

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**ELEKTRO-ENZİMATİK YÖNTEMLE ANALİZ YAPABİLEN
İKİ FARKLI TAŞINABİLİR LAKTAT ANALİZ CİHAZININ
GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI**

Dr. Halil İbrahim KAYA

SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Cem ÇETİN

2013-İSPARTA

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**ELEKTRO-ENZİMATİK YÖNTEMLE ANALİZ YAPABİLEN
İKİ FARKLI TAŞINABİLİR LAKTAT ANALİZ CİHAZININ
GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI**

Dr. Halil İbrahim KAYA

**SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Cem ÇETİN**

**Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından 3197-TU1-12 proje numarası ile desteklenmiştir.**

2013-İSPARTA

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim sürecinde bilgilerinden ve tecrübelerinden faydalandığım, uzmanlık tezimin hazırlanmasında katkılarını esirgememiş olan tez danışmanım ve anabilim dalımızın başkanı Prof. Dr. Cem Çetin'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Ali Erdoğan ve Doç. Dr. Himi S. Karatosun'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 3197-TU1-12 proje numarası ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlık eğitimim süresince acılarımı, sevinçlerimi, kısacası hayatı paylaştığım çalışma arkadaşlarım Dr. Mustafa Onur Serbest, Dr. Hilmi Mustafa Demir, Dr. Sabriye Ercan ve Mehmet Akgün'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu günlere gelmemde sonsuz emeği olan anneme ve babama, bana olan inancını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Burcu Kaya ve kardeşim Onur Kaya'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Dr. Halil İbrahim KAYA

2013-Isparta

İçindekiler

ÖNSÖZ	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
GRAFİKLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Enerji Sistemleri.....	2
2.1.1. Aerobik Sistem.....	2
2.2. Aerobik Eşik.....	6
2.3. Anaerobik Eşik (Laktat Eşiği).....	6
2.3. Bireysel Anaerobik Eşik	7
2.4. Maksimal Laktat Denge Durumu (MLSS).....	8
2.5. Anaerobik Eşik ve Antrenman	9
2.6. Laktik Asit Analizörleri	13
2.6.1. Lactate Scout Analizörü.....	13
2.6.2. Biosen C Line Analizörü.....	13
3. MATERYAL VE METOD	15
3.1. Araştırma Grubu.....	15
3.2. Egzersiz Testi ve Kan Numunelerinin Alınması.....	15
3.3. Kan Numunelerinin Değerlendirilmesi	15
3.4. İstatistiksel Analiz.....	17
4. BULGULAR	18
4.1. Güvenirlik Analizi.....	18
4.1.1. Lactate Scout Analizörünün Güvenirliğinin Regresyon Yöntemi ile İncelenmesi	20
4.1.2. Lactate Scout Analizörü için TH ve SKK'nın İncelenmesi	21
4.1.3. Lactate Scout Analizörünün Güvenirliğinin Farklı Konsantrasyon Aralıklarında İncelenmesi	22
4.1.4. Biosen C Line Analizörünün Güvenirliğinin Regresyon Yöntemi ile İncelenmesi	24
4.1.5. Biosen C Line Analizörü için TH ve SKK'nın İncelenmesi.....	25

4.1.6. Biosen C Line Analizörünün Güvenirliğinin Farklı Konsantrasyon Aralıklarında İncelenmesi	25
4.1.7. Bland & Altman Yöntemi	28
4.1.8. Lactate Scout Analizörünün Güvenirliğinin Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi	30
4.1.9. Lactate Scout Analizörünün Farklı Konsantrasyon Aralıklarında Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi	31
4.1.10. Biosen C Line Analizörünün Güvenirliğinin Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi	33
4.1.11. Biosen C Line Analizörünün Farklı Konsantrasyon Aralıklarında Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi	35
4.2. Geçerlilik Analizi	37
4.2.1. Lactate Scout Analizörünün geçerliğinin Regresyon Yöntemi ile İncelenmesi	37
4.2.2. Lactate Scout Analizörü için TSH ve SKK'nın İncelenmesi.....	38
4.2.3. Lactate Scout Analizörünün Geçerliğinin Farklı Konsantrasyon Aralıklarında İncelenmesi	39
4.2.4. Lactate Scout Analizörünün Geçerliğinin Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi	42
4.2.5. Lactate Scout Analizörünün Geçerliğinin Farklı Konsantrasyon Aralıklarında Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi	43
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ.....	58
ÖZET.....	59
SUMMARY	60
KAYNAKLAR	61

KISALTMALAR DİZİNİ

μL	: Mikrolitre
ADP	: Adenozin Difosfat
AMP	: Adenozin Monofosfat
ATP	: Adenozin Trifosfat
C	: Karbon
Ca^{++}	: Kalsiyum
CO_2	: Karbondioksit
g	: Gram
H^+	: Hidrojen
H_2O	: Su
H_2O_2	: Hidrojen peroksit
K^+	: Potasyum
km/sa	: Kilometre/saat
ml	: Mililitre
mM	: Milimol
Na^+	: Sodyum
NAD^+	: Nikotinamid Adenin Dinükleotid
NADH	: İndirgenmiş Nikotinamid Adenin Dinükleotid
O_2	: Oksijen
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat
pH	: Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
SKK	: Sınıf-içi Korelasyon Katsayısı
sn	: Saniye
SS	: Standart Sapma
TAG	: Triaçilgliserol
TH	: Teknik Hata
TSH	: Tipik Standart Hata
VO_2 maks	: Maksimal Oksijen Kullanımı
W	: Watt

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Lactate Scout analizörünün özellikleri.</i>	13
Tablo 2. <i>Biosen C Line analizörünün özellikleri.</i>	14
Tablo 3. <i>Lactate Scout ve Biosen C Line laktat analizörleri ile elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri.</i>	18
Tablo 4. <i>Lactate Scout ve Biosen C Line laktat analizörleri ile elde edilen verilerin değişik konsantrasyon aralıklarında tanımlayıcı istatistikleri.</i>	18
Tablo 5. <i>Değişik konsantrasyon aralıklarında Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile test – tekrar test şeklinde yapılan laktik asit kan konsantrasyonu analizlerinin t testi sonuçları.</i>	19
Tablo 6. <i>Değişik konsantrasyon aralıklarında Lactate Scout ve Biosen C Line analizörlerinin güvenilirliği ile ilgili istatistik sonuçları.</i>	20
Tablo 7. <i>Bland-Altman yönteminin uygulanabilmesi için Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümlerine ilişkin varsayımların testi.</i>	29
Tablo 8. <i>Bland-Altman yöntemi uygulanan Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümlerine ilişkin sonuçlar.</i>	29
Tablo 9. <i>Bland-Altman yöntemi uygulanan Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümlerine ilişkin sonuçlar.</i>	33
Tablo 10. <i>Değişik konsantrasyon aralıklarında Lactate Scout analizörünün geçerlik çalışması ile ilgili istatistik sonuçları.</i>	38
Tablo 11. <i>Bland-Altman yöntemi uygulanan Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümlerine ilişkin sonuçlar.</i>	43
Tablo 12. <i>Farklı yazarların yapmış olduğu çalışmalardaki, farklı el analizörleri için uyguladıkları Bland & Altman yöntemi sonrasında verdikleri uyum sınırları.</i>	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

<i>Şekil 1. Glikolizin zetlenmesi.....</i>	<i>3</i>
<i>Şekil 2. Laktik asit döngüsü.....</i>	<i>6</i>
<i>Şekil 3. Nabız ve Laktat profili ile planlanan antrenman yoğunluğu.....</i>	<i>12</i>

RESİMLER DİZİNİ

<i>Resim 1. Lactate Scout analizörü ve strip.</i>	16
<i>Resim 2. Cam kapiller tüp ve 1 ml laktat hemoliz solüsyonu içeren tüp</i>	17
<i>Resim 3. Laktat hemoliz solüsyonu içeren tüp ve Biosen C Line analizörü</i>	17

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Bireysel anaerobik eşiğin hesaplanmasını gösteren grafik.....	8
Grafik 2. Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği.....	21
Grafik 3. <2,5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği.	23
Grafik 4. 2,5 - 5 mM Konsantrasyon aralığında Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği	23
Grafik 5. >5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği	24
Grafik 6. Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği.	25
Grafik 7. <2,5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği.	27
Grafik 8. 2,5 - 5 mM Konsantrasyon aralığında Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği.	27
Grafik 9. >5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği	28
Grafik 10. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde ölçülen kan laktik asit konsantrasyonlarının ortalamaları ile analizörlerin ölçüm farkları arasındaki ilişkileri ve tutarlılık sınırlarını gösteren Bland & Altman saçılım grafiği.	30
Grafik 11. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, <2,5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.....	32
Grafik 12. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, 2,5 - 5 mM aralığında laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.....	32
Grafik 13. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, >5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.....	33
Grafik 14. Biosen C Line analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde ölçülen kan laktik asit konsantrasyonlarının ortalamaları ile analizörlerin ölçüm farkları arasındaki ilişkileri ve tutarlılık sınırlarını gösteren Bland & Altman saçılım grafiği.	34
Grafik 15. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, <2,5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.....	36
Grafik 16. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, 2,5 - 5 mM aralığında laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.	36
Grafik 17. Biosen C Line analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, >5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.....	37
Grafik 18. Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişki grafiği.....	39

