. Böylece solunumsal eşik artan CO<sub>2</sub> seviyelerindeki solunumsal cevabı gösterir. Solunum, Solunum Eşik (SE) noktasından sonra dramatik olarak artar (Debray and Dey, 2007).

Solunum eşiği; solunumdaki artışın, yavaşça artan egzersiz testi esnasındaki güç çıktısı ya da hareket hızındaki artışa ters orantılı hale geldiği egzersiz yoğunluğudur (Svedahl and MacIntosh, 2003).

Birçok 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 eşiğe 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 et al., 1998).

Solunum Eşik (SE) ayrıca dakikada üretilen CO<sub>2</sub> hacmindeki artışı da gösterir. Artan bu VCO<sub>2</sub>' nin laktik asitin bikarbonatla tamponlanmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Wasserman ve McIlory (1964) bu fenomeni tanımlamak için Anaerobik Eşik terimini tanımlamışlardır. Çünkü CO<sub>2</sub> üretimindeki bu ani artış anaerobik metabolizmadaki artışı göstermektedir. Solunum Eşiğin (SE) başlangıcı ATP üretiminin, anaerobik metabolizmadan sağlamaya başladığı noktayı ifade eder. Solunumsal Eşiğin (SE) ölçülmesi aerobik fitnessin belirlenmesi için kullanışlı bir metottur (Debray and Dey, 2007).

Solunum Eşik (SE) kullanılmaya başladığı günden itibaren tartışmalı bir süreç geçirmiştir. Araştırmacılar Solunum Eşiğin (SE) Anaerobik Eşiğin geçerli bir göstergesi

veya laktat eşikle ilişkili olup olmadığı konularını sorgulamışlardır. Bununla beraber Solunum Eşik (SE) kardiovasküler ve pulmoner rahatsızlığı olan hastalarda ve egzersizin verimliliği ile ilgili çalışmalarda kullanışlı bir gösterge olarak uygulanmıştır (Ekkekakis et al., 2008).

Wasserman ve McIlroy (1964) solunum göstergelerini solunum eşik konseptini kurabilmek için kullanmışlardır. Bu non-invazif metot laktat üretimi ve artmış solunumun rastlantısal ilişkisi üzerine kurulmuş bir sanıdır. Özellikle H<sup>+</sup> iyonlarının bikarbonatla tamponlanması ve buna eşlik eden laktat birikimi CO<sub>2</sub>'nin aşırı artmasına sebep olur. Bu reaksiyonlarda, kemoreseptörleri uyararak dakika solunumu artırır. Egzersizde solunum kontrolünün fizyolojik mekanizması net olarak açığa çıkarılmamıştır. Bununla beraber egzersizdeki aşırı solunumundan 2 mekanizmanın sorumlu olduğu söylenebilmektedir. Bunlardan biri geri bildirim oranı (karotit ve medular kemoreseptörler) diğeri de ileri bildirim (merkezi ve /veya periferik nörojenik) kontrolüdür (Amann et al., 2006).

### **2.5.1.Solunumsal Eşik Ölçüm Metotları**

#### **2.5.1.1.V-Slope**

VCO<sub>2</sub>'nin VO<sub>2</sub> cinsinden ifade edilmesine dayanan ve orijinal olarak Beaver ve arkadaşları tarafından 1986'da önerilen bu yöntem, VT'nin tespit edilmesine olanak sağlar. (Santos et al., 2004).

Bu metot VCO<sub>2</sub>'nin VO<sub>2</sub> datası ile değerlendirildiği bir algoritmadır. Bu algoritma, VCO<sub>2</sub>'nin VO<sub>2</sub>'ye göre değerlendirildiği datanın sistematik olarak iki segmente bölüdüğü bir yöntemdir. Her segment lineer regresyona oturtulur, iki regresyon çizgisinin kesişme noktası hesaplanır. Bütün data setine uyarlanan tekli

regresyon çizgisine kesişme noktasının mesafesinin oranını maksimize eden regresyon çiftinin tanımlanması ve ilk regresyon çizgisinin eğiminin  $>0.6$  ve eğimdeki değişimin ilk regresyon çizgisiyle ikincisi arasındaki eğim değişiminin  $>0.1$  olduğunun kesinleştirilmesi (Ekkekakis et al., 2008).

V-slope metodun  $VE/VO_2$  metoda göre daha üstün olduğu önerilmiştir. Çünkü respiratuvar kemoreseptör hassaslığından bağımsızdır ve bu sebeple egzersize solunumsal cevaptır. Bununla beraber bu metod büyük oranda bikarbonat sistemin proton tamponlama yeteneğine bağlıdır (Amann et al., 2006).

Bu metod bikarbonat sistemin, proton tamponlama kapasitesine bağlıdır (Amann et al., 2004).

#### **2.5.1.2.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 et al., 2004).

### **2.5.1.3. Solunum Eşdeğer Metodu ( $V_E/V_{O_2}$ )**

Oksijenin solunum eşdeğerindeki sistematik artışa karşılık gelen güç çıktısıdır. Oksijenin solunum eşdeğerindeki artışla beraber karbondioksitin solunum eşdeğerinde artış olmamasıdır (Amann et al., 2004; Caiozzo et al., 1982).

$V_{O_2}$ ,  $V_{CO_2}$  ve  $V_E$  değerleri SE değerine kadar benzer şekilde artarlar. Ancak SE 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). RK değerinin üzerinde,  $V_E$   $V_{CO_2}$ 'den daha yüksek bir hızla artar, bu da  $V_E/V_{CO_2}$  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.

### **2.5.1.4. $V_E/V_{CO_2}$**

$V_E/V_{CO_2}$  eğrisindeki ilk net kırılma noktasına karşılık gelen güç çıktısını ifade eder (Amann et al., 2004).

Bu metot egzersize solunumsal cevaba vurgu yapar (Amann et al., 2004).

### **2.5.1.5. $D_{max}$**

$V_{CO_2}$ 'nin  $V_{O_2}$  datası ile gösterildiği bir algoritmadır. Bu algoritma  $V_{CO_2}$ 'nin  $V_{O_2}$ ' ile göre gösterildiği dataya üçüncü dereceden curve lineer regresyon oturtulması, bu eğrinin başlangıç ve bitiş noktalarının düz bir çizgi ile birleştirilmesi ve bütün eğri

boyunca data noktalarının düz çizgiye uzaklığının hesaplanmasını içerir (Ekkekakis et al., 2008).

Cheng ve ark., (1992) araştırmalarında SE ve LE' nin güvenilir bir yolla belirlenebilmesi için yeni bir metot önermişler ve geleneksel metotlarla karşılaştırmışlardır. Bu yeni metot, oksijen kullanımının bir fonksiyonu olarak solunumsal ve metabolik değişkenleri temsil eden eğriden maksimal uzaklığı veren noktanın hesaplanmasını içerir.

#### **2.5.1.6. VE**

VE değerinin zamanla değişimindeki non-lineer artışın başlangıç noktası olarak ifade edilir görsel olarak veya polinomial analiz yöntemleri ile değerlendirilir. (Caiozzo et al., 1982).

#### **2.5.1.7. VCO<sub>2</sub>**

VCO<sub>2</sub> değerinin zamanla değişimde non-lineer artışın tespit edilmesidir. Görsel olarak veya polinomial analiz yöntemleri ile değerlendirilir (Caiozzo et al., 1982).

## 2.6. KAN LAKTAT DEĞİŞİMİNİN SINIFLANDIRILMASININ TERMİNOLOJİSİ

Kan laktat eşikleri 60 yılı aşkın süredir incelenmekle birlikte hem açıklanması hem de tanımlama için hangi metotların kullanılacağı ile ilgili tartışma devam etmektedir. Konu ile ilgili tartışılan noktalar anlaşmaya varılan noktalardan fazladır (Tanner and Bourdon, 2004).

Laktat eşiklerin anlaşılması ile ilgili problem; benzer fenomenlerin farklı terimlerle açıklanması, bunun yanında aynı terimlerin farklı fenomenlerin açıklanmasında kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Ek olarak egzersiz protokollerinin etkileri yüklemenin sürekli veya süreksiz oluşu, ergometre tipi, kan örneklerinin alındığı nokta gibi kan laktat ölçümlerine etki eden pek çok nokta bulunmaktadır (Tanner and Bourdon, 2004).

Aşağıdaki tablolarda konu ile ilgili terminoloji sunulmuştur.

Tablo 2.1’de laktat konsantrasyonunun istirahat seviyelerinin üzerine çıktığı ilk yoğunlukları baz alarak kullanılan terminoloji sunulmaktadır. Tablo 2.2’ de laktat üretimi ve uzaklaştırılması (tamponlanmasını) arasındaki dengenin üst limitini işaret eden yoğunluklardaki laktat eşik terminolojisi sunulmaktadır.

**Tablo 2.1:** Laktat konsantrasyonunun istirahat seviyelerinin üzerine çıktığı ilk yoğunlukları baz alarak kullanılan terminoloji (Tanner and Bourdon, 2004).

Laktat Eşik (LA)	Kan laktat konsantrasyonunun istirahat seviyelerinin üzerinde artış gösterdiği ilk yükleme.
Aerobik eşik	Sabit 2.0 mmol.L <sup>-1</sup> değer (Kindermann et al., 1979).
Laktat Eşik	Kan laktat seviyesini başlangıç seviyesinin 0.4 mmol.l <sup>-1</sup> üzerine çıkaran yükleme (ADAPT, 1995).
Laktat Eşik	Log VO <sub>2</sub> ' ye karşı log (kan laktat)'taki kırılma noktası (Beaver et al., 1985).
Laktat Eşik	Artırmalı egzersizde kan laktat seviyesinde lineer olmayan artış sağlayan yükleme (Ivy et al., 1980).
Maksimal Denge Durumu	Sabit 2.00 mmol.l <sup>-1</sup> değer(LaFontaine et al., 1981).
OPLA	Kan laktat konsantrasyonunun başlangıç değerinden 1.00 mmol.l <sup>-1</sup> büyük olduğu egzersiz yoğunluğu (Farrell et al., 1979).

**Tablo 2.2:** Laktat üretimi ve uzaklaştırılması (tamponlanmasını) arasındaki dengenin üst limitini işaret eden yoğunluklardaki laktat eşik terminolojisi (Tanner and Bourdon, 2004).

Anaerobik Eşik (AT)	Laktat üretim ve uzaklaştırılması arasındaki dengenin üst limitini işaret eden kan laktatındaki hızlı artışa sebep olan yükleme.
Aerobik-Anaerobik Eşik	Sabit 4.0 mmol.L <sup>-1</sup> değer (Mader et al., 1976).
OBLA	Sabit 4.0 mmol.L <sup>-1</sup> değer (Sjodin and Jacobs, 1981).
4.0 mmol.L <sup>-1</sup> Eşik	Sabit 4.0 mmol.L <sup>-1</sup> değer (Heck and Mader, 1985).
Anaerobik Eşik	Başlangıç noktası ilk yükleme yerine modifiye Dmax' la elde edilmiş laktat eşik (ADAPT, 1995).
Anaerobik Eşik	Laktat konsantrasyonundaki, en fazla 4.0 mmol.L <sup>-1</sup> 'e denk gelen sürekli artışın tepe noktası (Kindermann et al., 1979).
Dmax	Başlangıç ve bitiş noktalarını birleştiren doğruya, eğri üzerinde maksimal mesafedeki nokta (Cheng et al., 1992).
Bireysel Anaerobik Eşik	Laktat güç eğrisinde, tanjantı 51°' ye denk gelen sabitlemiş eğim noktası (Keul ve et al., 1979).
Bireysel Anaerobik Eşik	Maksimal laktat denge durumundaki iş yükünü tanımlayan model esas alınarak, laktat üretim ve uzaklaştırılma dengesinin difüzyon oranı (Stegmann et al., 1981).
Laktat Eşik	Lineer olmayan en az 1.0 mmol.L <sup>-1</sup> ' lük artış (Coyle et al., 1984).
Maksimal Denge İş Yüğü	Sabit 3.0 mmol.L <sup>-1</sup> değer (Borch et al., 1993).

Yukarıdakilere ek olarak birçok farklı kategoride birçok terim ve tanımlama da kullanılmaktadır.



Sabit Kan Laktat Konsantrasyonları: 2.0 mmol.l<sup>-1</sup>, 2.2 mmol.l<sup>-1</sup>, 2.5 mmol.l<sup>-1</sup>, 3.0 mmol.l<sup>-1</sup> ve 4.0 mmol.l<sup>-1</sup> değerler kullanılmış ve bununla beraber bu değerler sporcunun beslenme antrenman ve toparlanma durumundan ciddi şekilde etkilenmektedir (Tanner and Bourdon, 2004).

**Bireysel Laktat Ve Anaerobik Eşikler:** Kan laktat eşiklerin bireyselleştirilmesi amacıyla, logaritmik dđnüşürme, metabolik yorgunluk oranı, tanjant metotları ve subjektif değerlendirmeler gibi birçok metot kullanılmıştır (Tanner and Bourdon, 2004).

## 2.7. ARTIRMALI EGZERSİZ PROTOKOLLERİ

Whipp ve Wasserman VO<sub>2</sub>'nin dengeye ulaşması için yaklaşık olarak 3 dk. gerektiğini önermişlerdir. Gaz değişimi ile karşılaştırıldığında kan laktat konsantrasyonlarının değişimi gecikme ile gerçekteşir. Bu sebeple laktat eşik testlerinde daha uzun basmak sürelerine ihtiyaç vardır. Stockhausen ve ark., Heck, ve Mader ve ark. arteryel kan laktatı ve kas laktat konsantrasyonlarının dengelenmesi için 6-10 dk.'lık egzersiz sürelerinin gerektiğini belirtmişlerdir. Bununla beraber Kindermann ve ark. laktat eşiğin belirlenmesinde 3 dk.'lık yükleme basamaklarının yeterli olduğunu daha uzun sürelerin laboratuvar süresini arttıracadığını ve ulaşılan MaxVO<sub>2</sub>' yi azaltacadığını belirtmişlerdir (Amann et al., 2004).

### **3. MATERYAL METOT**

#### **3.1. ARAŞTIRMA GURUBU**

Araştırma gurubu; en az 5 yıl lisanslı ve düzenli antrenman geçmiŐine sahip 20 erkek elit sporcudan (futbol) oluŐturulmuŐtur. Deneklerden bir tanesi metabolik olm esnasında kalp atım monitrn düŐürdüĐü için istatistik dıŐı bırakılmıştır.

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

Bütün denekler tıbbi ve fiziksel aktivite durumları ile ilgili anket doldurmuŐlar, çalışmanın amacı ile ilgili bilgilendirilmiŐler ve gönüllü katılımları ile ilgili yazılı belge imzalamıŐlardır.

Bütün deneysel prosedürler ve olmler Kocaeli Üniversitesi Beden EĞitimi ve Spor Yüksek Okulu Egzersiz Fizyolojisi Laboratuarında gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2. DENEYSEL DİZAYN**

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

Denekler laboratuar çalıŐmasına gelmeden önceki 24 saat süresince antrenman yapmamıŐlar ve testten önceki 3 saat süresince bir Őey yememiŐ ve kafein almamıŐlardır.

### **3.3. TEST VE ÖLÇÜMLER**

Ölçümlerde; hava sıcaklığı  $22\pm 2,6$  santigrat derece, nem %  $66\pm 3,1$  ve basınç  $1026\pm 3,7$  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. Ağıştırma 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 10 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 Protokolü**

MaxVO<sub>2</sub> ve LE belirlemek için kullanılan protokolde başlangıç hızı 10 km/sa, hız artışları 1.2 km/sa 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

Protokolde metabolik ölçüm için ZAN 600 ergo- spirometre kullanılmıştır.

### 3.3.6. Metabolik (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. Ergospirometre her ölçüm öncesinde aynı yöntemle kalibre edilmiştir.



Resim 3.1: 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. MaxVO<sub>2</sub> Ölçümü

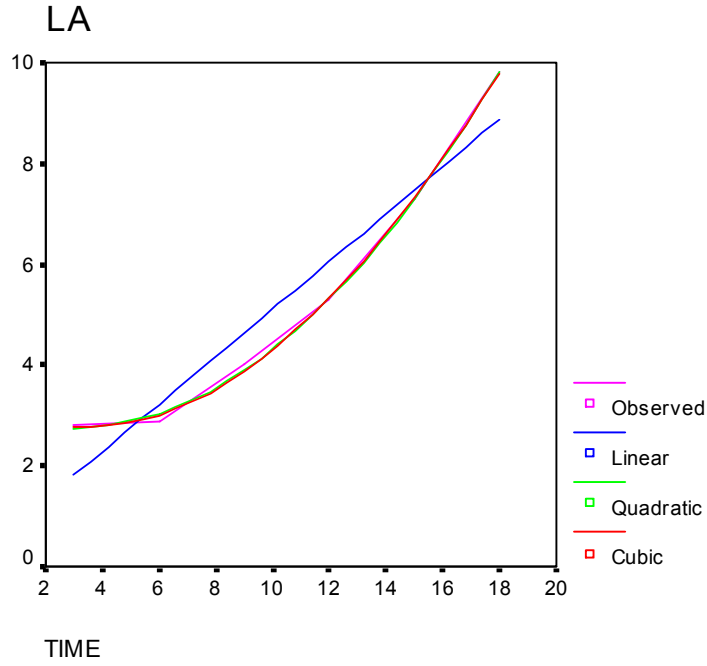
Ölçüm *ZAN 600 Ergospirometre* ile *breath by breath* gerçekleştirilmiştir. Gerçek MaxVO<sub>2</sub> değerlerine ulaşıldığının kabul edilmesi için takip eden 3 kriterden en az 2 sinin karşılanmış olmasına dikkat edilmiştir; egzersiz yoğunluğundaki artışa karşın VO<sub>2</sub> deki 100 ml/dk dan az artış,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

### 3.3.6.2. Anaerobik Eşik Tespiti

#### Laktat Göstergeleri (İnvasiv Yöntemler)

1. OBLA (Sjodin and Jacobs., 1981) ve/veya 4 mmol/l laktat eşik (LE<sub>4</sub>) (Heck et al., 1985; Kindermann et al., 1979, Mader et al., 1976): Sabitlenmiş 4 mmol/l laktat değer. Lactate-E analiz (Newell et al., 2007) programında üçüncü derece polinomial yöntemle sabit değere karşılık gelen yükleme (hız) tespit edilmiştir.
2. Laktat Eşik LE<sub>crv</sub> (Curvelineer Regresyon Analizi): Laktat zaman eğrisindeki olası kırılma noktası curvelineer regresyon analizi ile tespit edilmiş ve Laktat Eşik olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1: Curve linear regresyon analizi ile elde edilen LA Anaerobik eşik (Örnek).

3. Log-Log (Beaver ve ark., 1985): Log Laktat ve Log İş yükü (hız) eğrisinde çizilen iki linear çizginin kesişme noktasında, her iki çizgide Karelerin Kalanların Toplamı'nın (residual sum of squares) minimum olduğu nokta Lakta Eşik olarak değerlendirilmiştir. Lactate-E analiz (Newell et al., 2007) programı kullanılmıştır.
4. Laktat Eşik  $LE_{La-E}$ : Kaydedilen İş yükü (hız) ve Laktat çiftleri iki guruba ayrılmış ve her gruptaki noktalara düz çizgi çizilmiştir. Çizgiler arasındaki karelerin toplamının hatası minimize edilmiş ve kesişme noktası Laktat Eşik olarak değerlendirilmiştir. Lactate-E analiz (Newell et al., 2007) programı kullanılmıştır.

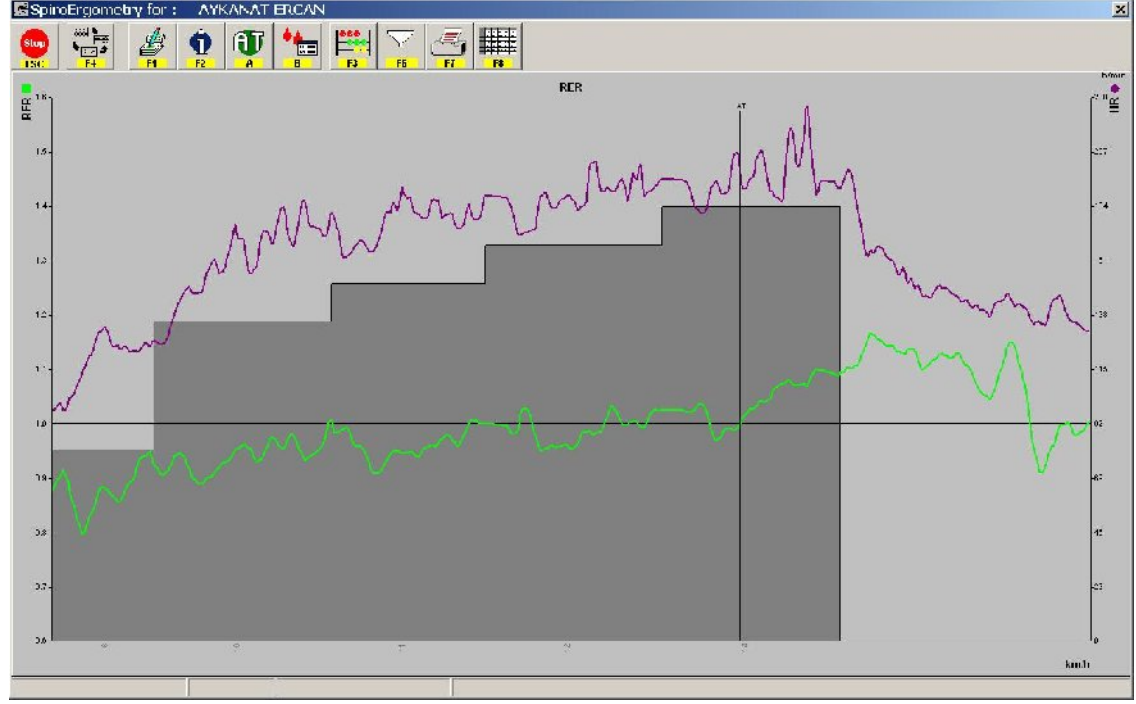


5. Dmax (B. Cheng et al., 1992): İş yükü (hız) ve Laktat çiftleri üçüncü derece polinomial ile açıklanarak ara değerler tespit edilmiştir. Data eğrisinde başlangıç ve bitiş noktalarını birleştiren bir doğru çizilmiş ve eğrinin bu doğruya olan en uzak noktası belirlenerek Eşik olarak değerlendirilmiştir. Lactate-E (Newell et al., 2007) analiz programı kullanılmıştır.
6. Modifiye Dmax: Bu metotta hesaplama Dmax yöntemi ile benzer şekilde yapılmış ancak İş yükü (hız) ve Laktat çiftlerinden çizilen düz çizgi, Laktattaki 0.4mmol artıştan hemen önceye denk gelen noktadan en yüksek İş yükü (hız) ve Laktat çiftine doğru çizilmiştir. Lactate-E analiz (Newell et al., 2007) programı kullanılmıştır.
7. Adapt: Laktat taban değerindeki 0.4 mmol artıştan hemen önce gelen İş yükü (hız) Laktat Eşik olarak değerlendirilmiştir. Lactate-E (Newell et al., 2007) analiz programı kullanılmıştır.
8. Sabit Laktat Konsantrasyonları (3.5, 3.0, 2.5, 2.0) : Sabit değerlerde tespit edilen Laktat Eşik noktalara karşılık gelen İş yükü (hız), kalp atımı ve  $VO_2$  değerleri üçüncü derece polinomial ile belirlenmiştir. Laktat-E analiz (Newell et al., 2007) programı kullanılmıştır.

### **Solunum ve/veya Gaz Değişim Göstergeleri (Noninvazif Yöntemler)**

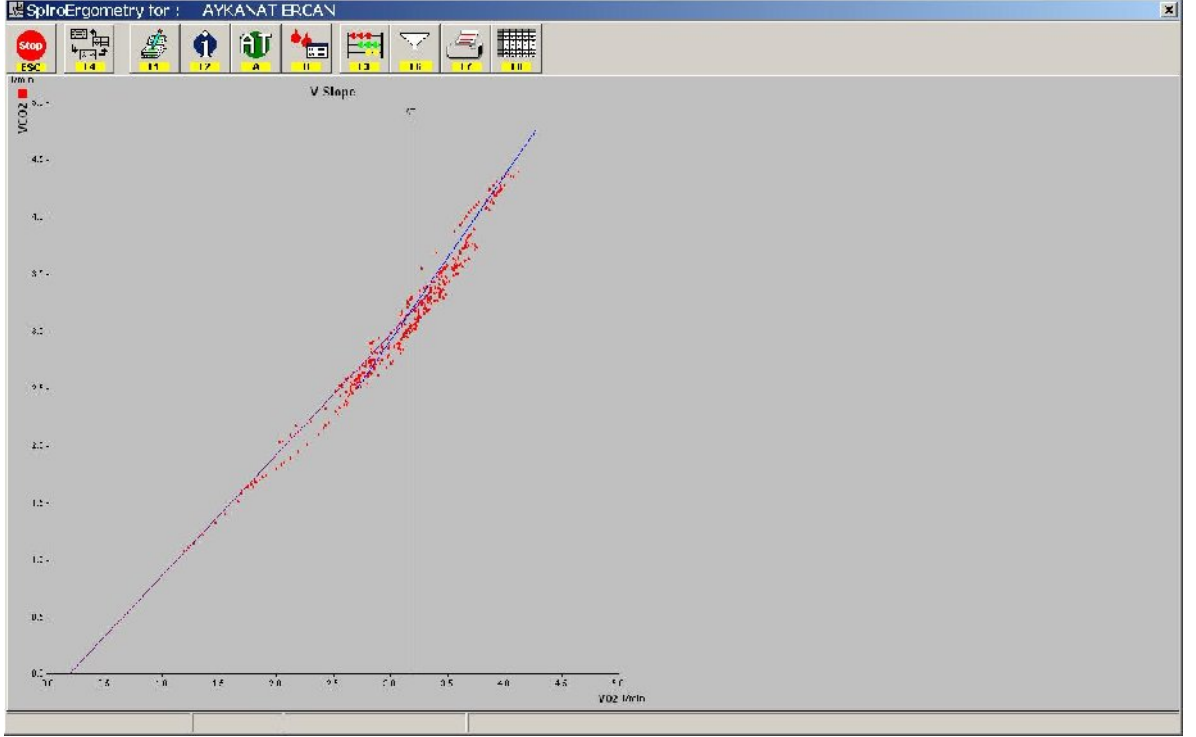
Gaz değişimine ait göstergelerden, literatürde tespit edilen ve sık kullanılan beş gösterge seçilmiş ve kullanılmıştır.