Grafik 19. <2,5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişki grafiği	40
Grafik 20. 2,5 - 5 mM Konsantrasyon aralığında Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişki grafiği	41
Grafik 21. >5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişki grafiği	41
Grafik 22. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri kullanılarak ölçülen kan laktik asit konsantrasyonlarının ortalamaları ile analizörlerin ölçüm farkları arasındaki ilişkileri ve tutarlılık sınırlarını gösteren Bland & Altman saçılım grafiği..	42
Grafik 23. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, <2,5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.....	44
Grafik 24. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, 2,5–5 mM arasında laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.....	45
Grafik 25. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, >5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin Bland & Altman saçılım grafiği.....	45

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Antrenmanda ya da farklı hastalık grupları için yapılan egzersiz reçetelendirilmesinde egzersizin yoğunluğunun kontrol edilmesi, en uygun yüklenme etkisi sağlamak için büyük önem taşır. Egzersiz yoğunluğunun belirlenmesinde kalp atım hızı, oksijen tüketimi veya laktik asit kan konsantrasyonu gibi fizyolojik parametreler sıklıkla kullanılmaktadır (1, 2). Uzun süreli dayanıklılık antrenmanlarının etkileri ile ilgili çalışmalarda antrenmanın VO_2 maks ve dayanıklılık performansını önemli miktarda değiştirdiği gösterilmiştir. Fakat dayanıklılık performansında bireysel farklılıklar VO_2 maks'dan çok spesifik laktik asit kan konsantrasyonları olarak tanımlanan metabolik hız ile daha kuvvetli ilişki içerisindedir (3, 4, 5, 6, 7, 8).

Laktik asit kan konsantrasyonunda artışa neden olan şiddeti giderek artan egzersiz testleri; takım ya da bireysel sporlarda dayanıklılık egzersizlerine verilen metabolik cevapların değerlendirilmesinde, en uygun antrenman yoğunluğunun belirlenmesinde, antrenman yoğunluğunun ve performans gelişiminin takibinde, ayrıca farklı hastalık gruplarında uygun egzersiz yoğunluğunun reçetelendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (9, 10).

Teknolojik gelişmelere paralel olarak laboratuvar ortamındaki ölçüm sistemleri kadar hassas, güvenilir ve geçerli, hem laboratuvar hem de saha koşullarında çalışmaya uygun laboratuvar temelli taşınabilir analizörler kullanıma girmiştir. Bununla birlikte son yıllarda kullanımı daha da kolay olan ve çok az kan örneği ile hızlı bir şekilde kan laktat konsantrasyonu ölçümü yapabilen el analizörleri egzersiz testlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Bu çalışmanın amacı laboratuvar temelli taşınabilir bir analizör olan Biosen C Line ile bir el analizörü olan Lactate Scout'un geniş bir laktik asit konsantrasyonu aralığında aynı kan örneklerinden test – tekrar test şeklinde yapılan tekrarlı ölçümlerle güvenilirliğini belirlemektir. Ayrıca Lactate Scout analizörünü Biosen C Line analizörü (referans yöntem) ile karşılaştırarak geçerliğini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Enerji Sistemleri

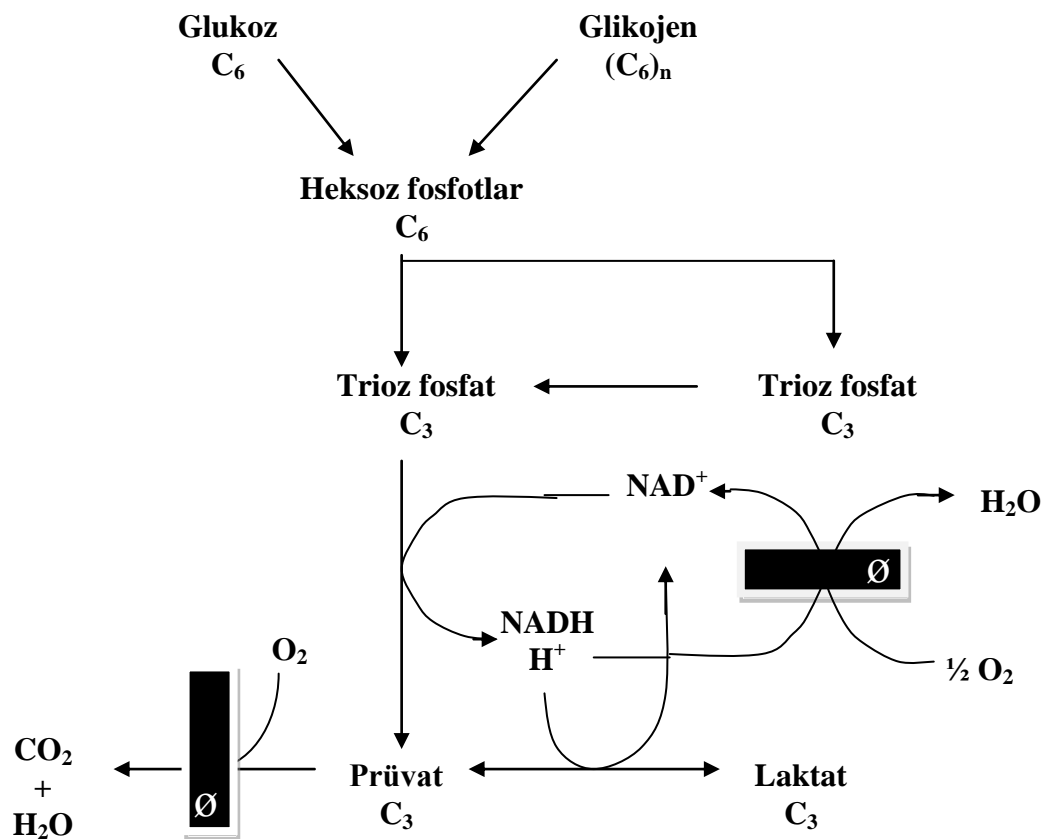
Hücrelerdeki kimyasal reaksiyonların büyük bölümü, hücredeki fizyolojik sistemler için gerekli enerjinin besinlerden sağlanmasıyla ilgilidir. Enerji, besin depolarının, kas hücresinde depolanan adenozin trifosfat (ATP) olarak bilinen yüksek bir enerji bileşenine dönüşmesinden elde edilir (11). ATP vücudun enerji tüketim ve üretimi işlevleri arasında temel bir bağlantıdır. Bunun için ATP vücudun enerji kaynağı olarak adlandırılır ve tekrar tekrar kazanılabilir ve harcanabilir. Enerji sistemleri ATP üretmek için kullanılan yollardır. Enerji yollarının enerji üretimine ne ölçüde katkıda bulunacakları egzersizin şiddetine ve süresine bağlıdır. İnsan vücudunda ATP ye bağımlı olarak iki enerji sistemi bulunur. Bunlar, aerobik enerji sistemi ve anaerobik enerji sistemidir.

2.1.1. Aerobik Sistem

Mitokondrilerde gerçekleşir. Kaslar depo glikojeni, kan glukozunu, yağ dokusunun triaçilgliserollerinden (TAG) üretilen yağ asitlerini ve amino asitleri okside edebilmektedir. Aerobik koşullarda kas esas olarak oksidatif fosforilasyonla ATP üretir. Bu olay oksijen desteği gerektirir. Kaslar oksijeni myoglobinin hem parçasına bağlayarak depolar. Myoglobinden zengin kaslar kırmızı iken, diğerleri beyazdır. Uzun süreli, düşük şiddetteki egzersizlerde aerobik enerji sistemi rol oynar (12). Çizgili kas liflerinin metabolik olarak iki farklı tipi bulunmaktadır. Tip I lifler (yavaş kasılan, oksidatif); myoglobin ve mitokondri içerdiklerinden kırmızıdır. Bunların metabolizması aerobiktir. Yağ içeriği, mitokondri sayısı ve kan akımı yüksektir. Göreceli olarak uzun süre devam eden kasılma sağlarlar. Uzun süreli aerobik egzersizde başlıca enerji kaynağı olarak yağlar kullanılmaktadır. Tip II lifler (hızlı kasılan, glikolitik); Glikojen depoları ve glikolitik enzimleri fazla olan hızlı kasılan liflerin mitokondri sayısı, yağ ve myoglobin içeriği düşüktür. Bu lifler beyazdır. Kan akımının düşük olduğu bu kaslarda ani ve kısa süreli anaerobik egzersizde enerji büyük ölçüde glikojen depolarından anaerobik glikoliz ile sağlamaktadır ve göreceli olarak kısa kasılma süreleri gösterir (13).