1. RER: 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 (Amann et al., 2006).



Şekil 3.2: RER yöntemi ile, ZAN 600 Ergospirometre'den elde edilen Anaerobik eşik (Örnek)

2. V-Slope: 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. Ergospirometre software'i V-Slope'u otomatik olarak tespit etmiştir.



Şekil 3.3: V-Slope yöntemi ile, ZAN 600 Ergospirometre'den elde edilen Anaerobik eşik (Örnek)

3.  $EqO_2$ : Bu yöntem;  $VE/VO_2$  dadasında zamanla değişimde sistematik bir artışa karşın,  $VE/VCO_2$  dadasında bu artışa eşlik eden bir artışın bulunmadığı noktanın tespit edilmesini içermektedir (Caiozzo et al., 1982). SE' nin belirlenmesinde, data toplanması sürecine katılmamış ve denek gurubu hakkında bilgileri bulunmayan iki bağımsız araştırmacı yukarıda belirtilen kriterlere göre SE'yi belirlemişlerdir. Bağımsız araştırmacıların değerlendirmelerinin ortalaması SE olarak değerlendirilmiştir.
4. VE (Caiozzo et al., 1982): Bu yöntemde VE'nin zamanla değişiminde nonlineer artışın başladığı nokta curvelineer regresyon analizi ile belirlenmiş ve bu nokta AE olarak kabul edilmiştir.

5.  $VCO_2$  (Caiozzo et al., 1982): Bu yöntemde  $VCO_2$ 'nin zamanla değişiminde nonlinear artışın başladığı nokta curvelineer regresyon analizi ile belirlenmiş ve bu nokta AE olarak kabul edilmiştir.

### 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 and Farrally, 2000) el parmak ucu, kulak memesi, ayak başparmağı bölgeleri arasında ölçülen laktat 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  $\mu$ l 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'te, çoklu ölçümlerdeki güvenilirliği  $r=0.997$  ve standart hatası 0.2 mmol/l'te olarak tespit edilmiştir (Bishop, 1999).

### **3.4 İSTATİSTİK ANALİZ**

Elde edilen veriler Lactate-E (Newell et al., 2007) analiz programı ve SPSS 11.5 paket programına aktarılmış ve istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,01 ve 0,05 olarak belirlenmiştir. Tanımlayıcı istatistik, pearson korelasyon ve curvelineer regresyon testleri kullanılarak analizler yapılmıştır.

#### 4.BULGULAR

**Tablo 3:** Boy, Vücut Ağırlığı, Vücut Yağ Yüzdesi, Yaş, Antrenman Yaşı Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
BOY (CM)	19	169,00	196,00	178,02	5,86
VÜCUT AĞIRLIĞI (KG)	19	62,00	89,00	74,87	6,62
VYY	19	2,70	81,00	11,98	16,93
YAŞ (YIL)	19	19,00	33,00	26,63	3,98
ANTYAŞ	19	10,00	22,00	15,00	3,49

**Tablo 4:** Seçili Bazı Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
VO <sub>2</sub>	19	3,01	4,58	3,79	,36
MaxVO <sub>2</sub>	19	45,06	55,14	50,68	2,85
TZ	19	13,00	20,00	15,61	1,84
KA(MAX)	19	175,00	218,00	191,84	11,88
MAX.LAKTAT	19	4,90	10,70	7,72	1,75

**Tablo 5:** İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	247	2,30	18,00	9,82	3,22
HIZ	247	10,00	16,00	12,90	1,38
KA(AE)	247	133,40	196,00	170,19	13,29
SF(AE)	247	20,00	59,00	41,92	7,83
VO <sub>2</sub> AE	247	1,86	4,13	3,21	,42
MAXVO <sub>2</sub> AE	247	24,12	50,73	41,92	4,39
RER	247	,86	1,13	,9747	,04
EQCO <sub>2</sub>	247	19,90	32,80	27,31	2,61
EQO <sub>2</sub>	247	17,80	34,30	26,76	3,36
LA	247	2,50	9,80	4,97	1,70
%MaxVO <sub>2</sub>	247	43,74	99,86	82,74	8,59

**Tablo 6:** Non- İnvazif Yöntemlerin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	95	6,00	18,00	11,39	2,62
HIZ	95	11,20	16,00	13,77	1,03
KA(AE)	95	147,00	195,00	172,96	11,66
SF(AE)	95	23,00	57,00	43,50	7,54
VO <sub>2</sub> AE	95	2,33	4,13	3,28	,44
MAXVO <sub>2</sub> AE	95	27,58	49,81	43,04	3,75
RER	95	,88	1,07	,98	,04
EQCO <sub>2</sub>	95	21,30	32,80	27,79	2,53
EQO <sub>2</sub>	95	20,10	33,20	27,58	3,10
LA	95	2,80	9,80	5,55	1,61
%MaxVO <sub>2</sub>	95	53,91	94,53	85,00	6,67

**Tablo 7:** İnvazif Yöntemlerin Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	150	2,30	15,00	8,89	3,15
HIZ	150	10,00	14,80	12,38	1,28
KA(AE)	150	133,40	196,00	168,83	13,68
SF(AE)	150	20,00	59,00	40,96	7,91
VO <sub>2</sub> AE	150	1,86	4,10	3,18	,41
MAXVO <sub>2</sub> AE	150	24,12	50,73	41,26	4,63
RER	150	,86	1,13	,96	,04
EQCO <sub>2</sub>	150	19,90	32,80	27,01	2,63
EQO <sub>2</sub>	150	17,80	34,30	26,26	3,43
LA	150	2,50	9,40	4,65	1,65
%MaxVO <sub>2</sub>	150	43,74	99,86	81,47	9,33

**Tablo 8:** RER Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

RER	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	9,00	18,00	12,84	2,29
HIZ	19	12,40	16,00	14,29	,92
KA(AE)	19	163,00	195,00	178,63	9,39
SF(AE)	19	30,00	56,00	44,94	7,12
VO <sub>2</sub> (AE)	19	2,49	4,13	3,49	,38
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	40,99	48,95	44,69	2,62
RER	19	,93	1,07	1,00	,03
EQCO <sub>2</sub>	19	21,30	32,00	28,22	2,56
EQO <sub>2</sub>	19	20,10	32,00	28,47	2,92
LA	19	3,70	9,80	6,35	1,92
%MaxVO <sub>2</sub>	19	82,88	93,71	88,19	2,57



**Tablo 9:** V-Slope Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

V-SLOPE	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	7,00	12,00	9,51	1,38
HIZ	19	12,40	13,60	13,15	,59
KA(AE)	19	153,00	179,00	168,05	8,34
SF(AE)	19	23,00	50,00	39,52	7,69
VO <sub>2</sub> (AE)	19	2,76	3,70	3,14	,30
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	37,70	45,91	41,80	2,15
RER	19	,92	1,02	,95	,02
EQCO <sub>2</sub>	19	21,80	31,90	26,54	2,39
EQO <sub>2</sub>	19	20,80	30,90	25,75	2,72
LA	19	3,40	6,70	4,59	,95
%MaxVO <sub>2</sub>	19	73,87	86,15	82,56	3,30

**Tablo 10:** EQO2 Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

EQO2	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	9,00	18,00	12,84	2,29
HIZ	19	12,40	16,00	14,29	,92
KA(AE)	19	163,00	195,00	178,63	9,39
SF(AE)	19	30,00	56,00	44,94	7,12
VO <sub>2</sub> (AE)	19	2,49	4,13	3,49	,38
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	40,99	48,95	44,69	2,62
RER	19	,93	1,07	1,00	,03
EQCO <sub>2</sub>	19	21,30	32,00	28,22	2,56
EQO <sub>2</sub>	19	20,10	32,00	28,47	2,92
LA	19	3,70	9,80	6,35	1,92
%MaxVO <sub>2</sub>	19	82,88	93,71	88,19	2,57

**Tablo 11: VE Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri**

VE	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	8,00	17,00	10,57	2,56
HIZ	19	12,40	16,00	13,47	1,05
KA(AE)	19	148,00	188,00	169,84	12,88
SF(AE)	19	25,00	55,00	43,63	7,64
VO <sub>2</sub> (AE)	19	2,53	3,91	3,16	,44
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	36,18	49,81	42,69	4,07
RER	19	,88	1,04	,97	,047
EQCO <sub>2</sub>	19	23,60	32,80	27,57	2,40
EQO <sub>2</sub>	19	21,60	32,90	26,91	3,12
LA	19	2,80	7,30	5,12	1,24
%MaxVO <sub>2</sub>	19	67,61	94,53	84,31	7,30

**Tablo 12: VCO2 Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri**

VCO2	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	6,00	17,00	11,21	2,85
HIZ	19	11,20	16,00	13,66	1,16
KA(AE)	19	147,00	188,00	169,68	13,55
SF(AE)	19	25,00	57,00	44,47	7,45
VO <sub>2</sub> (AE)	19	2,33	3,96	3,14	,53
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	27,58	48,87	41,33	5,30
RER	19	,90	1,07	,99	,043
EQCO <sub>2</sub>	19	23,60	32,80	28,41	2,54
EQO <sub>2</sub>	19	23,30	33,20	28,28	3,12
LA	19	3,60	7,30	5,31	1,09
%MaxVO <sub>2</sub>	19	53,91	93,66	81,73	10,74

**Tablo 13:** LE<sub>CrV</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

LE <sub>CrV</sub>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	6,50	11,40	9,69	1,20
HIZ	19	12,40	13,60	13,34	,50
KA(AE)	19	153,00	196,00	174,31	10,03
SF(AE)	19	23,00	54,00	41,36	7,98
VO <sub>2</sub> (AE)	19	2,49	3,78	3,18	,31
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	38,75	47,60	42,71	2,18
RER	19	,92	1,06	,98	,034
EQCO <sub>2</sub>	19	19,90	32,10	26,93	2,64
EQO <sub>2</sub>	19	18,30	31,70	26,74	3,03
LA	19	2,80	5,90	4,39	,79
%MaxVO <sub>2</sub>	19	74,72	93,81	84,43	4,84

**Tablo 14:** LE<sub>La-E</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

LE <sub>La-E</sub>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	7,00	15,00	10,23	1,99
HIZ	19	11,60	14,70	12,69	,86
KA(AE)	19	142,00	194,90	172,41	13,12
SF(AE)	19	26,00	59,00	43,47	7,66
O <sub>2</sub> (AE)	19	2,80	4,10	3,30	,37
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	35,77	50,73	43,23	3,58
RER	19	,93	1,05	,97	,03
EQCO <sub>2</sub>	19	23,30	32,50	27,81	2,41
EQO <sub>2</sub>	19	21,60	32,50	27,27	2,80
LA	19	3,00	9,40	5,20	1,85
%MaxVO <sub>2</sub>	19	72,91	99,86	85,41	6,84

**Tablo 15:** LE<sub>Log</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

LE <sub>Log</sub>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	6,00	14,20	10,14	2,37
HIZ	19	10,70	14,50	12,63	1,11
KA(AE)	19	133,40	191,00	171,47	15,52
SF(AE)	19	24,00	59,00	43,05	8,22
VO <sub>2</sub> (AE)	19	2,60	4,10	3,30	,41
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	32,58	49,30	42,43	4,11
RER	19	,89	1,13	,98	,05
EQCO <sub>2</sub>	19	22,50	32,80	28,05	2,57
EQO <sub>2</sub>	19	20,00	33,30	27,46	3,40
LA	19	2,50	9,30	5,34	2,04
%MaxVO <sub>2</sub>	19	64,94	99,86	83,90	8,79

**Tablo 16:** LE<sub>Dmax</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

LE <sub>Dmax</sub>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	17	9,10	14,30	11,55	1,50
HIZ	17	12,60	14,80	13,41	,69
KA(AE)	17	163,00	192,00	176,44	8,51
SF(AE)	17	27,00	56,00	42,82	7,88
VO <sub>2</sub> (AE)	17	2,80	4,10	3,48	,33
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	17	40,95	49,90	44,42	2,75
RER	17	,90	1,07	,99	,04
EQCO <sub>2</sub>	17	21,30	30,50	27,05	2,52
EQO <sub>2</sub>	17	19,10	32,10	27,04	3,58
LA	17	3,90	9,30	6,02	1,70
%MaxVO <sub>2</sub>	17	77,87	97,54	87,54	5,57

**Tablo 17:** LE<sub>ModDmax</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

<b>MODDMAX</b>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	17	9,00	14,20	11,67	1,52
HIZ	17	12,40	14,80	13,45	,67
KA(AE)	17	167,00	192,00	177,54	7,56
SF(AE)	17	33,00	58,00	43,41	6,50
VO <sub>2</sub> (AE)	17	2,63	4,10	3,46	,35
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	17	39,64	49,76	44,39	3,06
RER	17	,90	1,08	,99	,04
EQCO <sub>2</sub>	17	21,50	32,40	28,00	2,86
EQO <sub>2</sub>	17	19,40	34,30	28,01	3,89
LA	17	4,30	9,30	6,03	1,67
%MaxVO <sub>2</sub>	17	80,09	97,26	87,41	5,08

**Tablo 18:** LE<sub>ADAPT</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

<b>LE<sub>ADAPT</sub></b>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	19	2,30	10,40	4,62	2,32
HIZ	19	10,00	12,50	10,68	,83
KA(AE)	19	135,30	179,50	154,71	12,55
SF(AE)	19	22,00	47,00	35,63	7,09
VO <sub>2</sub> (AE)	19	2,20	3,20	2,86	,28
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	19	24,12	45,72	36,21	4,49
RER	19	,86	1,00	,92	,04
EQCO <sub>2</sub>	19	20,90	30,50	25,75	2,23
EQO <sub>2</sub>	19	17,90	28,20	23,94	2,70
LA	19	2,50	4,30	3,34	,57
%MaxVO <sub>2</sub>	19	43,74	86,76	71,71	9,82

**Tablo 19:** LE<sub>4mmol</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

LE <sub>4mmol</sub>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	18	3,00	12,10	7,62	3,13
HIZ	18	10,00	13,60	11,85	1,16
KA(AE)	18	146,00	188,00	165,81	11,71
SF(AE)	18	20,00	56,00	39,00	8,24
VO <sub>2</sub> (AE)	18	1,86	3,70	2,99	,44
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	18	26,64	45,95	39,35	5,01
RER	18	,87	1,00	,94	,03
EQCO <sub>2</sub>	18	20,30	32,50	26,40	2,83
EQO <sub>2</sub>	18	17,80	31,00	25,18	3,29
LA	18	4,00	4,00	4,00	,00
%MaxVO <sub>2</sub>	18	48,31	93,07	78,05	10,25

**Tablo 20:** LE<sub>3,5mmol</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

LE <sub>3,5mmol</sub>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	14	3,10	10,50	6,79	2,49
HIZ	14	10,20	12,50	11,42	,76
KA(AE)	14	148,30	186,00	164,77	10,83
SF(AE)	14	25,00	54,00	39,92	8,25
VO <sub>2</sub> (AE)	14	2,60	3,50	2,96	,28
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	14	35,23	44,86	39,60	3,09
RER	14	,87	,98	,94	,03
EQCO <sub>2</sub>	14	22,30	31,80	26,19	2,54
EQO <sub>2</sub>	14	19,80	31,10	24,82	3,18
LA	14	3,50	3,50	3,50	,00
%MaxVO <sub>2</sub>	14	68,20	85,86	77,90	5,88

**Tablo 21:** LE<sub>3mmol</sub> Yönteminden Elde Edilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

LE <sub>3mmol</sub>	n	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
ZAMAN	8	4,10	9,00	5,91	2,14
HIZ	8	10,20	12,00	11,12	,643
KA(AE)	8	143,70	170,00	153,80	9,74
SF(AE)	8	27,00	48,00	38,75	6,22
VO <sub>2</sub> (AE)	8	2,49	3,30	2,85	,32
MaxVO <sub>2</sub> (AE)	8	30,94	44,38	36,09	3,99
RER	8	,87	1,00	,93	,04
EQCO <sub>2</sub>	8	22,70	29,70	26,45	2,43
EQO <sub>2</sub>	8	20,30	28,50	24,88	3,08
LA	8	3,00	3,00	3,00	,00
%MaxVO <sub>2</sub>	8	60,48	84,23	70,90	8,77

**Tablo 22:** Zaman Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları

ZAMAN		RER	V-SLOPE	EQO <sub>2</sub>	VE	VCO <sub>2</sub>
RER	Pearson Correlation	1	,008	<b>1,000(**)</b>	,096	,404
	Sig. (2-tailed)	.	,975	.	,697	,086
	N	19	19	<b>19</b>	19	19
V-SLOPE	Pearson Correlation		1	,008	,290	,274
	Sig. (2-tailed)		.	,975	,229	,257
	N		19	19	19	19
EQO <sub>2</sub>	Pearson Correlation			1	,096	,404
	Sig. (2-tailed)			.	,697	,086
	N			19	19	19
VE	Pearson Correlation				1	<b>,792(**)</b>
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,000</b>
	N				19	<b>19</b>
VCO <sub>2</sub>	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					.
	N					19

**Tablo 23: Hız Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>HIZ</b>		RER	V-SLOPE	EQO <sub>2</sub>	VE	VCO <sub>2</sub>
RER	Pearson Correlation	1	,314	,008	<b>1,000(**)</b>	,096
	Sig. (2-tailed)	.	,190	,975	.	,697
	N	19	19	19	<b>19</b>	19
V-SLOPE	Pearson Correlation		1	<b>,810(**)</b>	,314	,455
	Sig. (2-tailed)		.	<b>,000</b>	,190	,050
	N		19	<b>19</b>	19	19
EQO <sub>2</sub>	Pearson Correlation			1	,008	,290
	Sig. (2-tailed)			.	,975	,229
	N			19	19	19
VE	Pearson Correlation				1	,096
	Sig. (2-tailed)				.	,697
	N				19	19
VCO <sub>2</sub>	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					.
	N					19

**Tablo 24: Kalp Atımı Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>Kalp Atımı</b>		RER	V-SLOPE	EQO <sub>2</sub>	VE	VCO <sub>2</sub>
RER	Pearson Correlation	1	<b>,843(**)</b>	<b>1,000(**)</b>	<b>,729(**)</b>	<b>,739(**)</b>
	Sig. (2-tailed)	.	<b>,000</b>	.	<b>,000</b>	<b>,000</b>
	N	19	19	19	19	19
V-SLOPE	Pearson Correlation		1	<b>,843(**)</b>	<b>,730(**)</b>	<b>,730(**)</b>
	Sig. (2-tailed)		.	<b>,000</b>	<b>,000</b>	<b>,000</b>
	N		19	19	19	19
EQO <sub>2</sub>	Pearson Correlation			1	<b>,729(**)</b>	<b>,739(**)</b>
	Sig. (2-tailed)			.	<b>,000</b>	<b>,000</b>
	N			19	19	19
VE	Pearson Correlation				1	<b>,959(**)</b>
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,000</b>
	N				19	19
VCO <sub>2</sub>	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					.
	N					19



**Tablo 25: Laktat Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>Laktat</b>		RER	V-SLOPE	EQO <sub>2</sub>	VE	VCO <sub>2</sub>
RER	Pearson Correlation	1	<b>,613(**)</b>	<b>1,000(**)</b>	<b>,563(*)</b>	<b>,541(*)</b>
	Sig. (2-tailed)	.	<b>,005</b>	.	<b>,012</b>	<b>,017</b>
	N	19	19	19	19	19
V-SLOPE	Pearson Correlation		1	<b>,613(**)</b>	<b>,473(*)</b>	<b>,431</b>
	Sig. (2-tailed)		.	<b>,005</b>	<b>,041</b>	<b>,065</b>
	N		19	19	19	19
EQO <sub>2</sub>	Pearson Correlation			1	<b>,563(*)</b>	<b>,541(*)</b>
	Sig. (2-tailed)			.	<b>,012</b>	<b>,017</b>
	N			19	19	19
VE	Pearson Correlation				1	<b>,953(**)</b>
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,000</b>
	N				19	19
VCO <sub>2</sub>	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					.
	N					19

**Tablo 26: VO<sub>2</sub> Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>VO2</b>		RER	V-SLOPE	EQO <sub>2</sub>	VE	VCO <sub>2</sub>
RER	Pearson Correlation	1	<b>,459(*)</b>	<b>1,000(**)</b>	,442	,452
	Sig. (2-tailed)	.	,048	.	,058	,052
	N	19	19	19	19	19
V-SLOPE	Pearson Correlation		1	<b>,459(*)</b>	<b>,519(*)</b>	<b>,501(*)</b>
	Sig. (2-tailed)		.	,048	,023	,029
	N		19	19	19	19
EQO <sub>2</sub>	Pearson Correlation			1	,442	,452
	Sig. (2-tailed)			.	,058	,052
	N			19	19	19
VE	Pearson Correlation				1	<b>,927(**)</b>
	Sig. (2-tailed)				.	,000
	N				19	19
VCO <sub>2</sub>	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					.
	N					19

**Tablo 27:** AE' deki %MaxVO<sub>2</sub> Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları

%MaxVO <sub>2</sub>		RER	V-SLOPE	EQO <sub>2</sub>	VE	VCO <sub>2</sub>
RER	Pearson Correlation	1	,115	<b>1,000(**)</b>	-,141	-,174
	Sig. (2-tailed)	.	,638	.	,564	,477
	N	19	19	19	19	19
V-SLOPE	Pearson Correlation		1	,115	<b>,601(**)</b>	<b>,533(*)</b>
	Sig. (2-tailed)		.	,638	<b>,007</b>	<b>,019</b>
	N		19	19	19	19
EQO <sub>2</sub>	Pearson Correlation			1	-,141	-,174
	Sig. (2-tailed)			.	,564	,477
	N			19	19	19
VE	Pearson Correlation				1	<b>,721(**)</b>
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,001</b>
	N				19	19
VCO <sub>2</sub>	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					.
	N					19

**Tablo 28:** MaxVO<sub>2</sub> Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları

MaxVO <sub>2</sub>		RER	V-SLOPE	EQO <sub>2</sub>	VE	VCO <sub>2</sub>
RER	Pearson Correlation	1	<b>,632(**)</b>	<b>1,000(**)</b>	,270	-,037
	Sig. (2-tailed)	.	<b>,004</b>	.	,264	,880
	N	19	19	19	19	19
V-SLOPE	Pearson Correlation		1	<b>,632(**)</b>	<b>,671(**)</b>	,411
	Sig. (2-tailed)		.	<b>,004</b>	<b>,002</b>	,080
	N		19	19	19	19
EQO <sub>2</sub>	Pearson Correlation			1	,270	-,037
	Sig. (2-tailed)			.	,264	,880
	N			19	19	19
VE	Pearson Correlation				1	<b>,694(**)</b>
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,001</b>
	N				19	19
VCO <sub>2</sub>	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					.
	N					19

**Tablo 29: SF Değişkeninin (Non-İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

SF		RER	V-SLOPE	EQO <sub>2</sub>	VE	VCO <sub>2</sub>
RER	Pearson Correlation	1	,740(**)	1,000(**)	,770(**)	,830(**)
	Sig. (2-tailed)	.	,000	.	,000	,000
	N	19	19	19	19	19
V-SLOPE	Pearson Correlation		1	,740(**)	,647(**)	,640(**)
	Sig. (2-tailed)		.	,000	,003	,003
	N		19	19	19	19
EQO <sub>2</sub>	Pearson Correlation			1	,770(**)	,830(**)
	Sig. (2-tailed)			.	,000	,000
	N			19	19	19
VE	Pearson Correlation				1	,885(**)
	Sig. (2-tailed)				.	,000
	N				19	19
VCO <sub>2</sub>	Pearson Correlation					1
	Sig. (2-tailed)					.
	N					19