2.1.2. Anaerobik Sistem

Kaslar anaerobik glikoliz için kan glukozunu ve özellikle depo glikojeni kullanmaktadır. İskelet kasının sarkoplazmasında I bantlarına yakın olarak yerleşmiş bol miktarda glikojen depoları vardır. Glikojenden glukoz salınması Ca^{+2} , adrenalin ve AMP ile etkinleştirilen özgül bir kas glikojen fosforilazına bağlıdır. Ca^{+2} , hem kas kasılmasını başlatır hem de gereken enerjiyi sağlayacak bir yolu aktifleştirir. Oksijenin gerekli olmadığı bu sistem, dokuyu asidik yapan ve glikolizi fosfofrüktokinaz düzeyinde inhibe eden laktik asidin birikimi nedeniyle sınırlı kullanılmaktadır. Şiddetli egzersizin 20. - 120. saniyesinde anaerobik glikoliz temel enerji kaynağıdır. Adrenalin hormonu da kasta glikojenolizi etkinleştirebilir. Kas egzersizi sırasında ADP'nin yıkımından oluşan AMP, fosforilasyona neden olmaksızın fosforilaz b'yi aktifleştirir (14).

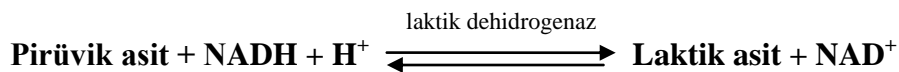


Şekil 1. Glikolizin özetlenmesi. (Ø) : Anaerob koşullarda bloke olan noktaları gösterir (14).

2.1.2.1. Laktik Asit Metabolizması

Laktik asit, anaerobik koşullarda glikoz ve glikojenin glikoliz olarak adlandırılan reaksiyonlar sonucu oluşan yıkılma ürünüdür. Yoğun egzersizlerde (maksimal veya supramaksimal) aerobik metabolizmanın sınırlarının aşılması glikoliz hızını artırır ve kaçınılmaz şekilde laktat oluşur. Laktat oluşumu ile birlikte pH düşer, pH'nın azalması fosfofrüktokinaz enziminin inhibisyonuna neden olur ve glikoliz yavaşlar, enerji verici maddeler azalarak kas kasılması sınırlanır (15). Üretilen laktik asit birikmeye başlarsa asidoz meydana gelir. Kassel yorgunluk asidozun karakteristik bir özelliğidir. Asidozun artışıyla beraber sporcu egzersize aynı seviyede devam edemez. Kas yorgunluğuna laktat üretiminin kendisi değil, hidrojen iyonlarının serbest kalışı sebep olmaktadır. H^+ Troponin C'ye Ca^{++} dan daha kolay bağlanabildiğinden kasılma mekanizmasını bozar (16). Laktat ve laktik asit aynı bileşik değildir. Laktat, laktik asidin Na^+ ve K^+ iyonları ile birleşerek oluşturduğu tuzdur. Fakat her iki terim aynı anlamda kullanılmaktadır (17).

Kütlelerin etkisi yasasına göre bir kimyasal reaksiyonun son ürünleri ortamda biriktiği zaman, reaksiyon hızı sıfıra yaklaşır. Glikolitik reaksiyonların iki farklı son ürünü 1-pirüvik asit ve 2-NADH ve H^+ oluşturmak üzere NAD^+ ile birleşen hidrojen atomlarıdır. Bunlardan biri ya da ikisinin birikmesi glikolitik süreci durdurarak daha fazla ATP oluşmasını önleyecektir. Miktarları çok artmaya başladığı zaman bu iki son ürün birbiriyle etkileşerek aşağıdaki reaksiyona göre laktik asit oluştururlar (18).



Anaerobik koşullarda pirüvik asidin büyük bir bölümü laktik aside dönüşür. Laktik asit glikolitik son ürünleri ortadan kaldıran bir çeşit "lavabo deliği" gibidir. Böylece pirüvik asit ve hidrojen ortamdan uzaklaştırılarak glikolizin devamı sağlanmış olur. Eğer bu çevrilme olmasaydı glikoliz ancak birkaç saniye daha devam edebilirdi. Halbuki anaerobik durumda bile bu yolla dakikalarca önemli miktarda ATP sağlanabilir (18).

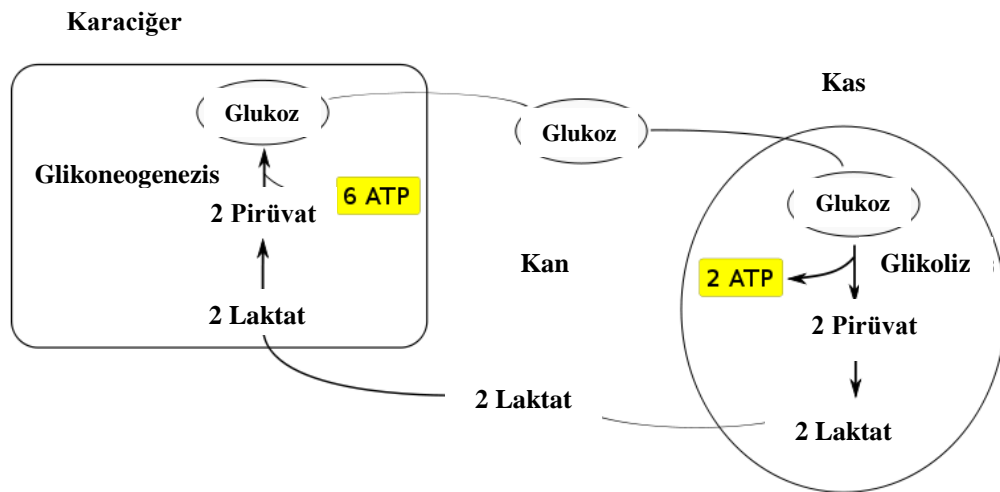
Laktat vücutta her zaman üretilen ve uzaklaştırılan temel maddelerden biridir. İstirahat halinde oksijenin varlığında ya da yokluğunda laktat üretimi ve uzaklaştırılması devam eder. Laktatın kanda birikmesinin sadece kaslara yeterli oksijen sağlanamamasından değil birçok nedenden kaynaklandığı artık bilinmektedir. Laktat üretim ve uzaklaştırılması devam eden bir süreçtir. Ancak bu süreçte özel bir eşik noktasından bahsedilebilir. Bu eşik, laktat üretiminin vücudun laktatın uzaklaştırma kapasitesini aştığı bir zaman olarak ifade edilir (19). Laktatın kanda birikmeye başladığı nokta aynı zamanda ventilasyonda artışa sebep olur. Bu noktada ayrıca metabolik asidoz, kas kontraksiyon gücünde azalma, hiperventilasyon ve toplamda iş yapabilme kapasitesinde düşme görülür (19).

Hızlı kasılan liflerin daha fazla kullanılmaya başlanması, epinefrin salınımının artması ve sempatik aktivitenin artmasıyla karaciğer kan akımının azalması da laktik asidin egzersiz esnasında birikmesinin sebepleri arasındadır (20).

Kas sadece laktat üretmez aynı zamanda yüksek metabolik hız gerektiren aktivitelerde bile laktatı tüketir. Laktat kas hücrelerinden kana ve oradan da diğer vücut sıvılarına yayılır ve karaciğer, kalp, böbrek, pasif iskelet kası gibi dokular tarafından alınır. Karaciğer, dolaşıma verilen laktatın %4-5'ini tüketirken, kalp ve pasif iskelet kası dokusu küçük miktarlarda laktat tüketir. Glikozun iskelet kası ve eritrositlerde oksidasyonu ile oluşan laktat karaciğer ve böbreğe taşınır, buralarda yeniden glikoz oluşturulur ve bu yeni oluşan glikoz dolaşım yolu ile yeniden oksitlenmesi için dağıtılır. Bu olaya Cori döngüsü veya laktik asit döngüsü adı verilir (21) (Şekil 2).

Kas içinde ve kanda biriken laktat yorgunluğa yol açar. Bu durumda laktatın vücuttan uzaklaştırılması için dinlenme gerekli hale gelir. Yoğun egzersiz sonrasında dinlenmenin aktif veya pasif yapılması kan laktatının eliminasyonunda etkili olur (22). Akut egzersiz esnasında dolaşımdaki sıvı kaybı sonucunda kanda eritrosit, hemoglobin ve protein yoğunluğu artar. Hemokonsantrasyon olarak bilinen bu durum plazma hacminin azaldığına işarettir. Yoğun egzersize bağlı olarak azalan plazma hacmi kan akımını yavaşlatır. Hafif egzersizle kan akımı ve kastan kana laktat transportu artırılarak laktatın enerji verici bir madde olarak kullanılması sağlanır (23). Rejenerasyon antrenmanı olarak adlandırılan anaerobik eşik

seviyesinden düşük aerobik egzersizlerde kan laktatı aktif kaslar, kalp, karaciğer ve böbrekler tarafından kullanılır (24). Aktif dinlenme, öncelikle egzersiz yapan kasta laktatın oksidasyonunu, glikoneojenezle glikoza yeniden sentezlenmesini veya laktatın bu kaslardan kana akışını artırarak diğer dokularda da laktatın oksidasyonunu ve glikoza sentezlenmesini sağlayabilir (25).



Şekil 2. Laktik asit döngüsü (21).

2.2. Aerobik Eşik

Aerobik eşik dayanıklılığı geliştiren minimum antrenman şiddeti olarak ifade edilmektedir. Laktik asit üretimi hafif şiddetteki sabit yüklü egzersize cevaben bir miktar artsa da bir süre sonra, eliminasyon üretime eşit hale gelir. 2 mM civarındaki bu ilk sabit duruma aerobik eşik denmektedir (26). Aerobik eşik yaklaşık olarak maksimal kalp atım değerinin %70 inde, VO_2 maks'ın %50 - 75'i arasındadır. (27, 28, 29).

2.3. Anaerobik Eşik (Laktat Eşiği)

Araştırmacılar farklı egzersiz protokolleri kullandıkları ve gözlemlerini farklı terminoloji ile açıkladıkları için kan laktat terminolojisi hakkında uyuşmazlıklar mevcuttur.

Laktat eşiği şiddeti giderek artan egzersiz testlerinde metabolik asidoz başlangıcını tanımlamaktadır. Laktat eşiği, maksimal oksijen kullanımı (VO_2 maks) gibi aerobik kapasitenin üstün bir göstergesidir. Klinik egzersiz testlerinde değerli bir ölçüm yöntemidir ve dayanıklılık performansı ile korelasyon gösterir (30).

Şiddeti artan egzersiz testlerinde kan laktat konsantrasyonunun nasıl bir yol izlediği iyi bir biçimde tanımlanmıştır. Şiddeti artan egzersizin erken safhalarında kan laktat konsantrasyonu çok az artar. Ancak belli bir egzersiz seviyesinde laktat konsantrasyonu lineer şekilde artış gösterir. Anaerobik eşik tüm enerji gereksinimi karşılamaya yetecek oksijen alımına denk olacak şekilde, egzersizin en yüksek sürdürülebilir yoğunluğu olarak tanımlanır. Anaerobik eşikte, kanda laktatın ortaya çıkış hızı, yok oluş hızına eşit seviyelerdedir (31). Bu eşik sağlıklı normal bireylerde antrenmanın etkisini belirlemede kullanıldığı kadar kardio - respiratuar rahatsızlığı olan hastalarda da fiziksel kapasitenin belirleyicisi olarak kullanılır (32).

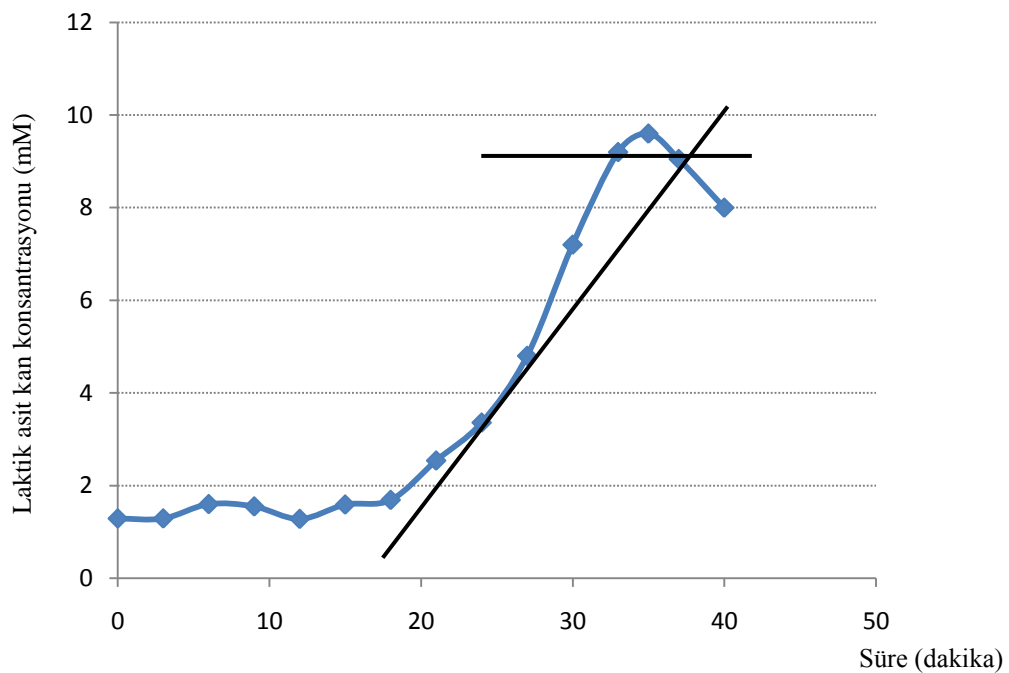
Anaerobik eşik, anaerobik metabolizmanın hızlandığı yani lüzumlu total enerjide anaerobik enerji yolunun payının belirgin bir şekilde artmaya başladığı efor düzeyidir. Anaerobik eşikte enerji üretiminin aerobik yoldan tamamen anaerobik yola geçmesi söz konusu değildir. Bu noktada olan anaerobik enerji yolunun daha belirgin kullanımı sonucu kasta anaerobik glikolizle oluşan laktik asidin kana geçişi hızlanması ve kandan uzaklaştırılması aynı oranda hızlı olmadığından birikmeye başlamasıdır (13). Bu limit hızda ölçülen laktat konsantrasyonu aynı zamanda anaerobik eşik diye bilinir ve pek çok araştırmacı tarafından 4 mM laktat düzeyi anaerobik eşik noktası olarak adlandırılır (33, 34, 35, 36).

2.3. Bireysel Anaerobik Eşik

Bireysel anaerobik eşik, kandaki laktat konsantrasyonunun 4 mM olduğu hızların altında ya da üstünde olabilir. Bireysel anaerobik eşik değeri 1,3 ile 6,8 mM laktat konsantrasyonlarında olduğu belirtilmiştir. Bireysel anaerobik eşik değerleri ile performans arasındaki korelasyon kat sayısı 0,91 – 0,98 iken sabit kabul edilen 4 mM laktat konsantrasyonu değerleri ile performans arasındaki korelasyon katsayıları 0,85 – 0,95 olarak bulunmuş (37).

Bu yönteme göre egzersiz yükü her üç dakikada bir kademeli olarak arttırılır ve her yük artışıının sonunda kan laktatına bakılır. Belirli bir seviyeden sonra sporcu artık egzersizi devam ettiremez ve bu seviyede test sonlandırılır. Test sonunda kişi toparlanma dönemindeyken de laktat llmeye devam edilir. Şekil 3’de görüldügü gibi laktat konsantrasyonunun düşüş gösterdiği noktadan testin sonlandırıldığı noktaya bir doğru çizilir ve laktat eğrisine teğet geçen bir başka doğru çizilir. Eğri ile bu doğrunun keşiştiği nokta bireysel anaerobik eşiği gösterir (12, 13, 23). Bireysel anaerobik eşihte, üretilen laktatla uzaklaştırılan laktatın birbirine denk olduğu düşünülür (20, 31, 38).

Bireysel anaerobik eşi testinin avantajları tek bir test olması, kişiye özel olması ve toparlanma periyodunu da içermesidir. Bazı araştırmalarda bireysel anaerobik eşi yöntemiyle belirlenen egzersiz yükünün submaksimal bir egzersiz için yüksek olduğunun gösterilmesi bu testin en büyük dezavantajdır (38, 39, 40, 41, 42).