**Tablo 30: Zaman Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>ZAMAN</b>		LE <sub>CRV</sub>	LE <sub>LAC-E</sub>	LE <sub>LOG</sub>	LE <sub>DMAX</sub>	LE <sub>MODDMAX</sub>	LE <sub>ADAPT</sub>	LE <sub>4MMOL</sub>	LE <sub>3,5MMOL</sub>	LE <sub>3MMOL</sub>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	1	-,157	-,233	,097	,087	,009	-,189	-,149	,408
	Sig. (2-tailed)	.	,522	,337	,711	,739	,970	,451	,611	,316
	N	19	19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation		1	<b>,710(**)</b>	-,053	-,169	-,429	-,243	,156	-,703
	Sig. (2-tailed)		.	<b>,001</b>	,840	,516	,067	,332	,594	,052
	N		19	<b>19</b>	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation			1	-,006	-,017	<b>-,555(*)</b>	-,034	,320	-,440
	Sig. (2-tailed)			.	,980	,947	<b>,014</b>	,892	,265	,276
	N			19	17	17	<b>19</b>	18	14	8
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation				1	<b>,939(**)</b>	,375	,223	,055	-,065
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,000</b>	,138	,389	,852	,878
	N				17	<b>17</b>	17	17	14	8
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation					1	,317	,256	,084	,002
	Sig. (2-tailed)					.	,215	,321	,776	,997
	N					17	17	17	14	8
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation						1	,129	,303	,307
	Sig. (2-tailed)						.	,611	,292	,460
	N						19	18	14	8
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation							1	,132	-,063
	Sig. (2-tailed)							.	,654	,883
	N							18	14	8
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation								1	,292
	Sig. (2-tailed)								.	,483
	N								14	8
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation									1
	Sig. (2-tailed)									.
	N									8

**Tablo 31 : Hız Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>HIZ</b>		LE <sub>CRV</sub>	LE <sub>LAC-E</sub>	LE <sub>LOG</sub>	LE <sub>DMAX</sub>	LE <sub>MODDMAX</sub>	LE <sub>ADAPT</sub>	LE <sub>4MMOL</sub>	LE <sub>3,5MMOL</sub>	LE <sub>3MMOL</sub>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	1	,165	,239	-,239	-,117	-,148	,213	-,424	-,014
	Sig. (2-tailed)	.	,498	,325	,325	,654	,570	,380	,080	,962
	N	19	19	19	19	17	17	19	18	14
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation		1	-,157	-,233	,097	,087	,009	-,189	-,149
	Sig. (2-tailed)		.	,522	,337	,711	,739	,970	,451	,611
	N		19	19	19	17	17	19	18	14
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation			1	<b>,710(**)</b>	-,053	-,169	-,429	-,243	,156
	Sig. (2-tailed)			.	<b>,001</b>	,840	,516	,067	,332	,594
	N			19	19	17	17	19	18	14
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation				1	-,006	-,017	<b>-,555(*)</b>	-,034	,320
	Sig. (2-tailed)				.	,980	,947	<b>,014</b>	,892	,265
	N				19	17	17	19	18	14
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation					1	<b>,939(**)</b>	,375	,223	,055
	Sig. (2-tailed)					.	<b>,000</b>	,138	,389	,852
	N					17	17	17	17	14
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation						1	,317	,256	,084
	Sig. (2-tailed)						.	,215	,321	,776
	N						17	17	17	14
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation							1	,129	,303
	Sig. (2-tailed)							.	,611	,292
	N							19	18	14
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation								1	,132
	Sig. (2-tailed)								.	,654
	N								18	14
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation									1
	Sig. (2-tailed)									.
	N									14

**Tablo 32: Kalp Atımı (İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>Kalp Atımı</b>		LE <sub>CRV</sub>	LE <sub>LAC-E</sub>	LE <sub>LOG</sub>	LE <sub>DMAX</sub>	LE <sub>MODDMAX</sub>	LE <sub>ADAPT</sub>	LE <sub>4MMOL</sub>	LE <sub>3,5MMOL</sub>	LE <sub>3MMOL</sub>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	1	<b>,674(**)</b>	<b>,602(**)</b>	,376	<b>,524(*)</b>	<b>,673(**)</b>	,030	,022	-,001
	Sig. (2-tailed)	.	,002	,006	,137	,031	,002	,904	,942	,998
	N	19	19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation		1	<b>,897(**)</b>	,098	,277	<b>,478(*)</b>	-,048	-,127	-,531
	Sig. (2-tailed)		.	,000	,708	,282	,038	,851	,666	,176
	N		19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation			1	-,006	,147	,394	,106	-,242	,094
	Sig. (2-tailed)			.	,981	,574	,095	,676	,404	,825
	N			19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation				1	<b>,885(**)</b>	,322	,262	-,366	-,189
	Sig. (2-tailed)				.	,000	,208	,310	,199	,655
	N				17	17	17	17	14	8
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation					1	,271	,138	-,090	-,206
	Sig. (2-tailed)					.	,293	,597	,761	,624
	N					17	17	17	14	8
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation						1	,004	-,201	-,117
	Sig. (2-tailed)						.	,987	,492	,783
	N						19	18	14	8
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation							1	-,321	,401
	Sig. (2-tailed)							.	,262	,325
	N							18	14	8
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation								1	,232
	Sig. (2-tailed)								.	,580
	N									8
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation									1
	Sig. (2-tailed)									.
	N									8

**Tablo 33: Laktat (İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>Laktat</b>		LE <sub>CRV</sub>	LE <sub>LAC-E</sub>	LE <sub>LOG</sub>	LE <sub>DMAX</sub>	LE <sub>MODDMAX</sub>	LE <sub>ADAPT</sub>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	1	<b>,528(*)</b>	<b>,688(**)</b>	,349	,405	<b>,537(*)</b>
	Sig. (2-tailed)	.	,020	,001	,170	,107	,018
	N	19	19	19	17	17	19
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation		1	<b>,878(**)</b>	,049	,099	,335
	Sig. (2-tailed)		.	,000	,851	,706	,160
	N		19	19	17	17	19
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation			1	,075	,138	,392
	Sig. (2-tailed)			.	,774	,598	,097
	N			19	17	17	19
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation				1	<b>,990(**)</b>	,243
	Sig. (2-tailed)				.	,000	,348
	N				17	17	17
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation					1	,248
	Sig. (2-tailed)					.	,337
	N					17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation						1
	Sig. (2-tailed)						.
	N						19

**Tablo 34: VO<sub>2</sub> (İnvazif) Korelasyon Sonuçları**

<b>VO<sub>2</sub></b>		LE <sub>CRVI</sub>	LE <sub>LAC-E</sub>	LE <sub>LOG</sub>	LE <sub>DMAX</sub>	LE <sub>MODDMAX</sub>	LE <sub>ADAPT</sub>	LE <sub>4MMOL</sub>	LE <sub>3,5MMOL</sub>	LE <sub>3MMOL</sub>
LE <sub>CRVI</sub>	Pearson Correlation	1	<b>,605(**)</b>	<b>,592(**)</b>	,152	,172	<b>,621(**)</b>	,197	-,446	,159
	Sig. (2-tailed)	.	,006	,008	,559	,509	,005	,432	,110	,707
	N	19	19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation		1	<b>,917(**)</b>	,355	,381	,328	-,090	-,075	-,203
	Sig. (2-tailed)		.	,000	,163	,131	,171	,724	,800	,630
	N		19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation			1	,107	,136	,202	,050	-,098	-,207
	Sig. (2-tailed)			.	,682	,603	,407	,844	,738	,623
	N			19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation				1	<b>,945(**)</b>	,435	-,091	-,055	-,033
	Sig. (2-tailed)				.	,000	,081	,729	,853	,938
	N				17	17	17	17	14	8
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation					1	,481	-,204	-,010	,005
	Sig. (2-tailed)					.	,050	,433	,973	,990
	N					17	17	17	14	8
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation						1	-,072	-,188	,052
	Sig. (2-tailed)						.	,776	,520	,902
	N						19	18	14	8
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation							1	,317	,566
	Sig. (2-tailed)							.	,269	,144
	N							18	14	8
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation								1	,072
	Sig. (2-tailed)								.	,866
	N								14	8
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation									1
	Sig. (2-tailed)									.
	N									8



**Tablo 35:** AE' deki %MaxVO<sub>2</sub> Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları

% MaxVO <sub>2</sub>		LE <sub>CRV</sub>	LE <sub>LAC-E</sub>	LE <sub>LOG</sub>	LE <sub>DMAX</sub>	LE <sub>MODDMAX</sub>	LE <sub>ADAPT</sub>	LE <sub>4MMOL</sub>	LE <sub>3,5MMOL</sub>	LE <sub>3MMOL</sub>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	1	,323	<b>,546(*)</b>	-,060	,089	<b>,509(*)</b>	,143	,333	,498
	Sig. (2-tailed)	.	,178	<b>,016</b>	,818	,733	<b>,026</b>	,573	,244	,209
	N	19	19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation		1	<b>,646(**)</b>	-,269	-,253	,389	-,173	,173	<b>-,810(*)</b>
	Sig. (2-tailed)		.	<b>,003</b>	,297	,327	,100	,492	,553	,015
	N		19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation			1	-,450	-,369	,263	,387	,304	-,207
	Sig. (2-tailed)			.	,070	,145	,276	,112	,290	,622
	N			19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation				1	<b>,852(**)</b>	,209	-,175	,074	<b>,976(**)</b>
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,000</b>	,422	,501	,801	<b>,000</b>
	N				17	17	17	17	14	8
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation					1	,055	-,043	-,140	<b>,907(**)</b>
	Sig. (2-tailed)					.	,833	,869	,634	<b>,002</b>
	N					17	17	17	14	8
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation						1	-,207	,478	,146
	Sig. (2-tailed)						.	,409	,084	,730
	N						19	18	14	8
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation							1	,125	,293
	Sig. (2-tailed)							.	,670	,481
	N							18	14	8
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation								1	,323
	Sig. (2-tailed)								.	,436
	N								14	8
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation									1
	Sig. (2-tailed)									.
	N									8

**Tablo 36:** MaxVO<sub>2</sub> Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları

<b>MaxVO<sub>2</sub></b>		LE <sub>CRV</sub>	LE <sub>LAC-E</sub>	LE <sub>LOG</sub>	LE <sub>DMAX</sub>	LE <sub>MODDMAX</sub>	LE <sub>ADAPT</sub>	LE <sub>4MMOL</sub>	LE <sub>3,5MMOL</sub>	LE <sub>3MMOL</sub>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	1	,309	,454	<b>,571(*)</b>	<b>,534(*)</b>	,285	,163	,318	,301
	Sig. (2-tailed)	.	,198	,051	<b>,017</b>	<b>,027</b>	,238	,519	,268	,469
	N	19	19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation		1	<b>,600(**)</b>	,117	,064	,244	-,157	,200	-,675
	Sig. (2-tailed)		.	<b>,007</b>	,655	,806	,313	,535	,493	,066
	N		19	19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation			1	,005	,058	,107	,374	,294	-,452
	Sig. (2-tailed)			.	,985	,825	,662	,126	,308	,260
	N			19	17	17	19	18	14	8
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation				1	<b>,856(**)</b>	,097	,136	,015	,480
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,000</b>	,712	,601	,959	,229
	N				17	17	17	17	14	8
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation					1	-,151	,287	-,251	,415
	Sig. (2-tailed)					.	,563	,264	,386	,307
	N					17	17	17	14	8
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation						1	-,106	,405	,217
	Sig. (2-tailed)						.	,674	,150	,606
	N						19	18	14	8
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation							1	-,132	,082
	Sig. (2-tailed)							.	,652	,848
	N							18	14	8
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation								1	,243
	Sig. (2-tailed)								.	,562
	N								14	8
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation									1
	Sig. (2-tailed)									.
	N									8

**Tablo 37: SF Değişkeninin (İnvazif) Korelasyon Sonuçları7**

SF		LE <sub>CRV</sub>	LE <sub>LAC-E</sub>	LE <sub>LOG</sub>	LE <sub>DMAX</sub>	LE <sub>MODDMAX</sub>	LE <sub>ADAPT</sub>	LE <sub>4MMOL</sub>	LE <sub>3,5MMOL</sub>	LE <sub>3MMOL</sub>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	1	<b>,807(**)</b>	<b>,807(**)</b>	,189	,255	<b>,890(**)</b>	<b>,479(*)</b>	,067	,116
	Sig. (2-tailed)	.	<b>,000</b>	<b>,000</b>	,467	,323	<b>,000</b>	<b>,044</b>	,819	,784
	N	19	<b>19</b>	<b>19</b>	17	17	<b>19</b>	<b>18</b>	14	8
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation		1	<b>,861(**)</b>	,081	,135	<b>,668(**)</b>	<b>,586(*)</b>	-,004	,088
	Sig. (2-tailed)		.	<b>,000</b>	,758	,605	<b>,002</b>	<b>,011</b>	,990	,836
	N		19	<b>19</b>	17	17	<b>19</b>	<b>18</b>	14	8
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation			1	-,035	,115	<b>,636(**)</b>	,468	-,291	,095
	Sig. (2-tailed)			.	,895	,660	<b>,003</b>	,050	,313	,823
	N			19	17	17	<b>19</b>	18	14	8
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation				1	<b>,854(**)</b>	,279	,253	,422	,341
	Sig. (2-tailed)				.	<b>,000</b>	,278	,328	,133	,409
	N				17	<b>17</b>	17	17	14	8
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation					1	,273	,095	,126	,368
	Sig. (2-tailed)					.	,289	,718	,667	,370
	N					17	17	17	14	8
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation						1	,309	,107	,156
	Sig. (2-tailed)						.	,212	,716	,712
	N						19	18	14	8
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation							1	<b>,577(*)</b>	,165
	Sig. (2-tailed)							.	<b>,031</b>	,696
	N							18	<b>14</b>	8
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation								1	,536
	Sig. (2-tailed)								.	,171
	N								14	8
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation									1
	Sig. (2-tailed)									.
	N									8

**Tablo 38:** Zaman Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları

<b>HIZ</b>		RER	V-SLOPE	EQO2	VE	VCO2
LE <sub>CRVI</sub>	Pearson Correlation	,227	,141	,227	,088	,165
	Sig. (2-tailed)	,350	,565	,350	,721	,498
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation	-,045	,099	-,045	,212	,239
	Sig. (2-tailed)	,854	,687	,854	,384	,325
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation	-,234	-,256	-,234	-,293	-,239
	Sig. (2-tailed)	,334	,289	,334	,224	,325
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation	,081	-,041	,081	-,046	-,117
	Sig. (2-tailed)	,758	,877	,758	,862	,654
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation	,108	-,224	,108	-,046	-,148
	Sig. (2-tailed)	,679	,388	,679	,860	,570
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation	-,051	,393	-,051	,280	,213
	Sig. (2-tailed)	,837	,096	,837	,246	,380
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,225	-,136	-,225	-,225	-,424
	Sig. (2-tailed)	,370	,591	,370	,369	,080
	N	18	18	18	18	18
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,221	-,079	-,221	-,148	-,014
	Sig. (2-tailed)	,448	,789	,448	,613	,962
	N	14	14	14	14	14
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation	<b>-,770(*)</b>	-,047	<b>-,770(*)</b>	-,442	-,539
	Sig. (2-tailed)	<b>,026</b>	,912	<b>,026</b>	,273	,168
	N	<b>8</b>	8	<b>8</b>	8	8

**Tablo 39:** Hız Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları

<b>HIZ</b>		RER	V-SLOPE	EQO2	VE	VCO2
LE <sub>CRVI</sub>	Pearson Correlation	,404	,417	,274	,404	<b>,792(**)</b>
	Sig. (2-tailed)	,086	,076	,257	,086	<b>,000</b>
	N	19	19	19	19	<b>19</b>
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation	,227	-,013	,141	,227	,088
	Sig. (2-tailed)	,350	,958	,565	,350	,721
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation	-,045	,211	,099	-,045	,212
	Sig. (2-tailed)	,854	,387	,687	,854	,384
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation	-,234	-,172	-,256	-,234	-,293
	Sig. (2-tailed)	,334	,480	,289	,334	,224
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation	,081	,132	-,041	,081	-,046
	Sig. (2-tailed)	,758	,613	,877	,758	,862
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation	,108	-,012	-,224	,108	-,046
	Sig. (2-tailed)	,679	,962	,388	,679	,860
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,051	,423	,393	-,051	,280
	Sig. (2-tailed)	,837	,071	,096	,837	,246
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,225	-,247	-,136	-,225	-,225
	Sig. (2-tailed)	,370	,323	,591	,370	,369
	N	18	18	18	18	18
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,221	-,038	-,079	-,221	-,148
	Sig. (2-tailed)	,448	,896	,789	,448	,613
	N	14	14	14	14	14

**Tablo 40:** Kalp Atımı Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları

<b>Kalp Atımı</b>		RER	V-SLOPE	EQO2	VE	VCO2
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	,858(**)	,735(**)	,858(**)	,765(**)	,705(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,001
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation	,783(**)	,797(**)	,783(**)	,618(**)	,621(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,005	,005
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation	,707(**)	,650(**)	,707(**)	,421	,418
	Sig. (2-tailed)	,001	,003	,001	,072	,075
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation	,363	,324	,363	,037	,031
	Sig. (2-tailed)	,153	,204	,153	,889	,906
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation	,496(*)	,380	,496(*)	,191	,183
	Sig. (2-tailed)	,043	,132	,043	,463	,483
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation	,566(*)	,461(*)	,566(*)	,503(*)	,499(*)
	Sig. (2-tailed)	,011	,047	,011	,028	,030
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation	,078	-,054	,078	-,177	-,278
	Sig. (2-tailed)	,758	,832	,758	,481	,264
	N	18	18	18	18	18
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,107	-,379	-,107	,273	,258
	Sig. (2-tailed)	,715	,181	,715	,344	,373
	N	14	14	14	14	14
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,130	-,492	-,130	-,045	-,159
	Sig. (2-tailed)	,759	,216	,759	,916	,706
	N	8	8	8	8	8

**Tablo 41:** Lactate Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları

<b>LAKTAT</b>		RER	V-SLOPE	EQO2	VE	VCO2
LE <sub>CRVI</sub>	Pearson Correlation	<b>,625(**)</b>	<b>,719(**)</b>	<b>,625(**)</b>	<b>,462(*)</b>	,376
	Sig. (2-tailed)	<b>,004</b>	<b>,001</b>	<b>,004</b>	<b>,047</b>	,113
	N	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	19
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation	<b>,557(*)</b>	<b>,662(**)</b>	<b>,557(*)</b>	<b>,594(**)</b>	<b>,575(*)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,013</b>	<b>,002</b>	<b>,013</b>	<b>,007</b>	<b>,010</b>
	N	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation	<b>,671(**)</b>	<b>,667(**)</b>	<b>,671(**)</b>	<b>,464(*)</b>	,451
	Sig. (2-tailed)	<b>,002</b>	<b>,002</b>	<b>,002</b>	<b>,045</b>	,052
	N	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	19
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation	,351	,128	,351	,213	,233
	Sig. (2-tailed)	,167	,625	,167	,411	,368
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation	,401	,178	,401	,281	,294
	Sig. (2-tailed)	,111	,495	,111	,274	,253
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation	<b>,518(*)</b>	<b>,663(**)</b>	<b>,518(*)</b>	,162	,103
	Sig. (2-tailed)	<b>,023</b>	<b>,002</b>	<b>,023</b>	,507	,675
	N	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	19	19

**Tablo 42:** VO<sub>2</sub> Değişkeninin İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları

VO <sub>2</sub>		RER	V-SLOPE	EQO2	VE	VCO2
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	<b>,625(**)</b>	,318	<b>,625(**)</b>	<b>,523(*)</b>	<b>,566(*)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,004</b>	,185	<b>,004</b>	<b>,022</b>	<b>,012</b>
	N	<b>19</b>	19	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation	<b>,521(*)</b>	,416	<b>,521(*)</b>	<b>,714(**)</b>	<b>,745(**)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,022</b>	,077	<b>,022</b>	<b>,001</b>	<b>,000</b>
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation	<b>,527(*)</b>	,336	<b>,527(*)</b>	<b>,467(*)</b>	<b>,555(*)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,020</b>	,160	<b>,020</b>	<b>,044</b>	<b>,014</b>
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation	,346	,420	,346	,369	,264
	Sig. (2-tailed)	,174	,093	,174	,145	,306
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation	,263	,482	,263	,395	,302
	Sig. (2-tailed)	,308	,050	,308	,117	,238
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation	,252	,409	,252	,430	,532(*)
	Sig. (2-tailed)	,298	,082	,298	,066	,019
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation	,278	-,211	,278	-,295	-,236
	Sig. (2-tailed)	,263	,400	,263	,234	,346
	N	18	18	18	18	18
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,216	-,218	-,216	-,145	-,061
	Sig. (2-tailed)	,458	,453	,458	,621	,835
	N	14	14	14	14	14
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation	,232	,042	,232	-,122	-,077
	Sig. (2-tailed)	,580	,921	,580	,774	,855
	N	8	8	8	8	8



**Tablo 43:** AE’ deki %MaxVO<sub>2</sub> İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları

%MaxVO <sub>2</sub>		RER	V-SLOPE	EQO2	VE	VCO2
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	,117	,428	,117	,058	,154
	Sig. (2-tailed)	,632	,067	,632	,813	,530
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation	-,108	,300	-,108	,365	,435
	Sig. (2-tailed)	,659	,211	,659	,125	,063
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation	,414	,338	,414	-,005	,004
	Sig. (2-tailed)	,078	,157	,078	,983	,988
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation	<b>-,580(*)</b>	,219	<b>-,580(*)</b>	,019	-,123
	Sig. (2-tailed)	<b>,015</b>	,398	<b>,015</b>	,942	,638
	N	<b>17</b>	17	<b>17</b>	17	17
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation	-,318	,160	-,318	-,092	-,175
	Sig. (2-tailed)	,213	,540	,213	,725	,503
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation	-,284	,429	-,284	,308	<b>,485(*)</b>
	Sig. (2-tailed)	,238	,067	,238	,200	<b>,035</b>
	N	19	19	19	19	<b>19</b>
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation	<b>,576(*)</b>	-,149	<b>,576(*)</b>	-,424	<b>-,506(*)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,012</b>	,555	<b>,012</b>	,080	<b>,032</b>
	N	<b>18</b>	18	<b>18</b>	18	<b>18</b>
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,278	,077	-,278	-,309	,044
	Sig. (2-tailed)	,336	,794	,336	,282	,882
	N	14	14	14	14	14
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,109	,361	-,109	-,597	-,613
	Sig. (2-tailed)	,798	,380	,798	,118	,106
	N	8	8	8	8	8

**Tablo 44:** MaxVO<sub>2</sub> İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları

<b>MaxVO<sub>2</sub></b>		<b>RER</b>	<b>V-SLOPE</b>	<b>EQO2</b>	<b>VE</b>	<b>VCO2</b>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	,364	,436	,364	,127	,030
	Sig. (2-tailed)	,126	,062	,126	,604	,904
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation	,238	,402	,238	<b>,456(*)</b>	,420
	Sig. (2-tailed)	,327	,088	,327	<b>,050</b>	,074
	N	19	19	19	<b>19</b>	19
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation	,322	,274	,322	,018	-,080
	Sig. (2-tailed)	,179	,257	,179	,943	,745
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation	,454	<b>,584(*)</b>	,454	,158	-,038
	Sig. (2-tailed)	,067	<b>,014</b>	,067	,544	,884
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation	,428	,350	,428	-,011	-,121
	Sig. (2-tailed)	,086	,168	,086	,966	,643
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation	-,320	,114	-,320	,194	,393
	Sig. (2-tailed)	,181	,643	,181	,427	,096
	N	19	19	19	19	19
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation	,215	-,074	,215	-,355	-,376
	Sig. (2-tailed)	,391	,769	,391	,148	,124
	N	18	18	18	18	18
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,217	,089	-,217	-,048	,226
	Sig. (2-tailed)	,457	,763	,457	,870	,437
	N	14	14	14	14	14
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,342	-,085	-,342	-,590	-,286
	Sig. (2-tailed)	,407	,842	,407	,124	,492
	N	8	8	8	8	8

**Tablo 45: SF İnvazif ve Non- İnvazif Yöntemlerin Korelasyon Sonuçları**

<b>SF</b>		<b>RER</b>	<b>V-SLOPE</b>	<b>EQO2</b>	<b>VE</b>	<b>VCO2</b>
LE <sub>CRV</sub>	Pearson Correlation	<b>,699(**)</b>	<b>,954(**)</b>	<b>,699(**)</b>	<b>,671(**)</b>	<b>,630(**)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,001</b>	<b>,000</b>	<b>,001</b>	<b>,002</b>	<b>,004</b>
	N	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
LE <sub>LAC-E</sub>	Pearson Correlation	<b>,745(**)</b>	<b>,805(**)</b>	<b>,745(**)</b>	<b>,773(**)</b>	<b>,758(**)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,000</b>	<b>,000</b>	<b>,000</b>	<b>,000</b>	<b>,000</b>
	N	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
LE <sub>LOG</sub>	Pearson Correlation	<b>,835(**)</b>	<b>,842(**)</b>	<b>,835(**)</b>	<b>,690(**)</b>	<b>,719(**)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,000</b>	<b>,000</b>	<b>,000</b>	<b>,001</b>	<b>,001</b>
	N	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
LE <sub>DMAX</sub>	Pearson Correlation	,065	,145	,065	,227	-,045
	Sig. (2-tailed)	,806	,579	,806	,380	,865
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>MODDMAX</sub>	Pearson Correlation	,179	,225	,179	,264	,059
	Sig. (2-tailed)	,493	,384	,493	,306	,821
	N	17	17	17	17	17
LE <sub>ADAPT</sub>	Pearson Correlation	<b>,649(**)</b>	<b>,833(**)</b>	<b>,649(**)</b>	<b>,562(*)</b>	<b>,562(*)</b>
	Sig. (2-tailed)	<b>,003</b>	<b>,000</b>	<b>,003</b>	<b>,012</b>	<b>,012</b>
	N	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
LE <sub>4MMOL</sub>	Pearson Correlation	,425	,447	,425	,527(*)	,466
	Sig. (2-tailed)	,079	,063	,079	,025	,051
	N	18	18	18	18	18
LE <sub>3,5MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,205	-,029	-,205	-,002	-,142
	Sig. (2-tailed)	,482	,923	,482	,995	,629
	N	14	14	14	14	14
LE <sub>3MMOL</sub>	Pearson Correlation	-,024	-,066	-,024	,153	-,013
	Sig. (2-tailed)	,955	,877	,955	,718	,975
	N	8	8	8	8	8

## 5.TARTIŞMA

Bu çalışmada AE'nin belirlenmesi amacı ile gaz değişim göstergelerini kullanan 5 non-invazif ve laktat göstergelerini kullanan 9 invazif metot kullanılmıştır. Bu metotların ilişkilerini ortaya koymak amacı ile literatürde karşılaşılan 8 ayrı değişken üzerinden eşik tanımlanmıştır. Metotların ve seçilen değişkenlerin oldukça geniş ölçekte bulgu ortaya koyduğu ifade edilebilir. Metotların seçiminde, geçmişten bugüne konuya ilişkin literatürde sık kullanılan metotlar tercih edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın teknik olanakları, çalışma grubu, invazif çalışmanın zorlukları gibi parametreler de, metotların tercihinde etkili olmuştur. Literatürde ortak bir görüş olarak sunulan görsel eşik belirleme yöntemlerinin subjektifliği göz önüne alınarak sadece bir metotta (EQO<sub>2</sub>) bu yöntem tercih edilmiştir. İnvaziv metotlar sabit laktat konsantrasyonlarına dayanarak ve polinomial analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Bunun yanında non-invazif metotlarda RER ve V-Slope ZAN 600 Ergospirometre yazılımı ile otomatik olarak VE ve VCO<sub>2</sub> metotlar curvelineer regresyon analizi ile değerlendirilmiştir.

Egzersiz test protokolü laktat göstergelerinin yanında, deneklerin gerçek MaxVO<sub>2</sub> değerlerine ulaşabilmek amacı ile 12-15 dk arasında sonlanacak biçimde tasarlanmış ve böylece AE değerlerinin MaxVO<sub>2</sub> ile ifade edilmesinde daha az hataya yer bırakılmıştır (Robergs, 2007).

Bu çalışmada, deneklerin bazı değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları takip eden şekildedir; Boy (cm) (n =19) 178,02±5,86, Vücut Ağırlığı (kg) 74,87±6,62, VYY 11,98±16,93, Yaş (yıl) 26,63±3,98, Antyaş 15±3,49 (yıl), VO<sub>2</sub> 3,79±0,36, MaxVO<sub>2</sub> 50,68±2,85, Tükenme Zamanı 15,61±1,84, KAmax 191,84±11,88, Max.Laktat 7,72±1,75.

Bu çalışmada, deneklerin boy, vücut ağırlığı, VYY ve yaş değişkenleri takip eden literatürle benzerlik göstermektedir ancak ulaşılan MaxVO<sub>2</sub> değerleri diğer yayınlara nazaran düşük görünmektedir. Bu farklılığın, denek grubumuzun yıllık dönem içerisinde geçiş evresinde bulunması ve bazı yayınlardaki denek gruplarının üst düzey dayanıklılık sporcularından oluşmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Jones and Doust, 1998; Meyer et al., 2003; Solberg et al., 2005;

Robergs et al., 1999; Perrey et al., 2002; Grant et al., 1997; Carter et al. 1999; Grant et al., 2002; Schmid et al., 1998; Ayabe et al., 2004; Carter et al., 1999; Pyne et al. 1997; Weltman et al. 1990; Zhou and Weston, 1997; Ertat ve ark., 1998, Genç ve ark., 1999, Kemi ve ark., 2003; Edwards ve ark., 2003).

Chan (1999) futbol fitness testleri ile ilgili çalışmasında elit futbolcuların  $\dot{V}O_2$ max 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.

Bu çalışmada elde edilen değerler Chan (1999)'ın tespit ettiği değerlerden düşük görünmektedir. Denek grubumuzun 2. lig futbolculardan oluşması bu farklılığa neden olabilir.

Thomas ve ark. (2008), yayınlarında tek ve çift kırılma noktalı modellerle elde ettikleri LE laktat göstergelerini ve geleneksel metotları karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında AE İş Yüğü ve Laktat değişkenleri ile ifade edilmiştir. Çalışmalarında, 8 aktif erkek denek grubunu oluşturmuştur. Deneklerin bazı değişkenleri şu şekildedir: Yaş  $20,8 \pm 2,8$  (yıl), Vücut Ağırlığı  $63,1 \pm 7,8$  (kg.), Boy  $1,75 \pm 0,07$  (m),  $\text{MaxVO}_2$   $51,3 \pm 6,1$  ml/kg/dk, Tepe Güç Değeri  $285 \pm 39$  watt. Çalışmalarında dk'da 15 watt'lık artışlarla devam eden artırmalı bir test kullanmışlardır. Her bir denekten alınan kan örneklerinin sayısı 14-23 arasında değişmiştir. Bu çalışmada kullanılan laktat göstergeleri takip eden şekildedir: 4 mmol LE (Kindermann et al., 1979), dinlenik değerden 1 mmol fazla olan kan laktat artışı ( $\Delta 1$  mmol) (Coyle et al., 1983), semi-log model (Beaver et al., 1985),  $D_{\text{max}}$  (Cheng et al., 1982), laktat eğri göstergesi (LSI) (Hughson et al., 1987), parabol ve gecikme modeli (Mod P) (Peronnet and Morton, 1994: Thomas et al.'dan, 2008 ), 3 segmentli parabolik model (Mod M) (Morton et al., 1994: Thomas et al.'dan, 2008). Solunum eşik göstergeleri olarak  $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$  (Caiozzo et al., 1982), RER=1. Çalışmanın sonucunda farklı metotlardaki laktat konsantrasyonları takip eden şekilde bulunmuştur:  $\Delta 1$  mmol' de  $2,0 \pm 0,2$  mmol, semi-log'da  $3,9 \pm 2,4$  mmol,  $D_{\text{max}}$ 'te  $4,6 \pm 0,8$  mmol, LSI'da  $4,3 \pm 0,4$  mmol, Mod P'de  $1,8 \pm 0,4$  mmol, Mod M'de  $5,4 \pm 2,5$  mmol. 4 mmol LE'ği bu metotlarla karşılaştırdıklarında, Mod P ve  $\Delta 1$  mmol  $p < 0,05$  düzeyinde anlamlı farklı bulurken diğer metotlarda anlamlı farklılık bulamamışlardır. Korelasyon matrisinde 4 mmol,  $D_{\text{max}}$  ve LSI metotlar birbirleriyle güçlü ilişkili

bulunmuştur. Mod M, Dmax'le  $r=0,74$   $p<0,05$ , LSI ile  $r=0,77$   $p<0,05$  düzeyinde ilişkili bulunmuştur. Semi-log model hiçbir gösterge ile ilişkili bulunmamıştır. Solunum datasından elde edilen tahminlere göre RER=1 metot, 4 mmol LE, Dmax, LSI ve Mod P mototları ile en yüksek korelasyonu vermiştir. Korelasyon değeri 0,80 ile 0,88 arasındadır. RER=1 metot ve Dmax arasındaki korelasyon katsayısı 0,86'dır. Yukarıda sunulanlara ek olarak şu sonuçlar özetlenebilir. Mod P ve Mod M diğer metotlarla düşük uyumluluk göstermiştir. Bütün yöntemler arasında 4 mmol, Dmax ve LSI birbirleriyle güçlü korelasyon göstermiştir. Gaz değişim parametrelerine göre değerlendirmede, RER=1 sürekli modellerle ve 4 mmol metotla ilişkili ( $r=0,88$ ) bulunmuştur. Solunum eşikler birçok laktat göstergeleriyle güçlü korelasyon göstermesine rağmen bu eşikler farklı yüklenme noktalarında ortaya çıkabilir. SE'nin görsel metotla belirlenmesi, değerlendirmeyi yapanlar arasında daha büyük farklar oluşmasına sebep olmaktadır. Bu farklar LE'nin görsel belirlenmesinde daha azdır. SE belirleme yöntemleri içerisinde RER, objektif ve kolay uygulanabilir bir dolaylı metot olarak vurgulanmıştır. RER=1'deki güç çıktısı ile MLSS'deki güç çıktısı arasında anlamlı farklılık yoktur. RER=1'deki güç çıktısı sadece laktik asidozisin bikarbonatla tamponlanmasına bağlı olabilir. Dolayısıyla kemoreseptörlerin hassaslığına bağlı olmayabilir. Solunum parametrelerini kullanan metotlardan RER=1, solunum değişimindeki kırılma noktalarına dayanan metotlara göre daha iyi bir göstergedir. Bu çalışmada laktat değişkeni açısından Thomas ve ark. (2008)'nin sonuçlarına benzer sonuçlar elde edilmemiştir. Özellikle RER=1 metodu diğer bazı laktat göstergeleri ile korelasyon göstermiştir.  $LE_{CTV}$  ve RER yöntemleri arasında ( $r=0,625$ ,  $p=0,000$ ),  $LE_{LAC-E}$  ve RER yöntemleri arasında  $r=0,557$ ,  $LE_{LOG}$  ve RER yöntemleri arasında  $r=0,671$ ,  $LE_{ADAPT}$  ve RER yöntemleri arasında  $r=0,518$  güçlü ve anlamlı ilişki bulunmuştur. Bu anlamda RER=1 metodun iyi bir gösterge olduğu görüşü desteklenebilir. Çalışmamızda  $LE_{Dmax}$ 'de ulaşılan laktat değeri  $6,02\pm 1,70$  mmol'dür. Thomas ve ark., (2008) ile karşılaştırılınca yüksek görünen bu değer, farklılık yaratmış olabilir. Denek gruplarının benzerliğine rağmen benzer göstergelerde ilişki bulunmaması test protokolündeki farklılıklara ve test süresine de bağlanabilir.

Davis ve ark. (2007), laktat eşik belirlenmesinde kullanılan 3 metodu karşılaştırdıkları çalışmada, çalışma grubunun bazı özelliklerini şu şekilde tespit

etmişlerdir; Yaş  $29,7 \pm 7,1$  (yıl), Boy  $170,7 \pm 10,1$  (cm), Vücut Ağırlığı  $69,7 \pm 18,3$  (kg) ve Kalp Atımı  $185,2 \pm 4,5$ . Denek grupları aktif ve sedenter bireylerden oluşmaktadır. Çalışmada 3'er dk'lık periyotlarla yük artışı olan bisiklet ergometresi protokolü kullanılmıştır. Çalışma sonucunda karşılaştırılan gözlem yolu ile, istirahat seviyesinin 0,5 mmol üzeri ve log-log metotlarının hepsinin laktat eşiği aynı iş yükünde tespit ettiği bildirilmiştir. Metotların korelasyonları sırasıyla, gözlem ve 0,5 mmol  $r=0,978$ , gözlem ve log-log  $r=0,992$  ve 0,5 mmol ve log-log  $r=0,977$  olarak tespit edilmiştir. Ayrıca yayınlarında, Bishop ve ark. (1998)'nin yayınlarında gözlem ve log-log metot arasında ( $r=0,94$ ) yüksek korelasyon bulduklarını belirtmişlerdir.

Davis ve ark. (2007) kullandıkları metotlarla ilgili bazı avantaj ve dezavantajlar belirtmişlerdir. Gözlem metodunu tecrübeye dayılı ve subjektif olduğunu bunun yanında 0,5 mmol metodun kolay uygulanır ve objektif olduğunu belirtmişlerdir. 0,5 mmol metodunun, kan laktat konsantrasyonunun iş yükü oranı ile ilişkisinde düşük ve yüksek komponent geçişinde laktat eşiği daha düşük tespit ettiğini bildirmişlerdir. Log-log metodun üç avantajı sıralanmıştır; objektiflik, artırılmalı egzersiz testin erken aşamalarında 0,5 mmol metoda göre daha az yanılma içermesi ve diğer metotlarda belirlenen laktat eşiğinin sadece kanın alındığı iş yüklerinde ortaya çıkması yerine iş yükü aksisindeki herhangi bir değerde laktat eşiğinin belirlenebilmesi. Log-log metodun dezavantajı olarak log datası ile çalışmanın zorluğu bildirilmiştir.

Bu çalışma, Davis ve ark. (2007) ile karşılaştırıldığında denek grubu açısından daha homojen bir tablo bulunmaktadır. İş yükü (hız) ve değişkeni açısından non-invazif yöntemler arasında görsel EqO<sub>2</sub> metot ile V-Slope arasında  $r=1,000$  pozitif mükemmel ve RER ve VE arasında  $r=0,810$  pozitif güçlü ilişki bulunmuştur. İnvaziv ve non-invazif ilişkide LE<sub>CV</sub> ve VCO<sub>2</sub> yöntemleri arasında  $r=0,792$  çok güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Bu çalışmada görsel belirleme yönteminin sadece hız değişkeninden hareketle geçerli sonuçlar verdiği ifade edilememektedir. Benzer metotlarda ilişki bulunmaması, denek grupları arasında ve kullanılan protokollerin tükenme zamanına dolayısı ile laktat üretim ve uzaklaştırılmasında farklılık oluşturmasına bağlanabilir.

Amann ve ark. (2004), 40 km bisiklet zamanını hangi AE belirleme yönteminin daha iyi tahmin ettiğini araştırdıkları yayınlarında denek grubunun (15

deneyimli yol bisikletçisi) bazı özelliklerini şu şekilde sıralamışlardır: Yaş  $31,5 \pm 8,5$  (yıl), Vücut Ağırlığı  $70,2 \pm 8,2$  (kg), Boy  $175,1 \pm 5,2$  (cm), MaxVO<sub>2</sub>  $68,6 \pm 4,2$  ml/kg/dk, Antrenman Yaşı  $9,3 \pm 4,4$  (yıl), Müsabaka Yaşı  $7,3 \pm 3,3$  (yıl). Çalışmalarında laktat eşiğin (LE) belirlenmesi için literatürden seçtikleri 5 metot ve solunum eşiğin (SE) belirlenmesi için yine literatürden seçtikleri 5 metot kullanmışlardır. SE'nin belirlenmesinde kullanılan yöntemler görsel tespitle analiz edilmiştir. 40 km yarış performansı ile SE ve LE genel olarak iyi korelasyon göstermiştir. SE kaynaklı yöntemlerden V-slope, VE/VO<sub>2</sub> ve MaxSE daha güçlü korelasyon göstermiştir. Bu araştırmanın sonuçları homojen bir sporcu gruptan elde edilmiştir. Bu, sonuçların genelleştirilebilmesini sağlayabilir. Araştırmanın temel sonuçlarından biri SE'nin, AE'nin belirlenmesinde LE'den iyi sonuçlar verdiğidir. VE/VO<sub>2</sub>'deki güç çıktısı hem 40 km performansı ile iyi korelasyona sahip hem de 40 km ortalama watt değeri ile sayısal olarak benzerdir.

Bu çalışmada VO<sub>2</sub> değişkeni açısından Amann ve ark. (2004)'nin sonuçlarına benzer biçimde V-Slope ve EQO<sub>2</sub> yöntemleri arasında  $r=0,459$  orta güçte ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Çalışmamızda belli bir performansın tahmini açısından değerlendirme yapılmamıştır. Amann ve ark., (2004) EQO<sub>2</sub> metodun en iyi gösterge olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda bu anlamda değerlendirme yapılamamakla birlikte, RER ve EQO<sub>2</sub> arasında  $r=1,000$  ilişki tespit edilmiştir.

Önceki bazı yayınlar LE' nin MaxVO<sub>2</sub>' nin %79 ile %92' si arasında gerçekleştiğini rapor etmiştir. Amann ve ark., (2006)'nin yayınlarında LE' yi MaxVO<sub>2</sub>'nin %57'si ile %92'si arasında tespit etmişlerdir. Bu çalışmada bu değerler MaxVO<sub>2</sub>'nin %71'i ile %87'sinde gerçekleşmiştir. Çalışmamızda değişim aralığı daha düşük görünmektedir, bu fark Amann ve ark. (2006)'nin tercih ettiği laktat göstergelerinin daha düşük seviyelerde gerçekleşmesine bağlanabilir. Eşik noktaya karşılık gelen laktat değerleri 1,2'den 6,6 mmol'e değişiklik göstermiş ve ortalama olarak  $2,7 \pm 0,3$  mmol/L olarak bulunmuştur. Bu çalışmada bu değerler 3.0 ile 6,03 mmol arasında gerçekleşmiştir. Farklılık bizim göstergelerimizin bu derece düşük değerleri ortaya çıkaracak biçimde seçilmemesinden kaynaklanmıştır.

Amann ve ark. (2006)'nin bulguları anaerobik eşiği belirlerken LE yerine SE'nin tercih edilmesini destekleyecek 3 sebep bulmuştur:

- 1) Solunum, laktattan çok H<sup>+</sup>' nın daha hassas göstergesidir.



2) Solunum sadece merkezi ve periferel kemoreflex kontrolünden değil, kas yorgunluğu ile ilişkilendirilebilecek olan merkezi ve/ veya periferel nörojenik kontrolden de etkilenmektedir.

3) İş yükündeki artışı takiben gaz değişimi ve solunum cevabı 30-40 sn'de dengelenirken laktatın dengelenmesi 10 dk sürebilir.

Amann ve ark. (2006) çalışmalarında şu sonuca varmışlardır. VE/VO<sub>2</sub> metodu bisikletçilerde 40 km performansının en iyi belirtecidir. Bunun yanında RER<sub>0,95</sub> (p=0,95) ve 4 mmol laktat (p=0,39) istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermemiştir. Benzer biçimde bu çalışmada AE laktat ve VO<sub>2</sub> değişkenleri ile ifade edildiğinde RER ve LE<sub>4mmol</sub> metotlar arasında (p=0,26) istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunmamıştır. Bu sonuçlardan hareketle LE ve SE'nin birbirinden bağımsız olduğuna dair literatüre yeni kanıtlar eklenmiştir.

Davis ve ark. (1979), gaz değişim parametreleriyle anaerobik eşik belirleme metodunu farklı ergometrelerle karşılaştırmışlar ve treadmill de anaerobik eşik değerini MaxVO<sub>2</sub>'nin %58.6±5.8'i olarak tespit etmişlerdir.

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

Özgür (2006)'ün RER metodu ile tespit ettiği anaerobik eşik, MaxVO<sub>2</sub>' in %80'i düzeyindedir.

Literatürde, gaz değişim göstergelerinden AE'nin tespit edilmesinin geçerli ve güvenilir olduğuna dair önemli ölçüde sonuç ortaya konmuştur (Thomas et al., 2008; Davis et al., 2007; Amann et al., 2004, Solberg et al., 2005, Beaver et al., 1986; Caiozzo et al., 1982, Cheng et al., 1992, Davis et al., 1979). Bununla birlikte kullanılan değişkenlerin, metotların, protokollerin ve denek gruplarının farklılıkları sonuçların özellikle pratikte kullanılabilmesi ile ilgili sıkıntı yaratmaktadır.

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-invasif indeksler olduklarının belirmişlerdir. Sonuç olarak gaz değişim AT' nin artırmalı (incremental) egzersizde laktik asidosis gelişimini belirlemede geçerli ve değerli bir metod olduğunu vurgulamışlardır.

Green ve ark. (1983), solunum anaerobik eşik, kan laktat anaerobik eşik ve kas metabolizmasındaki değişiklikler arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında ventilasyon ve  $VO_2$ max arasındaki ilişki ile tanımlanan gaz değişim anaerobik eşik ve laktat birikimi ile tanımlanan anaerobik eşik arasındaki ilişkinin rastlantısal olmadığı sonucuna varmışlardır.

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/sa artıştan oluşan artırmalı (incremental) testleri sonucunda laktat eşiğin üzerindeki egzersiz yoğunluklarında  $VO_2$  yavaş komponent ve laktik asidosis ilk atağının lineerite gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Özgür (2006), çalışmasında, Edwards ve ark. (2003)'nin şu noktanın altını çizdiğini belirtmiştir; bir çok çalışma göstermiştir ki genel popülasyonda aerobik antrenman çoğunlukla anaerobik eşığe karşılık gelen egzersiz yoğunluğunda,  $MaxVO_2$ 'de artış olmamasına rağmen gelişme olmaktadır. Anaerobik eşiğin belirlenmesinde geleneksel konseptler, eşik noktasının mitokondrial enzimatik aktiviteler ve sitozol kullanımından sağlanan enerji kadar kardiopulmoner sistemin kapasite ve sınırlarına da bağlı olduğunu belirtmiştir. Anaerobik eşiğin belirlenmesinde laktat eşik ve solunum eşik metotlarının her ikisinin de kullanılabilir olduğu ancak laktat eşiğin solunum eşığe sebep olmadığı belirtilmiştir. Bununla beraber laktat eşik ve solunum eşik arasında oksijen kullanımlarındaki benzerlik sebebiyle ilişki bulunduğu şüphesizdir.

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

Gladden ve ark. (1985), Davis ve ark. (1979), Green ve ark. (1983), Hoogeveen ve Hoogsteen (1999), Grant ve ark. (1997), Genç ve ark. (1999), çalışmalarında Anaerobik Eşikteki zaman değişkeni açısından metotların karşılıklı korelasyonlarını pozitif, çok güçlü ve çok anlamlı tespit etmektedirler. Bu çalışmada  $EqO_2$  ve RER metotlarında  $r=1.000$   $p<0,01$ ,  $VCO_2$  ve VE arasında  $r=0,792$   $p<0,01$ ,  $LE_{log}$  ve  $LE_{Lac-E}$  arasında  $r=0,710$   $p<0,01$ ,  $LE_{MODD_{MAX}}$  ve  $LE_{D_{MAX}}$  arasında  $r=0,939$   $p<0,01$  düzeylerinde anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

Solberg ve ark. (2005), çalışmalarında 12 kişilik denek grubunun antropometrik değişkenlerini şu şekilde tespit etmişlerdir; Yaş  $26.5\pm 4.81$  (yıl), Boy  $1.83\pm 0.06$  (m), Vücut Ağırlığı  $74.7\pm 6.28$  (kg.). Bu çalışmada deneklerin bazı değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları takip eden şekildedir; Boy  $178,02\pm 5,86$  (cm), Vücut Ağırlığı  $74,87\pm 6,62$  (kg), Yaş  $26,63\pm 3,98$  (yıl). Bu değerler Solberg ve ark. (2005) ile benzerlik göstermektedir. Çalışmalarında başlangıç hızını 8 km/sa, eğimin %5 ve hız artışlarının her 3 dk'da 2 km/sa olduğu artırmalı treadmill test kullanmışlardır. Gaz değişim ölçümü Jaeger Spirometrik Analizörle gerçekleştirilmiştir. Gaz değişim anaerobik tespiti için RER,  $EqO_2$  ve Vslope metotlarını ve laktat anaerobik eşik tespiti için ısınma sırasında alınan laktat konsantrasyon değerinin 1,5 mmol üzerindeki değer ve laktat konsantrasyon eğrisinden 3. derece curvelineer regresyonla elde edilen değer kullanılmıştır. Bütün yöntemlerde laktat eşikteki laktat değerine karşılık gelen  $VO_2$  hesaba katılmıştır.

Solberg ve ark. (2005), çalışmalarında treadmill testinde ortalama  $MaxVO_2$ 'yi  $61,8\pm 4,6$  ml/kg/dk, maksimum laktat konsantrasyonlarını  $8,7\pm 1,47$  mmol/L, ulaşılan en yüksek RER değerini  $1,22\pm 0,09$ , egzersizde tükenme zamanını 14,5 dk olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda  $MaxVO_2$   $50,68\pm 2,85$ , Tükenme Zamanı  $15,61\pm 1,84$ , Max.Laktat  $7,72\pm 1,75$  olarak tespit edilmiştir. Bu değerler Solberg ve ark., (2005) ile benzerlik göstermektedir. Tükenme Zamanı değişkeni çalışmamızda daha büyük sayısal değerler vermiştir. Egzersiz protokolümüzde hız artışları 1,2 km/sa, Solberg ve ark., (2005)'nin çalışmasında 2 km/sa'dır. Farkın bu parametreden kaynaklandığı ifade edilebilir.