Grafik 1. Bireysel anaerobik eşiğin hesaplanmasını gösteren grafik.

2.4. Maksimal Laktat Denge Durumu (MLSS)

Maksimal laktat denge durumu sabit yüklenmeli bir egzersiz sırasında kan laktat konsantrasyonunu arttırmayan en yüksek egzersiz Őiddetidir. Bir başka tanıma

göre ise kastan kana geçen laktatla kandan uzaklaştırılan laktat arasındaki denge noktasına maksimal laktat denge durumu denilir. Bu koşullar altında egzersiz sırasında laktat birikimi olmaz. Egzersiz için gereken enerji aerobik yoldan yani oksijenli yoldan sağlanır ve tükenme süresi uzar. Laktattaki bu denge noktası sırasında laktat birikimi veya diğer glikolitik maddelerin birikimi olmaz (39).

Literatürde, artırmalı egzersizin laktat üretiminde iki kırılma noktası oluşturduğu gösterilmiştir. İlk kırılma noktası aerobik eşik olarak değerlendirilir. Bununla beraber maksimal laktat denge durumu ikinci kırılma noktasıyla çakışır (43). Maksimal laktat denge durumu anaerobik eşğin belirlenmesindeki altın standart olarak değerlendirilmektedir. Maksimal laktat denge durumunun kan laktat birikiminin sürekli olmadan korunabildiği en yüksek iş yükünün belirlenmesi için kullanılabilceği kabul edilmektedir (44). Maksimal laktat denge durumu tanımını belirten asıl kriter sabit yüklenmeli 30 dakikalık bir egzersizin son 20 dakikasında kan laktat konsantrasyonunda 1,0 mM'den daha fazla artış meydana gelmemesidir. Bazı çalışmalarda ise kan laktat konsantrasyonunda 0,2 - 0,5 mM'den daha fazla artış olması maksimal laktat denge durumu için kabul edilmemiştir (31). Borch ve arkadaşları 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 $3\pm 0,63$ mM tespit etmişlerdir (45).

2.5. Anaerobik Eşik ve Antrenman

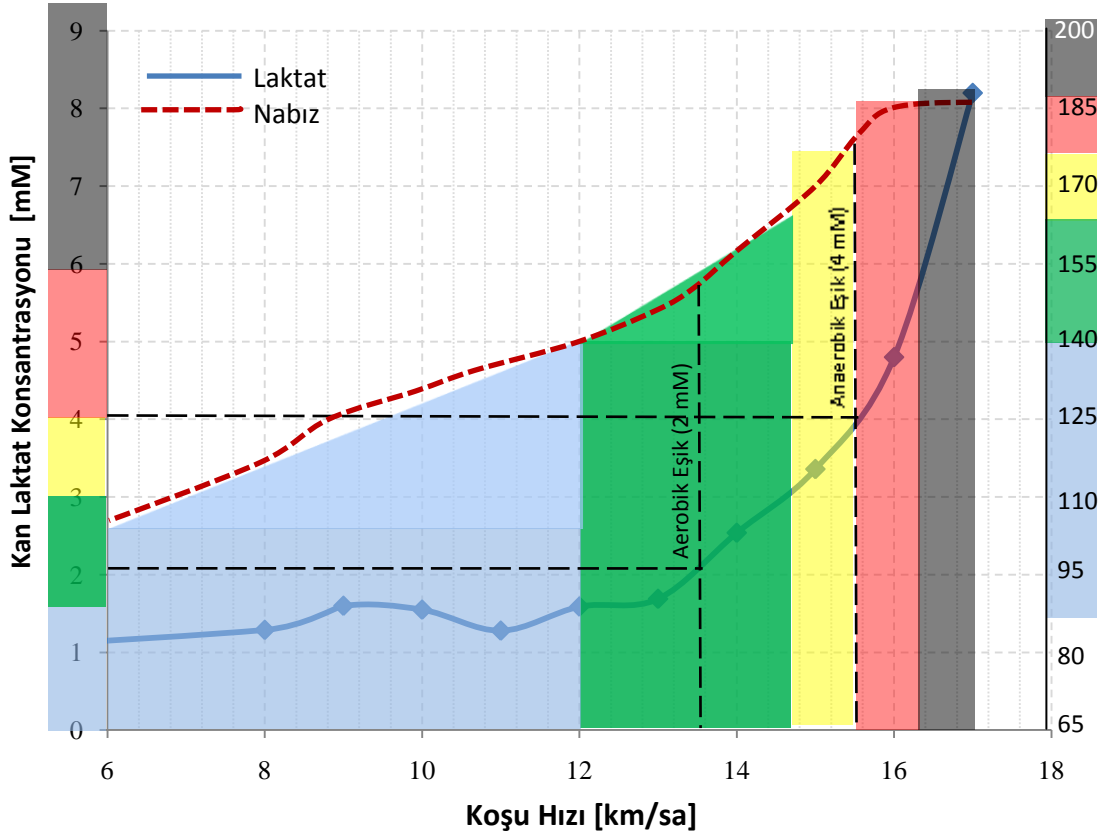
Dayanıklılık, yalnız başına kondisyonel biyomotorik bir özellik değildir. Kuvvet, sürat, kas ve solunum – dolaşım sistemi dayanıklılığının birlikteliğinden oluşur. Dayanıklılık herhangi bir aktiviteyi, etkinliğini düşürmeksizin uzun süre sürdürebilme ya da yorgunluğu erteleyebilmek için sahip olunması gereken fizik ve psişik kapasite olarak tanımlanabilir. Dayanıklılık önemli oranda sporcunun aerobik kapasitesine, daha az oranda anaerobik kapasitesine bağlıdır. Dayanıklılık, uzun süreli yarışmalarda yorgunluğun ertelenmesine, yüksek hacimli bir çalışmanın yapılabilmesine, yarışlar ve antrenmanlar sonrasında çabuk toparlanmaya katkı sağlar (46).

Dayanıklılığın değerlendirilmesinde anaerobik koşu hızının ve anaerobik eşikteki VO_2 nin VO_2 maks'dan daha iyi bir kriter olduğu bilinmektedir. Dayanıklılık performansı ile anaerobik eşik koşu hızı arasındaki ilişki, dayanıklılık ile VO_2 maks arasındaki ilişkiden daha yüksektir. Çünkü VO_2 maks öncelikle dolaşım sistemi ve oksijen taşıma kapasitesindeki uyumları yansıtır. Halbuki anaerobik eşik koşu hızı kasın oksidatif metabolizması ile ilgili uyumları ve gelişimi gösterir. Bu nedenle VO_2 maks'ın mutlak değerinden çok spesifik laktat konsantrasyonlarındaki VO_2 maks'ın kullanılan miktarı (% VO_2 maks) daha büyük önem taşır.

Düzensiz aralıklarla ardı ardına sergilenen farklı oyun davranışlarının sayısı ve kalite bakımından devamlılığında anaerobik eşik rol oynar. Anaerobik dayanıklılıkta, yüklenmenin şiddetinin fazlalığı nedeniyle aerobik enerji sistemi yetersiz olup, anaerobik enerji söz konusudur (11). Dayanıklılık antrenmanları aerobik kapasitenin en önemli iki bileşenlerinden biri olan dolaşım sistemi ile periferde kas dokusunun biyokimyasal ve histokimyasal kapasitesinde belirgin değişimlere neden olur (47). Dayanıklılık antrenman programlarında, antrenörler ilk olarak egzersizin kapsamını, daha sonrada egzersizin şiddetini arttırlar. Sporçunun anaerobik eşiğe hangi hızda, hangi kalp atım hızında ulaştığının bilinmesi antrenman yönlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Dayanıklılık antrenmanları VO_2 maks'ın büyük bir kısmını çok az laktat birikimi ile kullanabilir hale getirmek için düzenlenir. Egzersiz sırasında kanda laktik asit birikiminin az olması dayanıklılığın iyi olduğunun göstergesidir. Anaerobik eşik ne kadar yüksek olursa sporcu gerekli enerjinin çoğunu aerobik yoldan temin etmekte ve yorgunluğun oluşmasını önlemektedir (48). Anaerobik eşik noktasının %80 olması sporçunun VO_2 maks'nın %80'ini kullandığında anaerobik eşik noktasına ulaşması demektir. Bunun anlamı ise bu noktadan sonra kana karışmakta olan laktik asidin aynı hızla uzaklaştırılmamasıdır. Antrenmansızlarda anaerobik eşik ve VO_2 maks'ın %50-60'ında iken bu oran antrenmanlılarda %80-90'a ulaşabilmektedir (29). Sonuç olarak anaerobik eşik ne kadar VO_2 maks'a yakın ise kişinin performans kapasitesi o kadar yüksektir.

Aerobik eşik düzeyinde bir antrenman, sporçunun fizik kondüsyonunu iyileştirir ve temel dayanıklılığı geliştirir. Geçiş bölgesi düzeyindeki bir antrenman,

bireyin fiziki kapasitesini yükseltmeye olanak sağlar. Aerobik eşiği yükseltmek için anaerobik eşiğe yakın bir şiddette çalışma yapmak gerekir. Anaerobik eşiğin üzerindeki şiddette antrenman yapmak ise aerobik gücün gelişimine katkı sağlar (49). Şekil 3'te çalışmamıza dahil edilen erkek bir sporcuya ait laktat profili ve kalp atım hızları değerlendirilerek, antrenmanın yönlendirilmesinde kullanılmak üzere planlanan farklı ezersiz yoğunlukları gösterilmiştir (50).



B.	Kan Laktat Konsantrasyonu	Nabız	Koşu Hızı Km/sa
Rejenerasyon	< 2 mM	90 & 140	0 & 12
Yaygın Dayanıklılık	~ 2 mM	140 & 160	12 & 14,5
Yoğun Dayanıklılık	3 mM & 4 mM	160 & 180	14,5 & 15,5
Anaerobik Eşik	4 mM	180 & 185	15,5
Tempo	4 mM & 6 mM	>180	15,5 & 16,3
Yoğun İnterval Dayanıklılık	6 mM & 12 mM	>185	>16,3

Şekil 3. Nabız ve Laktat profili ile planlanan antrenman yoğunluğu. **A :** Rejenerasyon, Yaygın dayanıklılık, Yoğun dayanıklılık, Tempo ve Yoğun interval dayanıklılık çalışmalarına ait egzersiz yoğunluğunun belirlenmesi. **B :** A grafiğinin okunuşu.

2.6. Laktik Asit Analizörleri

2.6.1. Lactate Scout Analizörü

Lactate Scout (SensLab GmbH, Germany) 0,5 µL kapiler kandan enzimatik – amperometrik algılama yöntemiyle 15 saniyede laktik asit analizi yapan bir el analizörüdür. Kalibrasyonu önceden yapılmış olan striplerin her kutusu tek bir özel koda sahiptir. Laktat analizi öncesinde bu kod cihaza girilerek cihaz ve striplerin eşleştirmesi yapılmalıdır. Stripin özel bölmesi kan örneği ile doldurulduğunda, kan örneğindeki laktik asit laktat oksidaz enzimi tarafından oksitlenir ve bu esnada açığa çıkan elektronlar bir elektrota aktarılır. Elektrotta ortaya çıkan elektrik akımı kan örneğindeki laktik asitle doğru orantılıdır. Oluşan elektrik akımına karşılık gelen laktat değeri mM olarak cihazın ekranından okunur. Kan örnekleri test striplerine kan alınan yerden doğrudan doldurulacağı gibi bir kapiller tüpe alındıktan sonrada aktarılabilir.

Tablo 1. Lactate Scout analizörünün özellikleri.

Üretici Firma	SensLab GmbH, Germany
Ölçüm Yöntemi	Enzimatik - amperometrik algılama yöntemi
Numune Miktarı	0,5 µL
Ölçüm Süresi	15 sn (10 sn – 60 sn)
Ölçüm Aralığı	0,5 mM – 25 mM
Çalışma Koşulları	5°C – 45°C, < % 85 Nem
Hafıza	250 ölçüm
Ağırlık	80 g

2.6.2. Biosen C Line Analizörü

Biosen C Line laktik asit analizörü (SensLab GmbH, Germany) 20 µL kapiler kan örneğinden hem hemolize tam kandan, hem de plazmadan enzimatik-amperometrik chip sensor teknolojisi ile 35 saniyede analiz yapan bir laboratuvar analizörüdür. Kan örneği kapiller tüpte alındıktan sonra 1 ml laktat hemoliz solüsyonu içeren tüp içine bırakılarak karıştırılır. Kan örneğindeki L – laktat algılayıcı çip üstünde immobilize enzim laktat oksidaz yardımı ile pirüvata yükseltgenir ve aynı anda H₂O₂ oluşur. Kan örneğindeki laktat kadar H₂O₂ oluşur.

Oluşan H_2O_2 elektrotta elektrik akımı oluşturur. Elektrotta oluşan elektrik akımı H_2O_2 ile doğru orantılıdır, dolayısıyla kan örneğindeki laktat ile de orantılıdır. Elektrik akımına karşılık gelen laktat değeri mM olarak cihazın ekranından okunur. Kısa bir yıkama sistemi ardından bir sonraki ölçüm için hazır hale gelir.

Tablo 2. Biosen C Line analizörünün özellikleri.

Üretici Firma	SensLab GmbH, Germany
Ölçüm Yöntemi	Enzimatik - amperometrik chip-sensor teknolojisi
Numune Miktarı	10 μ L – 20 μ L
Ölçüm Süresi	25 sn – 35 sn
Ölçüm Aralığı	0,5 mM – 40 mM
Sensor Ömrü	50 gün / 6000 ölçüm
Hafıza	500 ölçüm

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda yapıldı. Çalışmaya Üniversite öğrencisi, aktif spor yapan, yaşları 18-22 (ortalama yaş; $20 \pm 1,49$) arasında değişen gönüllü 10 erkek sporcu alındı. Çalışmaya başlamadan önce, çalışma grubunu oluşturan bireylere çalışma hakkında ayrıntılı bilgi verildi ve 'denek onam formu' alındı. Egzersiz testi öncesi çalışma grubuna dahil edilen gönüllü deneklerden detaylı bir anamnez alınıp, kardiyak muayeneleri yapıldı. Çalışma protokolü ve klinik metod Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi İlaç Dışı Klinik Araştırmaları Etik Kurulu tarafından onaylandı (07.03.2012 tarih ve 14 Numaralı Etik Kurul kararı).

3.2. Egzersiz Testi ve Kan Numunelerinin Alınması

Egzersiz testinde ve öncesinde kan numunelerinin alımını kolaylaştırmak amacı ile antekubital bölgedeki periferik venlere branül yerleştirildi. İlk numuneler istirahat sırasında alındı. Ardından egzersiz testine geçildi. Egzersiz testi laboratuvar şartlarında koşu bandı (Star Trac Pro, ABD) ile yapıldı. Egzersiz testine her 3 dakikada bir kan numunesi almak için 60 saniye ara verildi. Egzersiz testi başlangıç hızı 7 km/sa, koşu bandı eğimi ise 0 derece olarak belirlendi. Egzersiz testinin şiddeti her 3 dakikada bir, kan numunesi almak için verilen aranın ardından 1km/sa arttırıldı. Koşu bandı eğimi ise 0 derecede sabit olarak tutuldu. Egzersiz testi sporcular tükenene dek sürdürüldü.

3.3. Kan Numunelerinin Değerlendirilmesi

i. Lactate Scout ile Yapılan Analiz

Alınan her kan numunesinin ($0,5 \mu\text{L} \times 2$) $1 \mu\text{L}$ si 15 sn içinde Lactate Scout (LS, SensLab GmbH, Germany) isimli taşınabilir laktat analizörü tarafından, tam kan olarak laktat analizi sırasında kullanıldı. Lactate Scout'un güvenilirlik çalışması için farklı iki strip kullanılarak 30 sn içinde farklı iki laktat analizi yapıldı. Striplerin

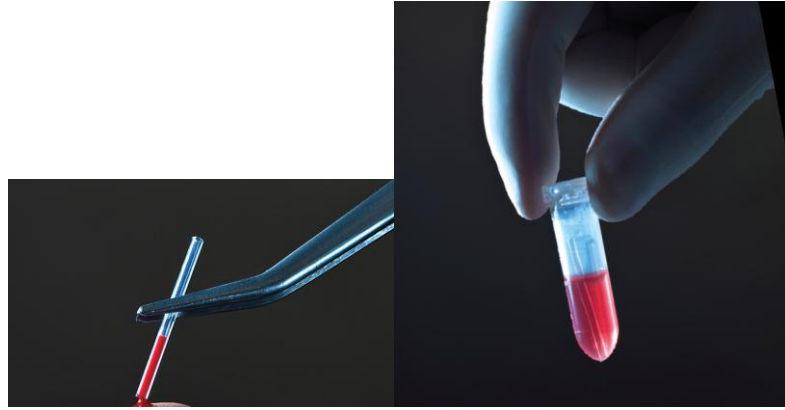
kontrolü için her yeni kutu standart kontrol solüsyonu ile test edildi. Sonuçlar normal sınırlardaydı.