Laktat-AE ve RER-AE,  $MaxVO_2$  değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu değerler RER-AE 53 ml/kg/dk, Laktat-AT 51 ml/kg/dk'dır.  $EqO_2$ -AE ve Vslope-AE Laktat-AE' den daha düşük değerler vermiş ve aralarında anlamlı

fark bulunmuştur. Bu çalışmada  $LE_{CrV}$  AE  $MaxVO_2$   $42,71 \pm 2,18$  ml/kg/dk, RER AE  $MaxVO_2$   $44,69 \pm 2,62$  ml/kg/dk tespit edilmiştir. Laktat-AT ve RER-AE arasında  $r=0,87$ ,  $p=0,01$ , Laktat-AE ve  $EqO_2$ -AE arasında  $r=0,45$ ,  $p<0,05$  ve Laktat-AE ve  $Vslope$ -AE arasında  $r=0,42$ ,  $p<0,05$  korelasyon değerleri bulunmuştur. Çalışmamızda benzer şekilde  $LE_{CrV}$  ve RER yöntemleri arasında  $r=0,625$  güçlü ve anlamlı,  $LE_{CrV}$  ve  $EqO_2$  yöntemleri arasında  $r=0,625$  güçlü ve anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Yayınlarında RER-AT'nin AE tahmini için kolay uygulanabilir ve değerli bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.  $EqO_2$  ve  $V$ -slope metotların Laktat-AE ile RER-AE kadar ilişkili olmadığını belirtmişlerdir.  $V$ -slope metodun özellikle AE'nin düşük oranlarında daha düşük değerler ortaya koyma eğiliminde olduğunu ve bunun Cheng ve ark., (1992)'nin sonuçları ile örtüştüğünü vurgulamışlardır. Yayınlarında  $V$ -slope AE değerlerinin RER-AE' den düşük olmasının RER için seçilen sabit ölçüm değerine bağlamışlardır. Bu çalışmada, bu ifadeleri destekler nitelikte sonuçlara ulaşılmış ve ek olarak  $EqO_2$  metodunda RER metot gibi karşılaştırılabilir sonuçlar verdiği belirtilebilir.

Solberg ve ark. (2005) AE'nin gaz değişim indekslerinden hangisi ile en iyi tanımlanabildiğini tartıştıkları bölümde, bu indekslerde data eğrisindeki non-lineer ani artışın görsel tespit ile belirlenmesinde önyargılı sonuçlar ortaya çıkabildiğini bu çelişkilerin bilgisayar tabanlı regresyon ölçümleriyle giderilebileceğini belirtmişlerdir. RER-AE'nin Laktat-AE'nin tahmininde değerli sonuçlar verdiğini literatürde başka yayınlarda vurgulamıştır.

AE gaz değişimlerinden tespit edildiğinde örnekleme için Laktat ölçümünde olduğu gibi standart zaman aralıklarına ihtiyaç yoktur. Laktat ölçümünde 2 örnekleme arasında AE'nin ortaya çıkması ve bunun ölçülememesinin yaratacağı problemler gaz değişim ölçümlerinde elimine olur. Sonuç olarak AE'nin önceden belirlenmiş sabit ölçüm değerli RER metodu ile tespiti basit ve karşılaştırılabilir sonuçlar vermektedir (Solberg et al., 2005).

Santos ve Giannella (2004)'nin amacı, SE ve RK'nın görsel metotla karşılaştırıldığında, hangi bilgisayar tabanlı metotla daha güvenilir belirlendiği konusundaki bulguları genişletebilmektir. Çalışmalarında gaz değişim analizi breath-by-breath gerçekleştirilmiştir.

Santos ve Giannella (2004)' nin SE'nin bilgisayar tabanlı metotların karşılaştırılmasını yaptıkları yayında denek grubunu bazı fiziksel ve antropometrik özelliklerini şu şekilde sıralamışlardır: Yaş  $28,4 \pm 9,3$  (yıl), Vücut Ağırlığı  $74,8 \pm 11,3$  (kg), Boy  $174,6 \pm 8,9$  (cm),  $VO_2$   $2,32 \pm 0,49$  l/dk,  $MaxVO_2$   $31,49 \pm 7,33$  l/kg/dk, KA  $194 \pm 6$ . Bu çalışmada elde edilen  $VO_2$   $3,79 \pm 0,36$  l/dk,  $MaxVO_2$   $50,68 \pm 2,85$  ml/kg/dk, değerleri Santos ve ark. (2004) ile karşılaştırıldığında daha yüksek görünmektedir. Bu farkın ergometre farklılığından kaynaklandığı ifade edilebilir. Denekler 12,5 watt'lık başlangıç yükü ve dk'da 60 devirle her dakika 12,5 watt'lık artışlarla tükenene kadar egzersiz yapmışlardır. Çalışma sonucunda R metoduyla belirlenen SE,  $MaxVO_2$  %79'unda V-slope SE,  $MaxVO_2$ 'nin %83'ünde gerçekleşmiş ve metotların korelasyonu  $r=0,91$  olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada RER ve V-Slope yöntemleri arasında  $r=0,459$  orta güçte ve anlamlı korelasyon bulunmuştur. Katsayı düşük olmakla birlikte Santos ve ark. (2004)'nin sonucunu desteklemektedir. Bunun yanında RER ve  $EQO_2$  yöntemleri arasında  $r=1,000$  pozitif mükemmel korelasyon bulunmuştur. Görsel belirleme metodu grafik datadaki değişkenlerin tanımlanmasında bazı zorluklar içermektedir. Bu bulgular V-slope metodun diğer metotlara göre düşük güvenilirlik oranını ( $r=0,78$ ) açıklamaktadır. SE'nin belirlenmesinde kullanılan VE,  $PETO_2$  ve  $VE/VO_2$  sırasıyla  $r=0,90$ ,  $r=0,89$ ,  $r=0,85$  oranlarında yüksek güvenilirlik göstermiştir. SE'nin belirlenmesine benzer şekilde RK'nın belirlenmesinde de aynı sıralamayla  $r=0,84$ ,  $r=0,89$ ,  $r=0,83$  değerlerine ulaşılmıştır. SE bilgisayar tabanlı metotlarla belirlemede,  $MaxVO_2$ 'nin %77'sinde görsel belirlemede %74'ünde tespit edilmiştir. RK bilgisayar tabanlı metotta,  $MaxVO_2$ 'nin %88' inde görsel belirlemede %84'ünde tespit edilmiştir. Bilgisayar tabanlı ve görsel metotların kendi aralarındaki ilişkileri ise şöyledir; SE'nin belirlenmesinde bilgisayar tabanlı metotlarda, bütün metotlar ortalama  $r=0,93$ ,  $p<0,001$  düzeyinde ilişkili, RK'nın belirlenmesinde bilgisayar tabanlı metotlar  $r=0,91$ ,  $p<0,001$  düzeyinde ilişkili bulunmuştur. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı metotlarda RER ve V-Slope yöntemleri arasında ( $r=0,459$ ,  $p=0,048$ ) orta güçte ve anlamlı, V-Slope ve VE yöntemleri arasında ( $r=0,519$ ,  $p=0,023$ ) güçlü ve anlamlı, VE ve  $VCO_2$  yöntemleri arasında ( $r=0,927$ ,  $p=0,000$ ) çok güçlü ve anlamlı korelasyon bulunmuştur.

Santos ve Giannella (2004), çalışmalarında deneklerin ulaşılan MaxVO<sub>2</sub> değerleri görece düşük kalmıştır. Bunun sebebinin, testin bisiklet ergometresinde uygulanmış olması ve bununda alt ekstremitede erken yorgunluğa sebep olabileceği biçiminde açıklanmıştır. Buna bağlı olarak SE ve RK değerleri relatif olarak yüksek çıkmıştır.

Santos ve Giannella (2004), çalışmalarında, bisikletin koşuya göre bazı denekler için uygun bir beceri olmayabileceğini çünkü bisiklet egzersizinde quadricepste yorgunluk, treadmill göre %10-20 daha düşük MaxVO<sub>2</sub> ortaya çıkmaktadır. Bu bilgilere ek olarak Santos ve Giannella (2004), iyi antrene deneklerin laktat birikimi olmaksızın MaxVO<sub>2</sub>'lerinin %90 ve üzerinde oksidatif olarak egzersiz yapabildiklerini belirtmişler, kendi yayınlarında da bilgisayar tabanlı metotla belirlenen SE ve RK, MaxVO<sub>2</sub>'nin sırasıyla %77 ve %88' inde gerçekleşmiştir. Bu çalışmada bilgisayar tabanlı metotla belirlenen SE MaxVO<sub>2</sub>'nin %85,00±6,67'sında gerçekleşmiştir. Santos ve ark., (2004) egzersiz protokollerinin deneklerin erken yorgunluğa girmesine sebep olabileceğini belirtmişlerdir bu anlamda farklılığın ergometrelerdeki farktan kaynaklandığı ifade edilebilir. Sonuç olarak SE ve RK'nın bilgisayar tabanlı metotlarla belirlenmesi uygulaması kolay, garantili ve tekrar üretilebilir metotlardır. Bütün metotlar ilişkili olmakla birlikte özellikle RK'nın VE ile belirlenmesi görsel metotla karşılaştırıldığında yüksek korelasyon göstermiştir. Aktif erkek denekler için SE ve RK'nın otomatik belirlenme teknikleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Beaver ve ark. (1986), yaşları 19-39 arasında değişen 10 erkek denekle yaptıkları çalışmada, bisiklet ergometresinde dakikada 15 watt'lık artışlar kullanmışlardır. Çalışmalarında anaerobik eşiğin gaz değişimi üzerinden yeni bir metotla belirlenmesini hedeflemişlerdir. Gaz değişim analizi ile anaerobik eşik V-slope metoduyla bilgisayar kullanılarak otomatik olarak belirlenmiştir. Bunun yanında görsel belirleme teknikleri olarak VE/VCO<sub>2</sub>, VE/VO<sub>2</sub>, son tidal PCO<sub>2</sub> ve PO<sub>2</sub> ve R'nin zamana göre değişimi incelenmiştir.

Beaver ve ark. (1986),'nın çalışmasında, VCO<sub>2</sub>'nin VO<sub>2</sub>'ye göre değişim eğrisinde, egzersizin artırmalı fazındaki değişim bütün datada gözlenmiştir. Bu değişim karbondioksit üretimindeki artışı ve aynı zamanda kastaki laktik asit üretiminin kataboliz edilmesinden hızlı olduğu durumu göstermektedir. Gaz değişim

anaerobik eşikteki ortalama laktat artışı başlangıç değerlerinin 0,5 mmol üzerinde gerçekleşmiştir. Bu sonuç gaz değişim anaerobik eğişin laktat eşikten daha düşük veya çok farklı olmadığı sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Çalışmalarında laktat eşik noktasını belirlemek için arteriyel laktatın ilk artmaya başladığı noktayı kullanmışlardır. Eğer laktat eşik başlangıç düzeyinin 0,5 mmol üzerinde tanımlandıysa, gaz değişim anaerobik eşik ile arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Görsel belirleme teknikleriyle V-slope metot arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Çalışmalarında Green ve ark.'nın gaz değişim anaerobik eşikteki ortalama laktat değerinin 2,56 mmol/L bulduklarını ve bunun başlangıç seviyelerinin 1,5 mmol üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Laktat birikimi sebebiyle CO<sub>2</sub> üretiminin artışı, gaz değişim ve VCO<sub>2</sub>'nin VO<sub>2</sub>'ye göre analizinden belirlenebilen temel bir fizyolojik olaydır. Bu çalışmada AE VO<sub>2</sub> değişkeni ile ifade edildiğinde Beaver ve ark. (1986)'nın sonuçlarını destekler nitelikte V-Slope ve EQO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,459, p<0,05) orta güçte ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

CO<sub>2</sub> üretimindeki aşırı artışın başlangıcı, gaz değişim analizi ile belirlenen ana olaylardandır ve V-slope ve R doğrudan bu olayı belirler. Her ne kadar VE (ventilasyon)'de CO<sub>2</sub> akımıyla ilişkilendirilebilse de solunumsal cevap metabolik cevaptan sonra gerçekleşebilir ve burada birçok durumdan söz edilebilir (obezite, obstrüksiyon, kemoreseptör hassasiyet eksikliği) (Beaver et al., 1986).

Bearver ve ark. (1985) yılındaki yayınlarında, artırmalı egzersizde artan O<sub>2</sub> kullanımına eşlik eden laktat artışının matematiksel modellerini ve aralarındaki ilişkiye en uygun olan modelin hangisi olduğunu araştırmışlardır. Görsel belirleme tekniklerine nazaran dataya uygun bir matematik modelin LE daha keskin olarak belirleyebileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanında o dönemde bazı araştırmacıların laktatın artan iş yükü ile birlikte dengeli bir biçimde arttığını öngördüklerini ve çalışmalarında kullandıkları matematik modellerin LE'ye karşı bu öngörüü de karşılaştırabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında yaşları 19-39 arasında değişen 10 erkek gönüllü denek olarak kullanılmıştır. 4 dk'lık yükleme olmaksızın bisiklet egzersizi sonrasında dk'da 15 watt'lık artışların sağlandığı deneğin tükenene kadar sürdürdüğü artırmalı egzersiz testi uygulanmıştır. Solunum değerleri breath-by-breath kaydedilmiştir. Her 2 dk'da kan örneği alınmıştır ve ölçülen laktat değerine

karşılık gelen  $VO_2$ ,  $VO_2$ 'nin zamana karşı eğrisinden elde edilmiştir. Bunun için regresyon analizi kullanılmıştır. Anlamlılık değeri olarak  $p < 0,05$  kullanılmıştır.

Bearver ve ark. (1985) yılındaki yayınlarında  $VO_2$ 'nin, laktat artışının hızlandığı noktadaki (LE) değerini bu noktadan aşağıdaki ve yukarıdaki noktalarda matematik ilişki oturtmaya çalışarak daha doğru olarak belirlemeye çalışmışlar ancak tatmin edici bir uygunluk yakalayamamışlardır. Bu sebeple datayı lineer regresyon analizinde doğrusal çizgiler haline dönüştürmüşlerdir. Log-log LE ve semi-log LE modelleri ile datayı 2 segmente ayırarak lineer regresyon analizleri yapmışlar ve segmentlerin kesişme noktalarını LE olarak belirlemişlerdir. Bu modellerle elde edilen  $VO_2$  değerleri log-log modelde semi-log modelden biraz daha yüksekti. Ancak bu istatistik olarak anlamlı değildi. Log-log modelde LE  $VO_2$  değeri 1,51 l/dk semi-log modelde LE  $VO_2$  değeri 1,40 l/dk olarak bulunmuştur. Bu modellerin LE noktasının altında ve üstündeki data noktalarına uygunluğu açısından değerlendirilmesi sonrasında log-log dönüştürmesinin semi-log modelden daha iyi olduğu belirtilmiştir. Bu bulguların yanında laktatın istirahat durumundan eşik noktaya kadar ortalama artışı 0,1-0,2 mmol olarak belirtilmiştir. Sonuç olarak her iki modelinde laktat eşiğinin üzerindeki alanlarda dataya tam bir uygunluk göstermediği ancak istatistiksel ölçüm açısından uygunluğun iyi olduğu belirtilmiştir ( $r > 0,99$ ). Semi-log regresyon doğrusu LE' nin üzerindeki alanlarda data noktalarından sola doğru kaymıştır. Bunun yanında log-log model data noktalarına uygunluk göstermiştir. Dolayısıyla semi-log model daha az doğruluk içeren bir modeldir. Bu çalışmada log-log modelle elde edilen LE  $VO_2$  değeri  $3,30 \pm 0,41$  l/dk'dır. Bu değer Bearver ve ark., (1985)'nin tespit ettiği değerden oldukça yüksek görünmektedir. Bu farklılık Bearver ve ark. (1985)'nin tercih ettiği egzersiz protokolünde yüklemenin her dk 15 watt artırılması ve denek grubunun aerobik dayanıklılık kapasitesinin düzeyindeki farklılıkla açıklanabilir.

Heck ve ark. (1985), 4 mmol laktat eşiğinin geçerliliğini araştırdıkları çalışmada 16 normal sağlıklı erkek bireyi denek grubu olarak kullanmışlardır. 4 denek uzun mesafe koşucusu ve bütün denekler koşu bandı testinde deneyimlidirler. Deneklerin antropometrik özellikleri; Boy  $179,3 \pm 5,0$  (cm), Vücut Ağırlığı  $71,7 \pm 8$  (kg.), Yaş  $29,8 \pm 6$  (yıl) şeklindedir. Bu denek grubu MLSS'deki laktat değerinin kesintisiz egzersizde tespit edilmesi için 2 teste tabi tutulmuştur. İlk test dayanıklılık



kapasitesine göre belirlenen koşu hızları ile başlayan 5 dk'lık basamaklardan ve her basamakta 0,4 m/s hız artışı uygulanan artırmalı test. Bu teste basamak geçişlerinde 30 sn'lik aralarla kan örneği alarak laktat ölçülmüştür. 2.testte basamak süreleri 3 dk olarak ayarlanmıştır. Uzun süreli egzersiz testinde 3 dk'lık ısınma sonrası 25 dk'lık egzersiz sabit hızda gerçekleştirilmiştir. Başlangıç hızı artırmalı egzersizdekiyle benzerdir. Kesintisiz egzersizdeki 4 mmol/l eşığe denk gelen yükleme seviyesi 5 dk'lık basamaklardan oluşan artırmalı egzersiz testinden elde edilmiştir. İlk ya da önceki testteki laktat değerlerine dayanarak kesintisiz egzersiz testindeki hız 0,1 veya 0,2 m/s artırılıp azaltılmıştır. Araştırma sonunda kesintisiz testte MLSS'deki laktat konsantrasyon değeri  $4,02\pm 0,7$  mmol/L bulunmuştur. MLSS ve dayanıklılık kapasitesi arasında anlamlı korelasyon ispatlanamamıştır. 3 ve 5 dk'lık yükleme süreleri olan artırmalı egzersiz testlerinde anlamlı farklılık bulunmuş ve anlamlı ilişki bulunamamıştır. 5 dk'lık basamaklardan oluşan artırmalı testte, regresyon doğrusu kesintisiz testteki regresyon doğrusuna yakınlık göstermiş ancak 3 dk'lık basamaklardan oluşan test 0,16 m/s daha yüksek hızlara doğru kaymıştır. Bu 3 dk'lık basamaklardan oluşan artırmalı testin MLSS' deki yüklemeyi olduğundan yüksek tahmin ettiğini göstermiştir.

Heck ve ark. (1985) gerçekleştirdikleri çalışmadan elde edilen bazı önemli sonuçlar şunlardır: MLSS ile dayanıklılık kapasitesi arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bu sonuç denek grubunun fazla homojen olmasından kaynaklanamaz, çünkü grup bu anlamda farklı özellikler taşımaktaydı. Dolayısıyla MLSS'deki laktat değeri dayanıklılık kapasitesinden bağımsızdır. Keul ve ark. (1979), dayanıklılık antrenmanı yapmış bireylerin daha düşük laktat konsantrasyon eşik değerleri olabileceğinden şüphelenmişlerdir. Antrene bireylerin 4 mmol'e denk gelen antrenman yüklerini iyi tolere edemediklerini gözlemlemişlerdir. Ancak düzenli antrenman yapmamış bireylerin bu yükleri daha iyi tolere ettiğini gözlemişlerdir. Bu sebeple laktat eğrisi de 51°'lik tanjant ve 45°'lik tanjanttaki yüklemeyi bireysel anaerobik eşik olarak önermişlerdir. Bu eşik dayanıklılık antrenmanı yapmış bireyler için 4 mmol/L'nin altında antrenmansız bireyler için de bu değer üzerinde. 3 dk'lık basamaklardan oluşan testlerde MLSS'si eşik değerlerden iyi antrenmanlı bireyler için doğru şekilde tahmin edilebilmiştir. Artırmalı egzersiz testlerinde 5 dk'lık basamaklı testte laktat değerleri 4,05 mmol, 3

dk'lık basamaklı testte 3,5 mmol bulunmuş ve bu değerler MLSS'deki iş yükleri olarak değerlendirilmiştir. Bunun anlamı, 4 mmol laktat konsantrasyon değerindeki iş yükünün MLSS'deki iş yükünü göstermesidir. MLSS'nin ranjı en fazla 3-5 mmol/L laktat değerlerine denk gelecek iş yükleri civarında beklenebilir. Dolayısıyla MLSS ile artırmalı egzersiz testinde, MLSS'ye denk gelen değerler arasında anlamlı ilişki yoktur. 4,05 mmol'lük ortalama değer. 4 mmol'lük değer daha sonra Kinderman ve ark., (1979) tarafından anaerobik eşik ve Sijödin ve ark., (1981) tarafından OBLA olarak isimlendirilmiştir. Bununla beraber 4 mmol eşik belirli bir test sürecine bağlıdır. Yükleme sürelerindeki 2 dk'lık değişiklik artırmalı egzersizde eşik değerlerin 3,5 mmol ile 4,05 mmol arasında değişimine sebep olmaktadır. Bu kan laktat seviyesini sadece yükleme (iş yükü) şiddetine değil aynı zamanda, zaman faktörüne de bağlı olduğu ile de açıklanabilir. Aerobik anaerobik eşikte yükleme seviyelerindeki 2 dk'lık değişiklik hızda 0,16 m/sn'lik fark yaratmaktadır. Laktat eğrisine kan örneği almak için gerçekleştirilen duraklamaların etkisiyle ilgili problemde bu duraklamalar da her 30 sn'de hızda 0,07 m/sn'lik değişiklik olduğu belirtilmiştir. Bu değişikliğe duraklamalarda laktatın elimine edilmesinin sebep olduğu vurgulanmıştır. Bu sebeple duraklamaların mümkün olan en kısa zaman aralığında tutulması önerilmiştir. Treadmill ve farklı koşu yüzeylerindeki sonuçların karşılaştırıldığı bölümde saha testlerinde laktatın daha hızlı artışının hava direncinden kaynaklanabileceği belirtilmiş ve hava direnci sebebiyle ihtiyaç duyulan ek enerji ihtiyacının treadmilldeki %1'lik eğimle simule edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da bu dikkate alınarak treadmill testi % 1'lik eğimde gerçekleştirilmiştir.

Heck ve ark., (1985) farklı eşik konseptlerini iki kategoriye ayırmışlardır.

1. Egzersize bağlı laktat üretiminin başlangıcını işaret eden eşikler. Örnek olarak optimal solunum verimliliği, Anaerobik Eşik (AE), Aerobik Eşik (Kindermann et al., 1979) bireysel anaerobik değişim.

2. MLSS'yi işaret eden eşikler. Örneğin Aerobik-Anaerobik eşik, Anaerobik Eşik (AE) (Kindermann ve ark., 1979), bireysel anaerobik eşik, OBLA.

Her iki laktat eşik konsepti de dayanıklılık kapasitesini uygun şekilde belirleyen prosedürlerdir. Bu prosedürlerin bazı avantaj ve dezavantajları gündeme gelmektedir. 1. Eşik konseptinin avantajları arasında, yükleme yöntemindeki

değişikliklerin eşige minimal etki yapması belirtilebilir. Dezavantaj olarak, laktat eğrisinde anlamlı yükselmenin dolayısıyla eşğin gözlem yoluyla belirlenmesinin, farklı gözlemciler arasında değişik sonuçlara ulaşılmasına sebep olması belirtilebilir. AE bu yöntemle invazif metotta belirlenemez ve non-invazif gaz değişimin tanımlanması ise yine gözlemciler arasında çok geniş bir çeşitlilik olacağı için klinik kullanımda uygun değildir. Bazı matematik prosedürlerde, laktat eğrisi kullanılan matematik fonksiyonları takip etmediği için hata verebilir. 2. Eşik konseptindeki avantaj ve dezavantajlar 1. konseptin dezavantaj ve avantajlarıdır. Yükleme yöntemindeki değişiklikler eşik değerlere bariz etkide bulunur. Avantaj olarak 4 mmol'deki Aerobik-Anaerobik Eşik ve çoğunlukla bireysel AE laktat eğrisinin, dik (tepe) bölümünde bulunur. Dolayısıyla ölçümdeki hatalar eşik değerleri 1. konsept göre daha az etkiler (Heck et al.,1985).

Treadmill'de belirlenen 4 mmol eşik, antrenman düzenlerinin kontrol edilmesinde kullanılabilir. Özellikle kalp atım oranı, treadmill hızları antrenman hızlarına transfer edilemiyorsa, antrenman yüklerini kontrol etmek için kullanılabilir (Heck ve ark.,1985).

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 and Marti, 1999).