Resim 1. Lactate Scout analizörü ve strip.

ii. Biosen C-Line, Clinic ile Yapılan Analiz

Alınan kan numunesinin 20 μ L si cam kapiller tüp (bir uçtan diğer uca dolacak şekilde) içerisine alınarak, 1 ml laktat hemoliz solüsyonu içeren tüp içerisine bırakıldı ve tüpün ağzı kapatılıp, ters düz edilerek laktat hemoliz solüsyonu ile tam kanın karışması sağlandı. Araştırma grubuna alınan her sporcu için egzersiz testinin sona ermesiyle birlikte laktat hemoliz solüsyonu içerisine bırakılan kan numunelerinin, taşınabilir laktat analizörü Biosen C-Line, Clinic (EKF Diagnostic GmbH, Germany) ile laktat analizi yapıldı. Biosen C-Line, Clinic'in güvenilirlik çalışması için laktat hemoliz solüsyonu içerisine alınan numuneler ard arda iki kez çalışıldı. Biosen C Line analizörü her çalıştırıldığında ve her 10 numunenin analizinden sonra analizörün kalibrasyonu yapıldı. Kalibrasyon sırasında 12 mM'lük standart solüsyon kullanıldı. Her kalibrasyonu takiben 2 mM ve 15 mM kontrol solüsyonları ile kontrol ölçümleri yapıldı. Yapılan kontrol ölçümleri normal aralıktaydı.



Resim 2. Cam kapiller tüp ve 1 ml laktat hemoliz solüsyonu içeren tüp



Resim 3. Laktat hemoliz solüsyonu içeren tüp ve Biosen C Line analizörü

3.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme, SPSS 15,0 paket bilgisayar programı kullanılarak yapıldı. Sayısal değerler aritmetik ortalama \pm standart sapma cinsinden ifade edildi. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörlerinin güvenilirliğini göstermek için Sınıf içi korelasyon katsayısı (SKK), Pearson korelasyon katsayısı, T testi, regresyon analizi ve Bland & Altman yöntemleri kullanıldı. Biosen C Line analizörü referans yöntem alınarak Lactate Scout analizörünün geçerliğini göstermek için SKK, Pearson korelasyon katsayısı, regresyon analizi ve Bland & Altman yöntemleri kullanıldı.

Anlamlılık düzeyi olarak $p < 0.05$ alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Güvenirlik Analizi

Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3’de, farklı konsantrasyon aralıklarındaki tanımlayıcı istatistikler ise Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3. Lactate Scout ve Biosen C Line laktat analizörleri ile elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri.

	Ortalama	Standart Sapma	Standart Ortalama Hata	Min. / Maks.
Lactate Scout 1 (n=99)(mM)	3,1495	1,85771	0,18671	1,2 & 9
Lactate Scout 2 (n=99) (mM)	3,1778	1,89330	0,19028	1,2 & 10,1
Biosen C Line 1 (n=99) (mM)	3,2469	2,29510	0,23067	0,8 & 11,11
Biosen C Line 2 (n=99) (mM)	3,2606	2,29231	0,23039	0,8 & 11,08

Tablo 4. Lactate Scout ve Biosen C Line laktat analizörleri ile elde edilen verilerin değişik konsantrasyon aralıklarında tanımlayıcı istatistikleri.

		Ortalama	Standart Sapma	Standart Ortalama Hata
<2,5 mM (n=51)	Lactate Scout 1	1,7922	0,37621	0,05268
	Lactate Scout 2	1,8275	0,38940	0,05453
	Biosen C Line 1	1,6629	0,45252	0,06337
	Biosen C Line 2	1,6763	0,45459	0,06366
2,5-5 mM (n=31)	Lactate Scout 1	3,5129	0,75443	0,13550
	Lactate Scout 2	3,5226	0,82813	0,14874
	Biosen C Line 1	3,5387	1,02845	0,18472
	Biosen C Line 2	3,5542	1,02083	0,18335
>5 mM (n=17)	Lactate Scout 1	6,5588	1,07241	0,26010
	Lactate Scout 2	6,6000	1,30767	0,31716
	Biosen C Line 1	7,4665	1,60012	0,38809
	Biosen C Line 2	7,4782	1,58657	0,38480

Çalışmaya dahil edilen 10 gönüllü sporcudan laboratuvar şartlarında, egzersiz testinde ve öncesinde olmak üzere 99 kan numunesi alındı. Lactate Scout ve Biosen C Line laktat analizörlerinin güvenilirlik çalışması için alınan numuneler test –tekrar test şeklinde iki kez çalışıldı. Lactate Scout analizörü ile alınan ilk numunelerde (Lactate Scout 1) laktik asit kan konsantrasyonu 1,2 & 9 mM aralığında olup, ortalaması $3,1495 \pm 1,85771$ mM idi. 30 sn içinde tekrarlanan ikinci numunelerde (Lactate Scout 2) laktik asit kan konsantrasyonu 1,2 & 10,1 mM aralığında olup, ortalaması $3,1778 \pm 1,89330$ mM idi. Biosen C Line analizörü ile alınan ilk numunelerde (Biosen C Line 1) laktik asit kan konsantrasyonu 0,8 & 11,11 mM aralığında olup, ortalaması $3,2469 \pm 2,2951$ mM idi. Aynı numunenin ikinci kez analizinde (Biosen C Line 2) laktik asit kan konsantrasyonu 0,8 & 11,08 mM aralığında olup, ortalaması $3,2606 \pm 2,29231$ mM idi (Tablo 3). Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile test – tekrar test şeklinde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu verilerinin farklı konsantrasyon aralıklarındaki tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4’de, t testi sonuçları ise Tablo 5’de verildi.

Tablo 5. Değişik konsantrasyon aralıklarında Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile test – tekrar test şeklinde yapılan laktik asit kan konsantrasyonu analizlerinin t testi sonuçları.

				95% Güven Aralığı			
		Ortalama \pm SS	Stand. Ort. Hata	Alt Sınır	Üst Sınır	t	p
<2,5 mM (n=51)	Lactate Scout 2 – 1	-0,03529 \pm 0,19680	0,02756	-0,09064	0,02006	-1,281	0,206
	Biosen C Line 2 – 1	-0,01333 \pm 0,03090	0,00433	-0,02202	-0,00464	-3,082	0,003*
2,5-5 mM (n=31)	Lactate Scout 2 – 1	-0,00968 \pm 0,28677	0,05151	-0,11487	0,09551	-,188	0,852
	Biosen C Line 2 - 1	-0,01548 \pm 0,04567	0,00820	-0,03224	0,00127	-1,888	0,069
>5 mM (n=17)	Lactate Scout 2 – 1	-0,04118 \pm 0,46376	0,11248	-0,27962	0,19727	-0,366	0,719
	Biosen C Line 2 - 1	-0,01176 \pm 0,12861	0,03119	-0,07789	0,05436	-0,377	0,711
Tamamı (n=99)	Lactate Scout 2 – 1	-0,02828 \pm 0,28322	0,02846	-0,08477	0,02820	-0,994	0,323
	Biosen C Line 2 - 1	-0,01374 \pm 0,06187	0,00622	-0,02608	-0,00140	-2,209	0,029*

SS: Standart Sapma, * p<0,05

4.1.1. Lactate Scout Analizörünün Güvenirliğinin Regresyon Yöntemi ile İncelenmesi

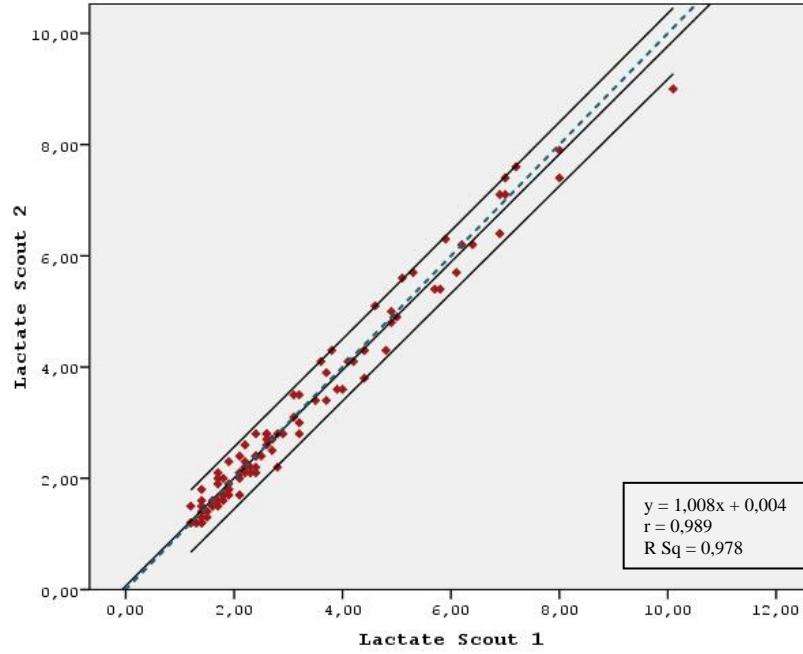
Tablo 6. Değişik konsantrasyon aralıklarında Lactate Scout ve Biosen C Line analizörlerinin güvenilirliği ile ilgili istatistik sonuçları.