Caiozzo ve ark. (1982) AE'nin gaz değişim göstergeleri ile belirlenmesini araştırdıkları çalışmalarında yaşları 20-31 arasında değişen 16 erkek ve 2 bayan denek yer almıştır. Deneklerin yaş ve vücut ağırlığı değişkenleri;  $23,1 \pm 0,9$  (yıl),  $72,9 \pm 3$  (kg)' dir. Bu çalışmada deneklerin, Vücut Ağırlığı  $74,87 \pm 6,62$  (kg), Yaş  $26,63 \pm 3,98$  (yıl) bulunmuştur. Denekler bisiklet ergometresinde dk'da 20 watt'lık artışlarla, tükenene kadar test uygulamışlardır. 30 sn'lik duraklamalarla kan örnekleri alınmıştır. AE belirlenmesi için, VE (dakika solunum hacmi),  $VCO_2$ , R,  $VE/VO_2$  ve LE metotları kullanılmıştır. Bu metotlarda zamana karşı solunum,  $CO_2$ ,  $VO_2$ , VE, R' deki non-lineer artışlar gözlem yoluyla belirlenmiş AE olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada da kullanılan bu yöntemlerden sadece  $VE/VO_2$ 'de görsel teknik kullanılmıştır. Caiozzo ve ark. (1982), çalışmaları sonucunda VE metot AE  $VO_2$

değeri  $1,79 \pm 0,11$  l/dk,  $VCO_2$  metot  $1,74 \pm 0,11$  l/dk, R  $1,58 \pm 0,06$ ,  $VE/VO_2$   $1,84 \pm 0,11$  ve LE  $1,85 \pm 0,11$  bulunmuştur. Bu çalışmada VE metot AE  $VO_2$  değeri  $3,16 \pm 0,44$  l/dk,  $VCO_2$  metot AE  $VO_2$  değeri  $3,14 \pm 0,53$  l/dk, R metot AE  $VO_2$  değeri  $3,49 \pm 0,38$  l/dk tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen değerler Caiozzo ve ark., (1982)'nin değerlerinden farklılık göstermektedir. Caiozzo ve ark. (1982), denek gruplarının aerobik kapasite, antrenman geçmişleri ile ilgili bilgi vermemişlerdir. Bu anlamda bizim denek grubumuzun aerobik kapasite açısından daha yüksek özellikler gösterdiği ifade edilebilir. LE ve solunumsal veya gaz değişim AE'ler arasındaki korelasyonlar ise,  $VE/VO_2$   $r=0,93$   $p<0,001$  en yüksek ilişki olmak üzere, RER  $r=0,39$   $p>0,05$  olarak en düşük ilişki göstermiştir.  $VE/VO_2$  en yüksek re-test ilişki düzeyini de göstermiştir. Bunun yanında VE, LE ile  $r=0,88$   $p<0,001$ ,  $VCO_2$   $r=0,83$   $p<0,001$  ilişki değerleri bulunmuştur. Bu çalışmada kullanılan laktat göstergeleri arasında Caiozzo ve ark. (1982)'nin kullandığı gösterge bulunmamaktadır, bu anlamda SE ve LE eşiklerin korelasyonu açısından karşılıklı değerlendirme yapmak mümkün değildir.

Caiozzo ve ark. (1982) bulguları çerçevesinde şu sonuçlara varmışlardır. Kendilerinden önceki yayınlarında ulaşılan bulguları ileriye taşımak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda, kullandıkları 4 göstergenin AE'nin belirlenmesinde doğru ve güvenilir metotlar olduğunu, bunların içerisinde  $VE/VO_2$ 'nin tek başına en iyi gösterge olduğunu belirtmişlerdir. 1 dk'lık yüklenme basamaklarından oluşan protokollerinde  $VE/VO_2$  başlangıçta tipik olarak düşüş gösterip, ardından AE'de dengeli bir şekilde artmıştır. Buna karşıt olarak VE (dakika solunum hacmi) ve  $VCO_2$  test boyunca sürekli şekilde artmıştır ve non-lineer kırılma noktasının nerede oluştuğu ile ilgili az delil bırakmıştır.  $VE/VO_2$  metotta çifte kriter kullanılarak,  $VE/VCO_2$  de  $VE/VO_2$ 'nin artışına eşlik eden bir artış olmamasına dikkat edilmiştir. Bulgularını diğer yayınlarla karşılaştırırken, metotlarda tespit edilen AE'lerin  $VO_2$  l/dk veya  $MaxVO_2$ 'nin %'leri olarak ifade edilmesinin korelasyon katsayıları açısından farklılık yarattığını,  $VO_2$ ' l/dk gösterilişinin, daha yüksek korelasyon katsayısı sağladığını belirtmişlerdir. AE'nin  $MaxVO_2$ 'nin %'leri olarak dönüştürülmesi, datanın homojenliğini artırmakta ve daha düşük korelasyon katsayısı oluşturmaktadır. Çalışmamızda bu bulgulara destek oluşturacak veriye ulaşılmamıştır. Her iki değişkende yaklaşık olarak benzer korelasyon değerlerine

ulaşmıştır. R metodunda zamana karşı R'de ani ve sistematik artış aranmış ancak çok düşük korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. Bu sonuç, diğer bazı yayınların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. R bütün egzersiz süresince dengeli bir şekilde artış göstermiş ve ani sistematik artış oluşturmamıştır. VE/VO<sub>2</sub> metodun test-re-test korelasyonu 0,94 bulunmuştur. AE'nin belirlenmesinde VE/VO<sub>2</sub> iyi bir gösterge R ise zayıf bir gösterge olarak belirtilmiştir. Caiozzo ve ark. (1982)'nin R metodunda AE belirlemek için tercih ettikleri yöntem olası non-lineer artışın tespit edilmesi biçimindedir. Bizim çalışmamızda ise sabit R=1 değeri eşik olarak kullanılmıştır. Yukarıda sunulan, R'nin bütün test sürecinde ani artış göstermeksizin lineer artışı Caiozzo ve ark. (1982)'nin R metodunda düşük korelasyon bulmasına sebep olmuş olabilir. Bu anlamda Caiozzo ve ark. (1982)'nin sonucuna kontrast olacak şekilde R bizim çalışmamızda hem diğer non-invazif metotlarla hem de invazif metotlarla yüksek korelasyon göstermiştir.

Caiozzo ve ark. (1982)'nin gaz değişim ölçümlerinde, örneklemelerin uzun zaman aralıklı alınmasının ölçümde hataya sebep olduğu yönündeki tespitlerine dayanarak bizim yayınımda da kısa zaman aralıkları ve breath-by-breath teknik kullanılmıştır.

Sjödın ve Jacobs (1981), OBLA ve maraton koşu performansı arasındaki ilişkiyi araştırdıkları yayınlarında 18 erkek gönüllü ile çalışmışlardır. Deneklerin kan laktat birikimlerinin hangi koşu hızında 4 mmol/L değerine ulaştığını tespit edebilmek amacı ile deneklerin antrenman geçmişleri ve bireysel maraton derecelerinden hareketle en az 4 farklı koşu hızında kan laktat konsantrasyon ölçümü yapılmıştır. Deneklerin bazı değişkenleri şu şekildedir: Yaş 32±7 (yıl), Boy 176±6 (cm) ve Vücut Ağırlığı 78±7,9 (kg). Bu çalışmada Boy 178,02±5,86 (cm), Vücut Ağırlığı 74,87±6,62 (kg), Yaş 26,63±3,98 (yıl) olarak tespit edilmiştir.

Deneklerin maraton koşusu ortalama hızları 13,32±2,16 km/sa OBLA'daki koşu hızları ortalaması 15,12±1,8 km/sa ve maraton koşu hızları OBLA koşu hızının yüzdesi olarak ifade edildiğinde %87,2±6,2 olarak tespit edilmiştir. Maraton koşu hızı ve OBLA koşu arasındaki ilişki r=0,96 ve maraton koşu hızı ile OBLA'nın yüzdesi olarak koşu hızı arasında r=0,86 (p<0,001) düzeyinde ilişki tespit edilmiştir. Bunun yanında ST kas fibril yüzdesi ile maraton koşu hızı arasında r=0,64 OBLA koşu hızı arasında r=0,63 (p<0,01) düzeyinde ilişki tespit edilmiştir. Bu çalışmada

OBLA'nın performansla ilişkisi doğrudan çalışılmamıştır ancak OBLA'da ulaşılan koşu hızları  $11,85 \pm 1,16$  km/sa olarak tespit edilmiştir. Hızlarda görülen farklılık denek gruplarının farklı aerobik altyapılardan gelmelerinden kaynaklanmış olabilir. Bizim denek grubumuz elit futbolculardan oluşmakta iken Sjödın ve Jacobs (1981)'un denek grubu dayanıklılık sporcularından oluşmaktadır bu anlamda OBLA (4mmol/l) eşikteki hız toleransları farklılık göstermiş ve Sjödın ve Jacobs (1981)'un denek grubu aynı laktat değerinde daha yüksek hızlarda koşabilmiştir.

Sjödın ve Jacobs (1981), yukarıdaki sonuçlara ek olarak maraton koşu performansının OBLA'daki bireysel koşu hızıyla yakından ilişkili olduğunu ve bu hızın gerçek yarışta uygulanabilmesi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ivy ve ark. (1980), iskelet kasının solunum kapasitesi ve LE' deki ST fibrillerinin proporsuyonunun ilişkisini araştırdıkları yayınlarında 13 erkek gönüllü deneyin bazı değişkenlerini şu şekilde tespit etmişlerdir: Yaş  $23,8 \pm 5$  (yıl), boy  $180,3 \pm 7,6$  (cm) ve vücut ağırlığı  $77 \pm 8,6$  (kg). Deneklerin laktat eşikteki  $MaxVO_2$  ortalamaları  $27,8 \pm 7,5$  ml/kg/dk,  $MaxVO_2$  'leri  $50,6 \pm 8,1$  ml/kg/dk,  $VO_2$  'leri  $3,54 \pm 0,6$   $MaxVO_2$  yüzdesi olarak eşik değerleri  $\%54,2 \pm 8,3$  olarak tespit etmişlerdir.

Londeree (1997) laktat ve solunum eşige yakın yoğunluklarda antrenman yapmanın, sedenterlerde eşik değerleri geliştirdiğini fakat antrenmanlı kişilerde daha yüksek yoğunluklar gerekli olabileceğini belirtmiştir.

K.W.Borch ve ark. (1993), maksimal iş yükü denge durumunu en iyi belirleyebilecek koşu hızlarını ve laktat seviyesini belirleyebilmek için yaptıkları çalışmada maksimal iş yükü denge durumundaki ortalama laktat değerini  $3 \pm 0,63$  mmol tespit etmişlerdir. Yayınlarında denek olarak kullandıkları 11 genç dayanıklılık sporcusunun bazı değişkenleri: Yaş  $26,2 \pm 4$  (yıl), Vücut Ağırlığı  $72 \pm 5,8$  (kg),  $MaxVO_2$   $68 \pm 4$  ml/kg/dk,  $VO_2$   $4,9 \pm 0,49$  lt/dk şeklindedir. Deneklerin maksimal iş yükü denge durumundaki koşu hızları dakikada  $16,85 \pm 1.272$  km/sa tespit edilmiştir. Yayınlarında maksimal iş yükü denge durumundaki kan laktat değerinin literatürde sıklıkla 4 mmol olarak kullanılan değerden daha düşük bir değer olan 3 mmol laktat olarak tespit edildiğini belirtmişler ve bunun farklı test prosedüründen, ölçüm metodundan ve bütün deneklerin dayanıklılık sporcusu olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Jacobs ve ark. (1983), 4 mmol/L laktat değerine karşılık gelen iş yükü ile korelasyon gösteren bir test bataryası oluşturmak için gerçekleştirdikleri yayınlarında deneklerin bazı fiziksel özelliklerini şu şekilde tespit etmişlerdir: Yaş  $29,9 \pm 7,4$  (yıl), Vücut Ağırlığı  $71,1 \pm 5,4$  (kg), Boy  $178 \pm 5$  (cm). Sonuç olarak, OBLA'daki iş yükü ve sabit 200 watt yüklemeli egzersizin 6. dakikasındaki iş yükü arasında  $r=0,93$  ( $p<0,001$ ) düzeyinde ilişki tespit edilmiştir.

Jacobs ve ark. (1983), yayınlarında o dönemde elde edilen bilgi çerçevesinde 4 mmol/L laktat göstergesinin antrenmana adaptasyonu, MaxVO<sub>2</sub>'den daha hassas değerlendirdiğini belirtmişler ve bu göstergelyi kullanarak çalışmışlardır.

Kindermann ve ark. (1979), çalışmalarını 7 kros kayakçıyla gerçekleştirmişler. Deneklerin Yaş Ortalamasını  $20,9 \pm 1,7$  (yıl), boy  $175,1 \pm 4,6$  (cm), Vücut Ağırlığı  $68,7 \pm 4,9$  (kg), MaxVO<sub>2</sub>  $64,6 \pm 4,7$  ml/kg/dk, Max Kalp Atımı  $192 \pm 9,3$  atım/dk, Max laktat konsantrasyonu ortalamalarını  $11,08 \pm 1,98$  mmol/L, VO<sub>2</sub>  $4,46 \pm 0,26$  l/dk, Max treadmill hızı  $18,3 \pm 0,3$  km/sa olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada bu değerler Boy  $178,02 \pm 5,86$  (cm), Vücut Ağırlığı  $74,87 \pm 6,62$  (kg), Yaş  $26,63 \pm 3,98$  (yıl), VO<sub>2</sub>  $3,79 \pm 0,36$  l/dk, MaxVO<sub>2</sub>  $50,68 \pm 2,85$  ml/kg/dk, Kamax  $191,84 \pm 11,88$  atım/dk, Max.Lactat  $7,72 \pm 1,75$  mmol, Max treadmill hızı  $14,48 \pm 0,6$  km/sa olarak tespit edilmiştir. Deneklerimizin ulaştığı, VO<sub>2</sub>, MaxVO<sub>2</sub>, Max treadmill hızı ve Max.Lactat değerleri Kindermann ve ark. (1979)'nın deneklerinden daha düşük değerlerdedir. Kindermann ve ark. (1979)'nın denek grubu kros kayakçılardan oluşmaktadır ve bizim futbolcu denek grubumuzdan daha yüksek aerobik kapasite özellikleri göstermektedirler. Bu anlamda daha yüksek O<sub>2</sub> kullanım değerlerine ulaşmış oldukları ifade edilebilir. Denekler başlangıç hızı 8 km/sa eğimi %5, her 3 dk'da 2 km/sa'lık hız artışlarının kullanıldığı treadmill testi uygulamışlardır. Her seviyenin sonunda 20 sn'lik kesintilerle laktat konsantrasyonu ölçülmüştür. Kindermann ve ark. (1979), test protokolündeki hızlanma basamakları 2 km/sa olarak belirlenmiştir, bizim çalışmamızda ise hızlanma değeri 1,2 km/sa'dır. Bu farklılık ulaşılan maksimum hızlar açısından farklılık yaratmış olabilir. 4 mmol laktat seviyelerine denk gelen treadmill hızı O<sub>2</sub> kullanımı ve kalp atımı interpolasyon ile belirlenmiştir. Daha sonra denekler 30'ar dakikalık 2 egzersiz uygulamışlardır. İlk egzersizde 4 mmol'deki kalp atımı sabit olacak şekilde, diğer egzersizde de 4 mmol'deki treadmill hızı sabit olacak şekilde egzersiz yapmışlardır. Her iki testte

dinlenik durumda ve her 5 dk'da kan laktat ölçümü yapılmıştır. Araştırma sonucunda 4 mmol/L laktat aerobik-anaerobik eşik değerleri şu şekilde tespit edilmiştir. Kalp atımı  $174 \pm 7,7$  atım,  $VO_2$ ,  $3,81 \pm 0,26$  l/dk,  $MaxVO_2$   $54,9 \pm 4,2$  ml/kg/dk, Treadmill Hızı  $15,3 \pm 0,5$  km/sa olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada bu değerler Hız  $11,85 \pm 1$  km/sa, Kalp Atımı  $165,81 \pm 11$ ,  $MaxVO_2$  AE  $39,35 \pm 5,0$ ,  $VO_2AE$   $2,99 \pm 0,44$ . Elde edilen sayısal değerler arasındaki farkın denek gruplarının farklı aerobik altyapılarından kaynaklandığı ifade edilebilir. Bunun yanında bizim çalışmamızda test başlangıç koşu hızı, daha doğru  $MaxVO_2$  değerlerine ulaşabilmek ve test süresini 12-15 dk arasında tutabilmek adına 10 km/sa olarak tercih edilmiştir dolayısı ile deneklerimizin daha düşük  $VO_2$ , kalp atımı ve hız değerlerinde laktat üretimleri 4 mmol/l seviyelerine ulaşmıştır. Ayrıca daha öncede belirtildiği gibi farklı aerobik kapasite özellikleri aynı laktat seviyelerinin farklı biçimde tolere edilmesine sebep olmuş olabilir.

Kindermann ve ark. (1979)'nın araştırmalarında 4 mmol/L laktat seviyelerindeki dik artışın başlangıcı maksimal iş kapasitesini %80'lerinin üzerinde gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer bir sonuçla  $\%81,87 \pm 6,56$  değerine ulaşılmıştır. Bu benzerlik denek gruplarının değişkenlerdeki mutlak değer farklılıklarına rağmen 4mmol laktat göstergesinin iş yükünün yüzdesi açısından benzer sonuç verdiği biçiminde yorumlanabilir. Bu anlamda farklı denek grupları ile çalışmakla birlikte Kindermann ve ark. (1979) ve bizim çalışmamızdakilere benzer özellikteki denekler için bu sonuçlar kullanılabilir görünmektedir. Oksijen kullanımı treadmill hızına göre lineer, dk solunum 12 km/sa hızlara kadar lineer daha sonrasında non-lineer olarak artmıştır. Düşük iş yüklerinde soluk alınan ve verilen  $O_2$  konsantrasyonlarındaki fark sabit kalırken, 12 km/sa hızın üzerindeki yoğunluklarda önemli bir şekilde düşmüştür.

Kindermann ve ark. (1979)'nın araştırması anaerobik eşiğin üzerindeki iş yükü yoğunluklarının hafifçe yükselmiş laktat seviyeleriyle birlikte uzun zaman periyotlarında sürdürülebileceğini göstermiştir.

Kindermann ve ark. (1979) AE'nin uygun antrenman yoğunluğunun belirlenmesi için bir rehber olabileceğinin önerildiğini belirtmişlerdir. AE deneysel nedenlerle 4 mmol/L laktat olarak tanımlanmıştır. İş yükü yoğunluğunun belirlenebilmesi için bir ön şart olarak egzersizde yaklaşık olarak 4 mmol/L olacak



başlangıç laktat konsantrasyonunun üzerinde bir artış olmayacağı ön görülür. Aerobik-Anaerobik eşik seviyesinin üzerindeki yüklemeler uygulandığında, laktat enerji üretiminin yüksek oranları laktat seviyesinin artmasına ve dolayısıyla egzersizin bir süre sonra bitirilmesine sebep olur. Aerobik-Anaerobik eşikteki ( $\text{MaxVO}_2$ 'nin %84'ü) yüksek performans iyi dayanıklılık kapasitesini işaret eder. Wasserman ve ark.'nın kriterleri uygulandığında AE'ye (yaklaşık 2 mmol/L) 13 km/sa hızda ve en fazla 47 ml/kg/dk da ulaşılmaktadır. 12'den 14 km/sa hızlara kadar dakika solunum orantısız olarak artar ve soluk alınan ve verilen havadaki oksijen konsantrasyonu arasındaki fark ani şekilde artar. Bu noktada arteryel laktat konsantrasyonu ilk anlamlı artışı gösterir.

Kindermann ve ark. (1979)'nin araştırması göstermiştir ki 4 mmol/L laktat seviyelerinde gerçekleştirilen dayanıklılık antrenmanları (45 ile 60 dk) bazı durumlarda daha uzun süre devam ettirilebilmektedir. Bu şartlardaki kalp atımı ortalama 170 atım/dk'nın üzerinde gerçekleşmektedir, bunun yanında özellikle genç sporcularda 180 atım/dk'nın üzerinde değerler gözlenebilmektedir. Teorik olarak dayanıklılık antrenmanı için optimal yükleme yoğunluğu 4 mmol/L laktatın aerobik-anaerobik eşik ranjında olmalıdır.

Bishop ve ark. (1998), 1 saat bisiklet performansı  $\text{MaxVO}_2$ , Max Watt ve altı LE göstergesi arasındaki ilişkiyi araştırdıkları yayınlarında, bütün laktat parametrelerinin birbirleriyle  $r=0,54-0,94$ ,  $p<0,01$  düzeyinde anlamlı şekilde ilişkili olduğunu, bu parametrelerden  $D_{\text{max}}$  metodun bisiklet performansı ile  $r=0,84$   $p<0,001$  düzeyinde en iyi şekilde ilişkili olduğunu ve bütün parametrelerin,  $\text{MaxVO}_2$ 'ye göre ( $r=0,55$ ,  $p<0,01$ ) daha güçlü ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bishop ve ark. (1998)'nin çalışmasında benzer yayınlara farkla OBLA'yı bisiklet performansı ile yüksek korelasyonlu ( $r=0,81$ ,  $p<0,001$ ) tespit etmişlerdir. Literatürde LE'nin istirahat seviyelerinin hemen üzerinde artış gösterdiği eşik dayanıklılık performansı ile OBLA'ya göre daha yüksek ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Bishop ve ark. (1998), bu farklılığın kan örneğinin alındığı noktaların farklılığından, test protokolünden veya kanın nasıl analiz edildiğinden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Bu kriterlerin sabit laktat konsantrasyonları için egzersiz yoğunluğunu etkilediği ancak LE'yi anlamlı şekilde değiştirmedeği belirtilmiştir. Laktat konsantrasyon ve parametrelerinin protokole özel olduğu bu

sebeple sonuçlarının belirtilen anlamlarda benzer yayınlardan farklılıklar içerdiği belirtilmiştir.

Bishop ve ark. (1998) laktat parametrelerin kastaki periferal faktörlerle bağlantılı ise performans tahmini yapılırken kullanılan testlerin gerçek performansta kullanılan kas gruplarını mümkün olduğunca işe dahil etmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Laktat parametrelerinin, performans tahmini açısından nasıl olup da  $\text{MaxVO}_2$ 'den daha iyi bir gösterge olduğu sorusu sabittir.  $\text{MaxVO}_2$ 'nin kesin belirteçleri tartışmalı olmakla birlikte birçok yazar  $\text{MaxVO}_2$ 'yi sınırlandıran etkenin kas mitokondri  $\text{VO}_2$  stokları olduğunu tartışmışlardır. Görünen odur ki egzersize laktat cevaplar birincil olarak çalışan kaslarda ki periferal faktörlere ve yavaş kasılan kas fibril (ST) yüzdesine bağlıdır. Submaksimal egzersizde metabolizmada neler olduğu temel olarak periferal faktörlere belirlenir. Bunlar arasında çalışan kasların solunum kapasitesi belirtilebilir. Daha yüksek solunum kapasitesiyle hassasiyet artırılır ve ADP ve inorganik fosfat gibi efektörlerin daha düşük seviyeleri ile belirli düzeydeki solunum korunur. Bu küçük metabolik farklılıklar, glikojenolisisin (anaerobik glikolisis) daha yavaş oranlarda gerçekleşmesinde önemli rol oynar ve dayanıklılık açısından antrene olmuş kaslarda daha az laktat oluşumunu sağlar. Glikojen depolarının erken şekilde tüketilmesine sebep olan glikojen kullanımı, egzersiz şiddet ve süresine bağlıdır. Eğer laktat parametreleri glikojen kullanımıyla ilişkili ise farklı laktat parametreleri farklı performans tipleriyle ilişkilidir. Sporculara yarış sırasında sürdürebilecekleri bir kas glikojenolisis oranı seçmeleri önerilmiştir. Dmax metodun 1 saatlik performans değerleriyle dolayısıyla bu performansa uygun glikojen kullanımıyla ilişkili olduğu, 2-3 saatlik performansların daha düşük glikojen kullanım ihtiyacı oluşturduğu ve bu sürelerle de LE'nin daha iyi korelasyon gösterdiği belirtilmiştir. LE Dmax'e göre daha düşük güç değerlerinde tespit edilmektedir. Sonuç olarak farklı dayanıklılık tiplerinde farklı laktat parametrelerinin kullanılması uygun olacaktır.

Bishop ve ark. (1998)'nin kullandıkları üç laktat göstergesi bizim çalışmamızla ortaktır ( $\text{LE}_{4\text{mmol}}$ , Dmax,  $\text{LE}_{\log}$ ). Bu göstergelerin İş yükü (W) değişkeni açısından ifade edilmiştir. Dmax ve  $\text{LE}_{4\text{mmol}}$  metotlar arasında  $r=0,82$ , Dmax ve  $\text{LE}_{\log}$  metotlar arasında  $r= 0,65$  ve  $\text{LE}_{\log}$  ve  $\text{LE}_{4\text{mmol}}$  metotlar arasında  $r=0,65$  ilişki değerlerine ulaşmışlardır. Bizim çalışmamızda bu metotlarda İş Yükü (hız) değişkeni

açısından şu korelasyon değerleri tespit edilmiştir.  $LE_{LOG}$  ve  $LE_{Dmax}$  yöntemleri arasında  $r=0,710$ ,  $p<0,01$  güçlü ve anlamlı,  $LE_{Dmax}$  ve  $LE_{4mmol}$  yöntemleri arasında  $r=-0,555$ ,  $p<0,05$  güçlü ve anlamlı ve  $LE_{LOG}$  ve  $LE_{4mmol}$  yöntemleri arasında  $r=-0,429$ ,  $p<0,05$  düzeyinde negatif korelasyon tespit edilmiştir.

Larsson ve ark. (2002) yayınlarında, 7 erkek cross-country kayak sporcusuyla çalışmışlar ve sporcularının antropometrik özelliklerini şu şekilde tespit etmişlerdir: Yaş  $18,1\pm 1,35$  (yıl), Boy  $1,80\pm 0,054$  (m.), Vücut Ağırlığı  $73,1\pm 5,84$  (kg).

Larsson ve ark. (2002) yayınlarında, erkek kayak sporcularının performansının en iyi  $VE/VCO_2$  ( $r=-0.944$ ) ve  $OBLA'$  ( $r=-0.948$ ) dan tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada sporcuların performans değerleri ile ilişkilendirme yapılmamıştır ancak  $VO_2$  değişkenim ile ifade edilen AE noktalarında,  $RER$  ve  $E_{QO_2}$  yöntemleri arasında ( $r=1,000$ ) pozitif mükemmel korelasyon ve  $VE$  ve  $VCO_2$  yöntemleri arasında ( $r=0,927$ ,  $p<0,01$ ) çok güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

Fell 2008'de veteran bisikletçilerde laktat eşiğin modifiye  $Dmax$  metoduyla belirlenmesinin geçerliliğini araştırdığı çalışmada sporcuların antropometrik özelliklerini şu şekilde tespit etmiştir: Boy  $1,80\pm 0,06$  (m.), Vücut Ağırlığı  $78,0\pm 9,6$  (kg.) ve Vücut Yağ Yüzdesi  $12\pm 3$  %, Yaş  $45\pm 6$  (yıl). Sporcuların  $MaxVO_2$  değerleri  $57\pm 4$  ml/kg/dk. olarak tespit edilmiş, modifiye  $Dmax$  metoduyla tespit edilen laktat eşik noktaları  $MaxVO_2$ 'nin  $\%79\pm 6$ 'sında maksimum kalp atımlarının  $\%88\pm 5$ 'inde gerçekleşmiştir. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında denek grupları veteranlardan oluşmakla birlikte  $MaxVO_2$  değişkenleri benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik denek gruplarının yüksek aerobik kapasiteli bisikletçilerden oluşmasından kaynaklanabilir. Bunun yanında bizim çalışmamızda  $LE_{ModDmax}$  metoduyla tespit edilen laktat eşik noktaları  $MaxVO_2$ 'nin  $\%87,41\pm 5,08$  değerlerinde gerçekleşmiş ve görece daha yüksek oranlar vermiştir. Bu sonuçta, Fell (2008)'nin test protokolünde bisiklet ergometresi kullanmaları ve bu tip ergometrenin özellikle alt ekstremitede erken yorgunluğa sebep olması etkili olmuş olabilir.

Fell 2008'deki çalışmasında  $Dmax$ 'daki kalp atım ve güç çıktısıyla egzersiz performansındaki sürdürülebilir kalp atım ve güç çıktısının ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Laktat eşik güç çıktısıyla dayanıklılık bisiklet güç çıktısı arasındaki korelasyon  $r=0,85-0,89$ , kalp atımı korelasyonu da  $r=0,68$  ve  $0,81$  bulunmuştur.

Sonuç olarak modifiye Dmax metoduyla elde edilen güç ve kalp atım değerleri dayanıklılık bisiklet performansında sürdürülebilir değerler olarak tespit edilmiştir.

Hughson ve ark. (1987), 8 gönüllü erkek denekle gerçekleştirdikleri çalışmada, laktat eşik ve anaerobik eşiğin MaxVO<sub>2</sub>'nin %'si biçiminde ifade edildiğinde, relatif fitness'in göstergesi olarak kullanılmış olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca egzersiz sırasında, laktattaki değişimin eşik cevap şeklinde değil, sürekli bir fonksiyon olarak daha iyi tanımlanabileceğini belirtmişlerdir.

Özçelik ve Keleştimur 2004' teki yayınlarında deneklerinin Yaş 22,3±4.4 (yıl), Vücut Ağırlığı 75.6±10.5 (kg) ve Boy Uzunluğunu 179.5±6.6 (cm) olarak tespit etmişlerdir. Deneklerinin tepe O<sub>2</sub> kullanım değerleri 3,22±0,6 l/dk. Anaerobik Eşik O<sub>2</sub> kullanımlarını 1,84±0,3 l/dk. Anaerobik Eşikteki MaxVO<sub>2</sub> yüzdesini %57,7±6 olarak tespit etmişlerdir. Özçelik ve Keleştimur V-slope metodu ile tahmin edilen Anaerobik Eşiğin, hem kontrol hem hipoksia çalışmalarında kan laktat konsantrasyonundaki sistematik artış ve standart bikarbonat konsantrasyonundaki düşüşle ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Artırmalı egzersiz testi sırasında kalp atım oranı- iş yükü oranı arasındaki kırılma noktası bütün deneklerde tespit edilmemiştir. Çalışmalarında, kontrol grubundaki sekiz denekten altısında V-slope metodunda net kırılma noktası tespit edilmesine karşın kalp atımı lineer olarak artış göstermiştir. Çalışma gruplarında kalp atım oranı-iş yükü oranı arasındaki kırılma noktası hiçbir denekte Anaerobik Eşikle eşleşmemiştir. Kalp atım kırılma noktası bütün deneklerde Anaerobik Eşikten sonra ortaya çıkmıştır.

Özçelik ve Keleştimur V-slope metodunda kırılma noktasının tepe VO<sub>2</sub> değerinin en fazla %60'ların da gerçekleştiğini ve bunun kan laktatındaki sistematik artış ve standart bikarbonat değerlerindeki düşüşle ilişkili olduğunu belirtmişlerdi. Bu bulgu sedenter erkeklerin Anaerobik Eşiğinin MaxVO<sub>2</sub>' nin %50-70'leri arasında gerçekleştiği bulgusunu desteklemektedir. Kalp atım kırılma noktası Anaerobik Eşikten daha büyük egzersiz yoğununda ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşık olarak tepe VO<sub>2</sub> değerinin %80'i ve maksimum kalp atımının da %95'lerine denk gelmektedir. Bu çalışmada V-slope metodunda VO<sub>2</sub> değişkeni ile ifade edilen AE noktası 3,14±0,30 l/dk seviyelerinde ve AE'deki MaxVO<sub>2</sub> yüzdesini 82,56±3,30 olarak tespit etmişlerdir. Özçelik ve Keleştimur (2004) çalışmalarında antrenman geçmişi olmayan denekler kullanmışlar bunun yanında bizim çalışmamızda denek grubumuz

elit futbolculardan oluşmuştur. Bu anlamda AE noktalarındaki farklılıklar açıklık kazanmaktadır. Bizim çalışmamızda tepe VO<sub>2</sub> değeri 3,79±0,3 l/dk ile Özçelik ve Keleştimur (2004)'un çalışması ile büyük fark göstermemektedir ancak aerobik kapasite altyapılarının farklılığı bunun yanında farklı ergometre tipleri AE noktaları arasında ciddi farklar oluşturmaktadır.

Özçelik ve Keleştimur Anaerobik Eşiğin belirlenmesinde kalp atımı kırılma noktasının belirsiz olduğunu dolayısıyla Anaerobik Eşik belirlenirken sadece kalp atım oranı ve iş yükü oranı arasındaki ilişki dikkate alınırken klinik ve spor sağlığı çalışmalarında dikkatli davranılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Amann ve ark., (2004), bisiklet yarışma sezonunun başlangıç ve bitişinde SE belirleme metotların test-re-test güvenilirliğini araştırdıkları çalışmalarında denek grubunun bazı antropometrik özelliklerini ve antrenman geçmişlerini şöyle sıralamışlardır: 1. grup için (n=15) Yaş 32±8 (yıl), Vücut Ağırlığı 70,2±6,2 (kg), Boy 175,1±5,2 (cm), MaxVO<sub>2</sub> 67,6±4,2 ml/kg/dk, Antrenman Yaşı 9±4 (yıl), grup 2 (n=15) Yaş 32±8 (yıl), Vücut Ağırlığı 70,1±6,1 (kg), Boy 173,1±6,4 (cm), MaxVO<sub>2</sub> 71,5±3,0 ml/kg/dk, Antrenman Yaşı 10±4 (yıl), grup 3 (n=20) Yaş 33±8 (yıl), Vücut Ağırlığı 74,1±7,8 (kg), Boy 173±8,3 (cm), MaxVO<sub>2</sub> 64,8±8 ml/kg/dk, Antrenman Yaşı 7±5 (yıl). VE belirleme testinde başlangıç yükü 20 watt'tır ve her dk. 25 watt'lık artışlar kullanılmıştır. Pedal devri dk'da 70'de tutulamayınca test sona erdirilmiştir. VE belirleme yöntemi olarak RER=1, RER=0,95, VE/VO<sub>2</sub>, V-slope ve VE/CO<sub>2</sub> metotları kullanılmıştır. Sonuç olarak hemen hemen bütün metotlar 40 km ortalama watt değeri ile iyi korelasyon göstermiştir. VE/VO<sub>2</sub> metodu 40 km bisiklet zaman deneme performansı için en geçerli ve güvenilir gösterge olarak değerlendirilmiştir.

Davis ve ark. (1979), 3 farklı egzersiz modunda AE ve maksimal aerobik gücü değerlendirdikleri yayınlarında, 39 erkek üniversite öğrencisini 9 kişilik küçük ve 30 kişilik büyük bir grup olarak kullanmışlardır. Deneklere kol dinamometresi, bisiklet ve treadmillde 2'şer test uygulamışlardır. Protokollerde 3-4 ml/kg/dk'lık basamak artışları kullanılmıştır. Koşu bandı testi yürüyüş ve koşu fazından oluşmaktaydı. Yürüyüş fazında başlangıç hızı 72 m/dk, eğim %0'dır. 4.,7. ve 10. dakikalarda hız 10 m/dk artırılmış, eğim hız artışlarının olduğu dakikalar hariç her dakika %3 artırılmıştır. Testin koşu fazı 13. dakikada hız 7,2 km/sa iken başlamıştır.

Bundan sonraki her dakika 1,2 km/sa'lık hız artışı uygulanmış, koşu fazında eğim %18 olarak sabitlenmiştir. Bütün deneklerin AE'leri protokolün yürüyüş fazında ortaya çıkmış, MaxVO<sub>2</sub>'ler koşu fazında elde edilmiştir. Gaz değişimleri 15 sn'lik intervallerle kaydedilmiştir. Gaz değişim değişkenlerinin zamana karşı eğrisinden, lineeritenin bozulduğu noktalara karşılık gelen iş oranı veya VO<sub>2</sub>, VE, VCO<sub>2</sub> ve R'deki ani artışlar kullanılarak tespit edilmiştir. Bütün metotlarda AE'nin oluştuğu zaman belirlenmiş ve AE'deki VO<sub>2</sub> lineer regresyonla belirlenmiştir. Metotlardaki tahmin edilen ortalama zaman 11,1 dk ve VO<sub>2</sub> 2,80 l/k' dır. R dışındaki metotlar birbirinden 30 sn' lik farklarla zaman belirlemiş, ancak R AE' nin belirlenmesinde en az hassas metot olarak tespit edilmiştir çünkü R değeri iş oranı ile doğrusal şekilde artmaktadır. Gaz değişim AE MaxVO<sub>2</sub>'nin %59,8±7,4'ünde LE MaxVO<sub>2</sub>'nin %59,7±7,1'inde ortaya çıkmıştır. Davis ve ark. (1979), VE, VCO<sub>2</sub> ve FEO<sub>2</sub> değişkenlerindeki non-lineer ve ani artışı takip ederek, solunum gazları değişimlerinin ölçülmesinin, Anaerobik Eşiğin belirlenmesi için geçerli bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada ortalama zaman 11,39±2,68 dk ve VO<sub>2</sub> 3,28±0,44 tespit edilmiştir. Bunun yanında non-invazif VE ve VCO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,927, p<0,01) çok güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

Davis ve ark. (1979), gaz değişim AE ölçümlerinin test-re-test'le tekrar üretilebilirliğini araştırdıkları bölümde treadmill testinde VO<sub>2</sub>'yi 3,98±0,45 l/dk, MaxVO<sub>2</sub>'yi 52,9±4,7 ml/kg/dk, VE 141,1±13,9 l/dk, KA 197,6±9,7 olarak tespit edilmiştir. Treadmill testinde AE değerleri VO<sub>2</sub> 2,43±0,29 l/dk, MaxVO<sub>2</sub> %' si 58,6±5,8, VE 53,8±7,1 l/dk, VCO<sub>2</sub> 2,08±0,29 l/dk, R 0,85±0,084 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak Davis ve ark. (1979), AE konseptinin egzersiz stresine, dolaşım ve metabolik cevaplarla ilgili ek görüş getirdiğini belirtmişlerdir. Bunun ötesinde AE'yi maksimal aerobik gücün %'leri olarak ifade etmenin denekler ve aktivite modelleri arasında anlamlı karşılaştırmalar yapabileme imkanı verdiğini belirtmişlerdir.

Özgürbüz ve ark. (1998), anaerobik eşik tayininde 4 mmol/l laktat ve RER yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, iki yöntemde elde ettikleri VO<sub>2</sub> değerlerinin korelasyonu 0.75, zaman değerlerinin korelasyonunu ise 0.81 olarak tespit etmişlerdir. Özgürbüz ve ark. (1998), yüksek korelasyona rağmen, RER

metodu ile 4 mmol/l laktat eşiğindeki VO<sub>2</sub>' nin kesin bir şekilde belirlenmediğini belirlemişlerdir. Bu çalışmadaki bulgular benzer korelasyon değerleri vermemiştir. RER ve 4 mmol/l arasında ( $r=0,278$   $p>0,005$ ) anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bu anlamda RER metodun 4 mmol/l göstergesi için kullanılması tavsiye edilememektedir. 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 laktattaki MaxVO<sub>2</sub> 38.72 l/dk, RER=1.0' daki MaxVO<sub>2</sub> 42.12 ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da benzer yakın değerlere ulaşılmıştır. 4 mmol/l AE'deki MaxVO<sub>2</sub>  $39,35\pm 5,01$  ml/kg/dk RER=1'deki MaxVO<sub>2</sub>  $44,69\pm 2,62$  ml/kg/dk tespit edilmiştir. Özgürbüz ve ark. (1998), çalışmalarında RER=1.0 ve 4 mmol/l laktattaki VO<sub>2</sub> 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.

Weltman ve ark.( 1990), gerçekleştirdikleri çalışmada 3 dk seviyeli artırmalı (incremental) treadmill protokolü laktat eşik, sabit kan laktat konsantrasyonları ve MaxVO<sub>2</sub>' nin belirlenmesinde geçerlilik güvenilirliğin 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 MaxVO<sub>2</sub> 47.2 mlkg/min 4 mmol' deki MaxVO<sub>2</sub> 60.9 mlkg/min ve MaxVO<sub>2</sub> 65.6 mlkgmin olarak bulunmuştur. MaxVO<sub>2</sub> değerleri için test-retest ortalama farkları 1.4 mlkg/min ve standart hata  $\pm 2.95$  mlkg/min bulunmuştur.

Bu çalışmada 4 mmol LE'deki koşu hızı  $11,85\pm 1,16$  km/sa ve MaxVO<sub>2</sub>  $39,35\pm 5,01$  ml/kg/dk tespit edilmiş ve Weltman ve ark. (1990)'nın sonuçlarından düşük değerler vermiştir. Bu farklılığın Weltman ve ark. (1990)'nın denek gruplarının 4 mmol/l laktat değerindeki egzersiz toleranlarının daha yüksek olduğu dolayısı ile daha yüksek egzersiz yüklerinde daha düşük laktat üretim hızları olduğu şeklinde açıklanabilir.

Jones ve Doust (1998), solunum frekansında laktat ve solunum eşiğin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında yaş  $29\pm 8$  (yıl), vücut ağırlığı  $68.7\pm 8.8$  (kg), VO<sub>2</sub>max  $57.9 \pm 4.1$  ml/ kg/min. tespit etmişlerdir. 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. Bizim çalışmamızda invazif yöntemlerde elde edilen koşu hızı ortalamaları  $12,38 \pm 1,28$  km/sa ve non-invazif yöntemlerde  $13,77 \pm 1,03$  km/sa olarak tespit edilmiştir. Bu görece az farklılıkların egzersiz protokollerindeki başlangıç koşu hızlarındaki farktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. LE ve SF'deki kırılma noktasının tespit edilmesi için iki farklı protokol kullanılmıştır. Protokollerin birinde denek maske ve burun mandalı kullanırken diğerinde bu aparatlar kullanılmamıştır. İlk protokolde deneklerin %50'sinde kırılma noktası bulunurken ikinci protokolde ancak %42'sinde kırılma noktası bulunabilmiştir. Bu anlamda sonuçlar oldukça kişisel farklılıklar göstermiş ve Soluk Frekans'ında ki kırılma noktasından LE ve SE'nin belirlenmesinin geçerli sonuç vermediği belirtilmiştir.

Cheng ve ark. (1992), araştırmalarında 8 erkek bisikletçinin takip eden fiziksel ve fizyolojik özellikleri belirlemişlerdir: Yaş  $24,1 \pm 5,7$  (yıl), Vücut Ağırlığı  $74 \pm 8$  (kg), Boy 180 (cm), Vücut Yağ Yüzdesi  $\%12,9 \pm 4,6$ ,  $MaxVO_2$   $67,7 \pm 4$  ml/kg/dk,  $Kamax$   $188,5 \pm 6,7$  atım/dk. Bu çalışmada bu değerler, Boy  $178,02 \pm 5,86$  (cm), Vücut Ağırlığı  $74,87 \pm 6,62$  (kg), Yaş  $26,63 \pm 3,98$  (yıl),  $VO_2$   $3,79 \pm 0,36$  l/dk,  $MaxVO_2$   $50,68 \pm 2,85$  ml/kg/dk,  $Kamax$   $191,84 \pm 11,88$  atım/dk, Vücut Yağ Yüzdesi  $\%11,98 \pm 16,93$  olarak tespit edilmiştir. Denek gruplarımız farklı aerobik dayanıklılık altyapılarından gelmektedirler, dolayısı ile ulaşılan  $MaxVO_2$  değerlerinde belirgin bir fark oluşmuştur.

Cheng ve ark. (1992), araştırmalarında 5 dk'lık seviyelerden oluşan arttırımlı bisiklet egzersiz testi kullanmışlardır. Başlangıç yükü 100 W seviyelerdeki artış 50 W ve denek 160 atım/dk'ya ulaştıktan sonra her 2,5 dk'da 50 W artışla tükenene kadar egzersiz yaptırılmıştır. Ventilasyon, soluk frekansı,  $VCO_2$  ve plazma laktatı 3.dereceden curvelineer regresyon ile hesaplanmıştır. Bu değişkenler Dmax yöntemi ile de hesaplanmıştır ve yöntemler fark ve ilişki açısından analiz edilmiştir.

Cheng ve ark. (1992)'nin araştırma sonuçları şu şekilde özetlenebilir: VE, (soluk frekansı) SF,  $VCO_2$  ve kan laktatından Dmax metodu ile elde edilen eşikler anlamlı fark göstermemiştir ayrıca lineer regresyonla elde edilen  $EQO_2$  ve OBLA eşiklerle de anlamlı fark bulunmamıştır. Bu sonuçlar dikkate alınarak çalışmamızda Dmax metodunda laktat değişkeni ile eşik belirlenmiştir.



Bunların yanında SF Dmax metodu kullanıldığında diğer değişkenlerden farklı sonuçlar vermemiştir. Lineer EQO<sub>2</sub> Lineer V-slope metodundan anlamlı şekilde büyük değerler vermiştir. Bu çalışmada EQO<sub>2</sub> görsel olarak, V-slope otomatik olarak belirlenmiştir. Bu metotlar arasında  $r=0,459$   $p<0,05$  orta güçte ve anlamlı ilişki bulunmuş aynı zamanda Cheng ve ark. (1992)'nin sonuçlarını destekler nitelikte anlamlı fark elde edilmiştir. Dmax metot da eşik noktasındaki MaxVO<sub>2</sub> ve VO<sub>2</sub> arasında yüksek pozitif korelasyon ( $R=0,88$  ve  $0,86$   $p<0,05$ ), ve eşikteki MaxVO<sub>2</sub> ve MaxVO<sub>2</sub> yüzdesi arasında yüksek negatif korelasyon ( $r= -0,81$  ve  $-0,77$ ) bulunmuştur. Bu çalışmada Dmax metot da eşik noktasındaki MaxVO<sub>2</sub> ve MaxVO<sub>2</sub> yüzdesi arasında ( $r=0,561$   $p<0,05$ ) pozitif güçlü korelasyon bulunmuştur. Araştırmada lineer EQO<sub>2</sub> ve lineer V-slope metotlarında sıra ile deneklerin %25 ve %37,5'inde eşik belirlenememiştir. Artan laktik asitin bikarbonat ile tamponlanması VCO<sub>2</sub>'nin artışı ile gerçekleşir dolayısı ile VCO<sub>2</sub> eğrisindeki değişim noktası SE'nin belirlenmesi güçlü bir değişken olarak kullanılmıştır. VCO<sub>2</sub> Dmax metotta da etkili bir eşik göstergesidir. Araştırmada VCO<sub>2</sub> laktat ve diğer değişkenlerle en büyük ilişkiyi göstermiştir. VE VCO<sub>2</sub> ile diğer değişkenlere nazaran daha yakın ilişkilidir. Bunlara ek olarak Dmax metodun solunum değişkenlerini kullanarak invazif çalışmaya gerek kalmadan eşik belirleyebileceği ve soluk frekansı değişkeninin eşik belirlemede kullanılabilirliği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda SF değişkeni açısından non-invazif metotlardan V-slope ve EqO<sub>2</sub> arasında  $r=0,740$ ,  $p<0,01$  güçlü ve anlamlı ilişki bulunmuştur. Bu anlamda B. Cheng ve ark. (1992)'nin SF ile ilgili bulgularına katkı sağlanmış ve genelleştirilebilmesi yolunda adım atılmıştır.

Sonuç olarak Dmax metodu SE ve LE'nin belirlenmesi için geçerli ve güvenilir bir metot olarak değerlendirilmiştir. SF, SE'nin belirlenmesinde kullanılabilir bir değişken olarak ifade edilmiştir.

Özgür (2006) çalışmasında 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 etmiştir. Soluk frekansı değişkeninde elde edilen korelasyon değerleri diğer göstergelerin yanında anaerobik

eşik belirleme ile ilgili alternatif bir gösterge olarak kullanılabilir olarak ifade edilmiştir.

Chicharro ve ark. (1997), bisiklet ergometresinde, laktat eşik ve solunum eşiğini karşılaştırdıkları çalışmada eşik değerlerin; kalp atımı, iş yükü, VO<sub>2</sub> değerleri cinsinden ifadelerinin anlamlı farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yukarıda sunulan literatüre ek olarak bu çalışmada elde edilen temel sonuçlar takip eden şekildedir.

Bu çalışmada kullanılan değişkenlerden Hız (İş Yükü)değişkeni açısından invazif ve non invazif metotlar arasında sadece LE<sub>CTV</sub> ve VCO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,792, p<0,01) çok güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Özgür, (2006) çalışmasında 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 etmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular ile Özgür (2006)'ün bulguları farklılık göstermektedir. Farklılık denek gruplarından kaynaklanmış olamaz ancak protokollerin başlangıç hızlarında farklılık bulunmaktadır. Bu fark özellikle protokollerin bitiriliş zamanlarına etki etmektedir dolayısı ile deneklerin VO<sub>2</sub> değerleri farklı zamanlarda tepe ve plato değerlere ulaşmaktadır. Solunum değişkenlerinin protokole bağlı farklılıkları non-invazif metotlarda solunum gazlarının lineer artışa bağlı ve sabit (RER=1) değerler açısından farklı zamanlarda ve iş yüklerinde tepki vermesine sebep olmuş olabilir. Bu anlamda kullandığımız metotlar ve test protokolü açısından benzer çalışmalarda sadece Hız (İş Yükü) değişkeni üzerinden AE tespit edilmesi tavsiye edilememektedir.

Kalp atımı değişkeni açısından invazif ve non invazif metotlar arasında önemli ve geniş ölçekte korelasyon değerlerine ulaşılmıştır. Özellikle LE<sub>Curv</sub> ve RER yöntemleri arasında (r=0,858, p<0,01) çok güçlü ve anlamlı, LE<sub>CTV</sub> ve EQO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,858, p<0,01)) çok güçlü ve anlamlı, LE<sub>LAC-E</sub> ve V-Slope yöntemleri arasında (r=0,797, p<0,01) çok güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Metotlar arasında özellikle sabit laktat konsantrasyonları ile non-invazif metotlar arasında anlamlı korelasyon değerleri bulunmamıştır. Bu sonuca, sabit değerlere bireysel olarak oldukça farklı cevaplar verilmesi sebep olmuş olabilir. Bu

sonuçlar değerlendirilirken AE alışmalarında Kalp Atım kırılma noktasının bütün deneklerde ortaya çıkmadığı dolayısı ile tek başına yeterli bir gösterge olarak kullanılmasının belli oranlarda kısıtlama getireceği ifade edilebilir.

Laktat değişkeni açısından literatüre katkı sağlayacak nitelikte benzer sonuçlar elde edilmiştir ancak korelasyon değerleri görece düşük görünmektedir. Literatürde benzer yayınlarda denek gruplarının daha st düzey dayanıklılık sporcularından oluşması bu farklılığa sebep olmuş olabilir. Bu çalışmada literatüre göre aynı laktat seviyelerinde daha düşük İş Yüklerine ve VO<sub>2</sub> değerlerine ulaşılmıştır. LE<sub>CrV</sub> ve RER yöntemleri arasında (r=0,625, p<0,01) güçlü ve anlamlı, LE<sub>CrV</sub> ve V-Slope yöntemleri arasında (r=0,719, p<0,01) güçlü ve anlamlı, LE<sub>CrV</sub> ve EQO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,625, p<0,01) güçlü ve anlamlı korelasyon değerlerine ulaşılmıştır.

AE VO<sub>2</sub> değişkeni ile ifade edildiğinde LE<sub>CrV</sub> ve RER yöntemleri arasında (r=0,625, p<0,01) güçlü ve anlamlı, LE<sub>CrV</sub> ve EQO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,625, p<0,01) güçlü ve anlamlı, LE<sub>LAC-E</sub> ve VE yöntemleri arasında (r=0,714, p<0,01) güçlü ve anlamlı, LE<sub>LAC-E</sub> ve VCO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,745, p<0,01) ok güçlü ve anlamlı korelasyon değerlerine ulaşılmıştır.

AE, MaxVO<sub>2</sub> değişkeni ile ifade edildiğinde literatürle benzer şekilde korelasyon değerleri düşük, aynı zamanda metotlar arasında anlamlı korelasyon sayısı da sınırlı kalmıştır. LE<sub>LAC-E</sub> ve VE yöntemleri arasında (r=0,456, p<0,050) güçlü ve anlamlı, LE<sub>Dmax</sub> ve V-Slope yöntemleri arasında (r=0,584, p<0,05) güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

MaxVO<sub>2</sub> değişkeninde olduğu gibi AE %MaxVO<sub>2</sub> olarak ifade edildiğinde de metotlar arasında ki anlamlı korelasyon sayısı azalmış ve korelasyon katsayıları orta düzeylerde tespit edilmiştir. Bunun yanında, LE<sub>4mmol</sub> ve RER yöntemleri arasında (r=0,576, p<0,05) güçlü ve anlamlı, LE<sub>4mmol</sub> ve EQO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,576, p<0,05) güçlü ve anlamlı, LE<sub>4mmol</sub> ve VCO<sub>2</sub> yöntemleri arasında (r=0,506, p<0,05) güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen önemli sonuçlardan bir diğeri de AE'nin Soluk Frekansı değişkeni ile ifade edildiğinde invazif ve non-invazif metotlar arasında yüksek korelasyonlar tespit edilmesidir. Bu anlamda, literatürde Soluk Frekansının SE'nin (Cheng et al., 1982; Jones and Doust, 1998; zgr, 2006) ve LE'nin (Jones

and Doust, 1998; Özgür, 2006) belirlenmesinde kullanılabileceği ile ilgili bulgulara katkı sağlandığı ifade edilebilir. Özgür, (2006) çalışmasında RER anaerobik eşikteki soluk frekansı ile V-Slope anaerobik eşikteki soluk frekansı arasında ( $r=0,707$ ) pozitif güçlü ve çok anlamlı korelasyon tespit etmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde RER ve V-Slope yöntemleri arasında ( $r=0,740$ ,  $p<0,01$ ) güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir. Özgür, (2006) çalışmasında 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 etmiştir. Bu çalışmada da  $LE_{CrV}$  ve RER yöntemleri arasında ( $r=0,699$ ,  $p=0,001$ ) güçlü ve anlamlı,  $LE_{CrV}$  ve V-Slope yöntemleri arasında ( $r=0,954$ ,  $p<0,01$ ) çok güçlü ve anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

## 6.SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1.Sonuçlar

Bu çalışmada, Solunum Eşik (SE) non-invasiv 5 yöntem ve Laktat Eşik (LE) invasiv 9 yöntem ile tespit edilen Anaerobik Eşik (AE) değerleri 7 farklı değişkenle ifade edilmiş ve metotların değişkenler açısından korelasyonları araştırılmıştır. Farklı değişkenler açısından farklı korelasyonlar tespit edilmiştir. Korelasyonların yüksekliği değişkenler açısından beklenen şekilde farklılık göstermiştir. Özellikle Soluk Frekansı, Laktat ve Kalp Atım değişkeni açısından yüksek ve daha çok metot arasında korelasyon tespit edilmiştir.

Soluk Frekansı değişkeninde,  $LE_{CrV}$ , V-Slope,  $EQO_2$ ,  $LE_{Log}$  metotları arasında yüksek korelasyonlar tespit edilmiş olup özellikle V-Slope metodun  $LE_{CrV}$  metotla ( $r=0,954$ ,  $p<0,01$ ) korelasyonu öne çıkmaktadır.

Kalp Atımı değişkeninde,  $LE_{CrV}$ , V-Slope,  $EQO_2$ , ve RER metotları arasında yüksek korelasyonlar tespit edilmiş olup özellikle  $LE_{CrV}$  ve RER yöntemleri arasında ( $r=0,858$ ,  $p<0,01$ ) ve  $LE_{Curve}$  ve  $EQO_2$  yöntemleri arasındaki ( $r=0,858$ ,  $p<0,01$ ) korelasyonlar öne çıkmaktadır.

Laktat değişkeninde,  $LE_{CrV}$ , V-Slope,  $EQO_2$ , RER ve  $LE_{LOG}$  metotları arasında yüksek korelasyonlar tespit edilmiş olup özellikle  $LE_{CrV}$  ve V-Slope yöntemleri arasındaki ( $r=0,719$ ,  $p<0,01$ ) korelasyon değeri dikkat çekmektedir.

Bulgular göstermektedir ki non-invasiv V-Slope,  $EQO_2$ , RER metotları ve invasiv  $LE_{CrV}$   $LE_{LOG}$  metotları ile belirlenen AE'ler, Soluk Frekansı, Kalp Atımı ve Laktat değişkenleri ile ifade edildiğinde yüksek korelasyon göstermektedir.

## 6.2.Öneriler

Bu çalışmanın sonuçları göz önüne alınarak takip eden önerilerde bulunulabilir.

Bu çalışmada AE belirlemek için kullanılan göstergelerin dışında kalan diğer göstergelerinde değerlendirilebileceği egzersiz protokolleri ile çalışmalar tasarlanabilir.

Bu çalışmada test protokolü koşu bandı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Diğer çalışmalarda farklı ergometrelerde araştırma yapılabilir.

Bu çalışmada AE belirlemek için kullanılan istatistik yöntemlerin korelasyonu değerlendirilmiştir. İleriki çalışmalarda karşılaştırma sonuçları değerlendirilebilir.

## KAYNAKLAR

Abe, D., Sakaguchi, Y., Tsuchimochi, H., Endo, M., Miyake, K., Miyahiro, S., Kanamaru, K., Niihata, S., (1999), Assessment Of Long-Distance Running Performance In Elite Male Runners Using Onset Of Blood Lactate Accumulation, *Appl Human Sci. (Electronic Journal)*, 18 (2): 25-29.

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)*; 33 (3). p. 97-108,

Almarwaey O.A., (2004), Maximal Lactate Steady State İn Trained Adolescent Runners, *Journal Of Sports Sciences (London) (Electronic Journal)*, 22 (2), p. 215-225

Amann, M., Subudhi, A. W., Walker, J., Eisenman, P., Shultz, B., Foster, C., (2004), An Evaluation Of The Predictive Validity And Reliability Of Ventilatory Threshold, *Med. Sci. Sports Exerc. (Electronic Journal)*, Vol. 36, No. 10, pp. 1716-1722, 2004.

Aman, M., Subudhi, A., Foster, C., ( 2004), Influence Of Testing Protocol On Ventilatory Thresholds And Cycling Performance, *Med.Sci. Sports Exerc. (Electronic Journal)*, Vol. 36, No. 4, pp. 613-622.

Amann M., Subudhi, A. W., Carl Foster, (2006), Predictive Validity Of Ventilatory And Lactate Thresholds For Cycling Time Trial Performance, *Scand J Med Sci Sports (Electronic Journal)*, Volume 16: 27-34

Ayabe, M., Yahiro, T. , Mori, Y., Takayama, K., Tobina T., Higuchi H., Ishii K., Sakuma I., Yoshitake Y., Miyazaki H., Kiyonaga A., Shindo M., Tanaka H., (2003), Simple Assessment Of Lactate Threshold By Means Of The Bench Stepping In Older Population, *International Journal Of Sport And Health Science (Electronic Journal)*, Vol.1 (2), 207-215.

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 (Electronic Journal)*, Vol.2: 84-88.

Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J., Guidetti L., (2004), Lactate Removal During Active Recovery Related To The Individual Anaerobic And Ventilatory Thresholds In Soccer Players, *Eur J Appl Physiol (Electronic Journal)*, 93: 224–230

Beaver, W. L., Wasserman, K., Whipp, J. B., (1985), Improved Detection Of Lactate Threshold During Exercise Using A Log-Log Transformation, *Journal Of Applied Phsiology (Electronic Journal)*, 59:1936-1940.

Beaver, W. L., Wasserman, K., Whipp, J. B., (1986), A New Method For Detecting Anaerobic Threshold By Gas Exchange, *Journal Of Applied Phsiology (Electronic Journal)*, 60:2020-2027.

Beneke, R., (2003), Effect Of Test Interruptions On Blood Lactate During Constant Workload Testing. *Medicine And Science In Sports And Exercise (Hagerstown, Md.) (Electronic Journal)*, 35 (9): p. 1626-1630



Bishop, D., Jenkins, D. G., Mackinnon, L. T., (1998), The Relationship Between Plasma Lactate Parameters Lactate Parameters, Wpeak And 1-h Cycling Performance In Women, *Medicine And Science In Sports And Exercise (Electronic Journal)*, 30:1270-1275

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

Borch, K. W., Ingjer, F., Larsen S, (1993), Rate Of Accumulation Of Blood Lactate During Graded Exercise As A Predictor Of Anaerobic Threshold, *Journal of Sports Sciences (Electronic Journal)*, 11:49-55.

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

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.) (Electronic Journal)*, 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, Database:SPORTDiscus, <http://search.epnet.com/login.aspx?direct=true&db=sph&an=321553>

Burnley, M., Jones, A. M., (2007), Oxygen Uptake Kinetics As A Determinant Of Sports Performance, *European Journal Of Sport Science (Electronic Journal)*, June; 7(2): 63-79

Caiozzo, V. J., Davis, J. A., Ellis, J. F., Azus, J. L., Vandagriff, R., Prietto C. A., McMaster, C. W., (1982), A Comparison Of Gas Exchange Indices Used to Detect The Anaerobic Threshold, *Journal of Applied Physiology (Electronic Journal)*, 53: 1184-1189.

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 (Electronic Journal)* , 22 (6). p. 553-561

Carey, D. G., Raymond, R. L., Duoos, B. A., (2002), Intra- And Inter-Observer Reliability In Selection Of The Heart Rate Deflection Point During Incremental Exercise: Comparison To A Computergenerated Deflection Point, *Journal of Sports Science and Medicine (Electronic Journal)*, Volume 1, 115-121.

Carey, D. G., Pliego, G. J., Raymond, R. L., (2008), A Comparison Of Different Heart Rate Deflection Methods To Predict The Anaerobic Threshold, *European Journal of Sport Science (Electronic Journal)*, 8(5): 315-323

Carter H., Jones A. M., Jonathan H., (1999), Effect Of 6 Weeks Of Endurance Training On The Lactate Minimum Speed, *Journal of Sports Sciences (Electronic Journal)*, 17, 957- 967.

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 (Electronic Journal)*, 18: 213- 225.

Chan D., (1999), Soccer Fitness Testing, *Exercise Physiology*, 652 (1999)  
Assignment:[http://physiotherapy.curtin.edu.au/community/educational\\_resources/ep\\_652\\_99/soccer.html#anaerobic](http://physiotherapy.curtin.edu.au/community/educational_resources/ep_652_99/soccer.html#anaerobic)

Cheng, B., Kuipers, H., Synder, A. C., Keizer, A. H., Jeukendrup, A., Hesselink, M., (1992), A New Approach For The Determination Of Ventilatory And Lactate Thresholds, *Int. J. Sports Med. (Electronic Journal)*, 13: 518-522

Chicharro, J. L., Pérez, M., Vaquero, A. F., Lucía, A., Legido, J. C., (1997), Lactic Threshold vs Ventilatory Threshold During A Ramp Test On A Cycle Ergometer, *Sports Med Phys Fitness (Electronic Journal)*, Jun;37(2):117-21

Coyle, E. F., Martin, W. H., Ehsani, A. A., Hasberg, J. M., Bloomfield, S. A., Sinacore, D. R., Holloszy, J. O., (1983), Blood Lactate Threshold In Some Well-Trained Ischemic Heart Disease Patients, *Medicine and Science in Sports and Exercise (Electronic Journal)*, 16:120-121.

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) (Electronic Journal)*, Sept 2003: 43(3).p.279-284,

Davis, A. J., Rozenek R., DeCicco, D. M., Carizzi, M T., Pham, P. H., (2007), Comparison of three methods for detection of the lactate, Threshold, *Clin Physiol Funct Imaging (Electronic Journal)*, 27, pp381-384.

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 (Electronic Journal)*, 4 (2), pp. 89-93.

Davis, A. J., P. Vodak, J. H. Wilmore, Vodak, J. , P. Kurtz, (1979), Anaerobic Threshold and Maximal Aerobic Power For Three Modes Of Exercise, *Journal Of Applied Physiology (Electronic Journal)*, Volume 46, Issue 6, 1039-1046

Davis, J. A., Storer, T. W., Caiozzo, V. J., Pham, P. H., (2007), Scaling Of Lactate Threshold By Peak Oxygen Uptake And By Fat-Free Mass , *Clin Physiol Funct Imaging (Electronic Journal)*, 27, pp138-143

Debray P., Dey S. K.,( 2007), A Comparison Of The Point Of Deflection From Linearity Of Heart Rate And The Ventilatory Threshold İn The Determination Of The Anaerobic Threshold İn Indian Boys, *J Physiol Anthropol (Electronic Journal)*, 26: 31-37.

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, *Journal of Sports Science and Medicine (Electronic Journal)*, 2: 23-29.

Ekkekakis P., Lind, E., Hall E., Petruzzello S. J., (2008), Do Regression-Based Computer Algorithms For Determining The Ventilatory Threshold Agree?, *Journal of Sports Sciences (Electronic Journal)*, 26(9): 967 – 976

Ertat A., Özgürbüz C., İşlegen Ç., Karamızrak O., (1998), Spor Akademisi Erkek Öğrencilerde Bazı Solunum Parametrelerinin  $VO_{2max}$  Ve 4.0 Mmol/L Laktat Eşiğindeki  $VO_2$  İle İlişkisi, *Spor Hekimliği Dergisi*, Cilt: 33, S. 15-20, 1998.

Evertsen, F ., Medbø, J . I ., Bonen, A ., (2001), Effect Of Training Intensity On Muscle Lactate Transporters And Lactate Threshold Of Cross-Country Skiers, *Acta Physiol Scand (Electronic Journal)*, 173, 195-205.

Farrell, P. A., Wilmore, J. H., Coyle EF, (1979), Plasma Iactate accumulation and distance running performance, *Medicine and Science in Sports (Electronic Journal)*, 11:338-344.

Fell, J. W., (2008), The Modified D-Max Is A Valid Lactate Threshold Measurement In Veteran Cyclists, *Journal of Science and Medicine in Sport (Electronic Journal)*, 11, 460-463

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 (Electronic Journal)*;34:35–38

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

Genç Ü., S. Akkurt, T. Aydın, Y. Yıldız, H. Yağmur, T. A. Kalyon, (1999) Solunumsal Eşik Ve Laktat Eşiği Arasındaki İlişki, *Spor Hekimliği Dergisi*, Cilt: 34, S. 37-45.

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 (Electronic Journal)*, 58 (6). p. 2082-2089.

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

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 $\cdot$ l<sup>-1</sup> Marker, Heart Rate And Ratings Of Perceived Exertion During Incremental Treadmill Exercise In Humans, *Europen Journal of Applied Physiology (Electronic Journal)*, (2002) 87: 159–166.

Grazzi, G., Casoni, I., Mazzoni, G., Uliari, S., Conconi F., ( 2005), Protocol For The Conconi Test And Determination Of The Heartrate Deflection Point, *Physiol. Res. (Electronic Journal)*, Volume 54: 473- 475, 2005

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 (Electronic Journal)*, Vol 54, Issue 4 1032-1038.

Heck, H., Mader, A., Hess, G., Mücke, S., Müller, R., Hollmann, W., (1985), Justification of the 4 mmol/l Lactate Threshold, *Journal Sports Medicine (Electronic Journal)*,6:117-130.

Held, T, Marti, B., (1999), Substantial Influence Of Level Of Endurance Capacity On The Association Of Perceived Exertion With Blood Lactate Accumulation, *Int Journal Sports Med. (Electronic Journal)*, 20(1):34-9,

Hoogveen 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. (Electronic Journal)*, 20(2):114-7., PubMed - indexed for MEDLINE

Hughson, R. L., Weisiger, H. K., Swanson, G. D., (1987), Blood lactate concentration increases as a continuous function in progressive exercise, *Journal Of Applied Phsiology*, 62:1975-1981

Ivy, J. L, Withers R. T, Van Handel, P. J.,(1980), Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold, *Journal of Applied Physiology (Electronic Journal)*, 48:523-527.

Jacobs, I., Sjödín, B., Schele, R., (1983), A Single Blood Lactate Determination As A Indicator Of Cycle Ergometer Endurance Capacity, *Euopen Journal of Applied Physiology (Electronic Journal)*, 50:355-364

James, D. V. B., Sandals L. E, Draper S. B., Martin, S. M., Wood, D., M., (2008), Influence Of Test Duration On Oxygen Uptake Attained During Treadmill Running, *European Journal of Sport Science (Electronic Journal)*, 8(4): 225-230

Jones A. M., Doust J. H., (1998), Assessment Of The Lactate And Ventilatory Thresholds By Breathing Frequency In Runners, *Journal Of Sports Sciences (Electronic Journal)*, 16, 667- 675.

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. (Electronic Journal)*, 31(9):1299-306, PMID: 10487372.

Jones A. M., Campbell I. T., Pringle J. S. M., (2004), Influence Of Muscle Fibre Type And Pedal Rate On The VO<sub>2</sub>-Work Rate Slope During Ramp Exercise, *European Journal Of Applied Physiology, (Electronic Journal)*, vol. 91, no. 2-3, 238-245, Springer-Verlag, <http://link.springer.de/link/service/journals/00421/index.htm>

Joyner M. J., (2003), VO<sub>2</sub>MAX, Blood Doping, And Erythroprotein, *Br J Sports Med (Electronic Journal)*;37:190–191, 3rd Asia Pacific Forum on Quality Improvement in Health Care, 3–5 September 2003, Auckland, New Zealand,

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 (Electronic Journal)*, Jun 2003; 43, 2; ProQuest Medical Library pg. 139.

Kindermann W., G. Simon, Keul, j., (1979), The Significance Of The Aerobic-Anaerobic Transition For The Determination Of Work Load Intensities During Endurance Training, *Eur. J. Appl. Physiol (Electronic Journal)*, 42, 25-34.

Larsson, P., Olofsson, P., Jakobsson, E., Burlin, L., Larsen, K., , (2002), Physiological Predictors Of Performsnce In Cross-Country Skiing From Treadmill

Test In Male And Female Subjects, *Scand J. Med. Sci. Sports (Electronic Journal)*, 12:347-353

Londeree, B.R., (1997), Effect Of Training On Lactate/Ventilatory Thresholds: A Meta-Analysis, *Medicine And Science In Sports And Exercise (Baltimore, Md.) (Electronic Journal)*, 29:(6), p. 837-843.

Mader, A., Heck, H., (1986), A Theory Of The Metabolic Origin Of “Anaerobic Threshold”, *Journal Sports Medicine (Electronic Journal)*, 7:45-65.

Meyer, T., Welter, J. P., Scharhag, J., Kindermann, W., (2003), Maximal Oxygen Uptake During Field Running Does Not Exceed That Measured During Treadmill Exercise, *Eur J Appl Physiol (Electronic Journal)*, 88: 387-389.

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.

Newell, J., Higgins, D., Madden, N., Cruickshank, J., Einbeck, J., Mcmillan, K., McDonald, R., Software For Calculating Blood Lactate Endurance Markers, *Journal of Sports Sciences*, 25(12): 1403 - 1409

Onorati P., Martolini D., Ora J., Valli G., Fedeli A., Paolo Palange, (2008), Estimation Of The Exercise Ventilatory Compensation Point By The Analysis Of The Relationship Between Minute Ventilation And Heart Rate, *Eur J Appl Physiol (Electronic Journal)*, 104:87-94

Özçelik, O., Keleştimur, 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. (Electronic Journal)*, 53: 45-51, 2004

Özgür, T., (2006), Elit Sporcularda  $\text{Maxvo}_2$  Ve Laktat Değerlerinin İki Farklı Artırmalı (Incremental) Treadmill Protokolü İle Karşılaştırılması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kocaeli.

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.

Plato PA; McNulty M; Crunk SM; Tug Ergun A, (2008), Predicting lactate threshold using ventilatory threshold, *International Journal Of Sports Medicine (Int J Sports Med) (Electronic Journal)*, Sep; Vol. 29 (9), pp. 732-7. Date of Electronic Publication: 2008 Jan 23

Perrey S., Candau R., Borani F., Millet G. Y., Rouillon J D., (2002), Recovery Kinetics Of Oxygen Uptake Following Sever-Intensity Exercise İn Runners, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness (Electronic Journal)*, 42, 4;pg. 381.

Pyne D.B., Baker M.S., Telford R.D., Weidemann M., (1997), A Treadmill Protocol To İnvestigate İndependently The Metabolic And Mechanical Stress Of Exercise, *Australian journal of science and medicine in sport (Belconnen, A.C.T.) (Electronic Journal)*, 29 (3). p. 77-82.

Robergs R. A., Ghiasvand F., Burns S., Astorino T. A., Marks. D. W., (1999), Determination Of Lactate Threshold Using Three Different  $\text{VO}_2\text{max}$  Protocols, *American Society of Exercise Physiologists 2nd Annual Meeting*.

Robergs, R. A., (2007), Simplified Method and Program For Incremental Exercise Protocol Development, *Journal Of Exercise Physiologyonline, (Electronic Journal)*, Volume 10, Number 2, April.

Santos, E. L., Neto, A. G., (2004), Comparison Of Computerized Methods For Detecting The Ventilatory Thresholds, *Eur J Appl Physiol (Electronic Journal)*, 93: 315-324

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, *European Journal of Applied Physiology (Electronic Journal)*, 78: 177-182.

Schmid A, Martin Huonker, Jose F. Aramendi, Edith Klüppel, Jose Miguel Barturen, Dominik Grathwohl, Arno Schmidt-Trucksäb, Aloys Berg, Joseph Keul(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, *Eur J Appl Physiol (Electronic Journal)*, 78: 177-182

Sjödín, B., Jacobs, I., (1981), Onset Of Blood Lactate Accumulation And Marathon Running Performance, *Journal Sports Medicine (Electronic Journal)*, 2:23-26

Smith, T. P., Coombes, J. 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, *Eur J Appl Physiol (Electronic Journal)*, 89: 337-343

Solberg G., Robstad B., Skjønberg Ole H, Borchsenius F., (2005), Respiratory Gas Exchange Indices For Estimating The Anaerobic Threshold, *Journal of Sports Science and Medicine (Electronic Journal)*, 4: 29-36.

Spurway NC., (1992), Aerobic Exercise, Anaerobic Exercise And The Lactate Threshold, *British Medical Bulletin (Electronic Journal)*, Vol 48, Issue 3 569-591.

Svedahl K., MacIntosh B.R., (2003), Anaerobic Threshold: The Concept And Methods Of Measurement, *Canadian J. Appl. Physiol. (Electronic Journal)*, 28 (2): 299- 323.

Şekir U , Özyener F., Gür H., (2002), Effect Of Time Of Day On The Relationship Between Lactate And Ventilatory Thresholds, *Journal of Sports Science and Medicine (Electronic Journal)*, 1, 136-140

Tanner R., Bourdon P., (2004), Standardisation Of Physiology Nomenclature, National Sport Science Quality Assurance Program In June 2004

Taşkıran, Y., (2003), Klasik Antrenman Teorisi, Yayıncı Yayınları, s:103, İstanbul.

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

Thomas, V., Costes, F., Chatagnon, M., Pouilly, J.P., Busso, T., (2008) A Comparison Of Lactate Indices During Ramp Exercise Using Modelling Techniques And Conventional Methods, *Journal of Sports Sciences(Electronic Journal)*, November; 26(13): 1387-1395

Tokmakidis S.P.,(1995), Lactic acid does not induce muscle fatigue, *Exercise & society journal of sport science (Komotini)*,: (10). p. 30-40

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<sub>2</sub>max For Determining Endurance Training Intensity In Male Runners,

*International Journal Of Sports Medicine (Stuttgart)(Electronic Journal)*, 11 (3). p. 218-222.

Zhou S., Weston Shane B., (1997), Reliability of using the D-max method to define physiological responses to incremental exercise testing, *Physiol. Meas. (Electronic Journal)*, 18 145-154.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Trabzon’ da doğdu. Lisans eğitimini Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi Ve Spor Öğretmenlik Bölümü’nde tamamladı. 1996-1999 yıllarında Kocaeli’ de, 1999-2000 yıllarında Trabzon’ da beden eğitimi öğretmeni olarak görev yaptı. 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu’nda Okutman olarak göreve başladı. Ardından 2001 yılında Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü’ de yüksek lisans eğitimine başladı ve aynı enstitüde doktora eğitimine devam etti.

Halen Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu’nda görevine devam etmektedir