		a		b		r	R ²	SKK Uyum	SKK Tutarlılık	TH	%TH
		a	%95 GA	B	%95 GA						
<2,5 mM (n=51)	Lactate Scout 1	0,217	0,486	0,899	1,046	0,868*	0,754*	0,866*	0,928*	0,140	8,51
	Lactate Scout 2		-0,53		0,752						
	Biosen C Line 1	0,01	0,043	1,002	1,022	0,998*	0,995*	0,997*	0,999*	0,023	1,40
	Biosen C Line 2		-0,024		0,983						
2,5-5 mM (n=31)	Lactate Scout 1	-0,097	0,42	1,030	1,174	0,939*	0,881*	0,936*	0,967*	0,199	5,67
	Lactate Scout 2		-0,613		0,886						
	Biosen C Line 1	0,045	0,106	0,992	1,008	0,999*	0,998*	0,999*	0,999*	0,036	1,02
	Biosen C Line 2		-0,016		0,975						
>5 mM (n=17)	Lactate Scout 1	-0,942	0,54	1,150	1,373	0,943*	0,889*	0,928*	0,963*	0,319	4,85
	Lactate Scout 2		-2,425		0,927						
	Biosen C Line 1	0,099	0,433	0,988	1,032	0,997*	0,994*	0,997*	0,998*	0,081	1,09
	Biosen C Line 2		-0,235		0,945						
Tamamı (n=99)	Lactate Scout 1	0,04	0,116	1,008	1,038	0,989*	0,978*	0,989*	0,994*	0,200	6,32
	Lactate Scout 2		-0,108		0,977						
	Biosen C Line 1	0,019	0,04	0,998	1,004	1,000*	0,999*	1,000*	1,000*	0,044	1,37
	Biosen C Line 2		-0,03		0,993						

a : Regresyon sabiti, **b** : Regresyon kat sayısı, **%95 GA** : %95 Güven aralığı, **r** : Pearson korelasyon kat sayısı, **SKK** : Sınıf içi korelasyon kat sayısı, **TH** : Teknik hata, **%TH** : Varyasyon katsayısı olarak Teknik Hata (%), * : p<0,001

Lactate Scout 1, Lactate Scout 2, Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 test - tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerin güvenilirliğine ait istatistiksel bulguları ve regresyon sabiti ile regresyon katsayılarının % 95 güven aralıkları Tablo 6'da gösterilmiştir. Lactate Scout analizörüne ait sonuçlara göre, regresyon sabiti 0,04'tür ve bu değere ait güven aralığı sıfır değerini içermektedir. Regresyon kat sayısı ise 1,008'dir ve bu değere ait güven aralığı bir değerini içermektedir. Bu durumda, Laktat Scout analizörü ile yapılan tekrarlı ölçümlerde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri arasında sistematik ve orantısal yanlılık gözlenmediği sonucuna varılır. Regresyon doğrusuna ait denklem ise, "y=0,04+1,008x" olarak bulunmakta, bu denklemde "y" Lactate Scout 2'yi "x" ise Lactate Scout 1'i ifade etmektedir. Grafik 2'de eşitlik doğrusu ile regresyon doğrusu bir arada gösterilmiştir

ve bu grafikten Lactate Scout analizörü ile test – tekrar test şeklinde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinin birbirleri ile uyumlu olduğu gözlenmektedir.



Grafik 2. Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=99). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).

4.1.2. Lactate Scout Analizörü için TH ve SKK'nın İncelenmesi

Lactate Scout analizörü ile test – tekrar test şeklinde ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,989 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,994 olarak bulundu. Bu veriler değerlendirildiğinde tekrarlı Lactate Scout ölçümleri arasında mükemmel uyum olduğundan söz edilebilir. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,989 olarak bulundu. Hesaplanan tüm korelasyon sayıları için p değeri 0,001'den küçüktü. Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki TH (Teknik hata) 0,200 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %6,32 idi.

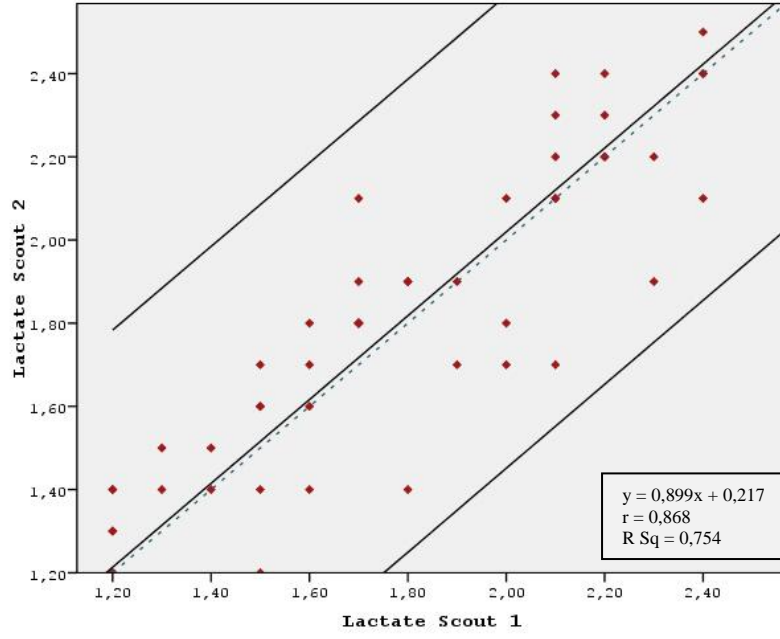
4.1.3. Lactate Scout Analizörünün Güvenirliğinin Farklı Konsantrasyon Aralıklarında İncelenmesi

Lactate Scout analizörünün güvenirliliğine yönelik istatistik analizleri değişik konsantrasyon aralıklarında da değerlendirildi. 2,5 mM'den küçük 51 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti 0,217 regresyon kat sayısı 0,899 regresyon denklemi ise " $y=0,217+0,899x$ " dir. 2,5 mM'den küçük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,866 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,928 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,868 idi. TH 0,140 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %8,51 idi.

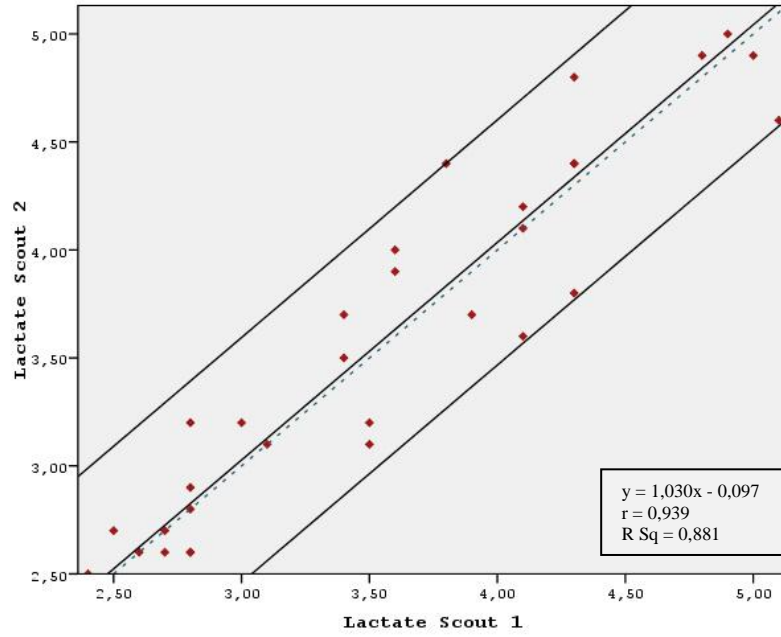
2,5 – 5 mM aralığındaki 31 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti 0,097 regresyon kat sayısı 1,030 regresyon denklemi ise " $y=0,097+1,030x$ " dir. 2,5 - 5 mM aralığındaki laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,936 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,967 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,939 idi. TH 0,199 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %5,67 idi.

5 mM'den büyük 17 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti -0,942 regresyon kat sayısı 1,150 regresyon denklemi ise " $y=1,150x-0,942$ " dir. 5 mM'den büyük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,928 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,963 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,943 idi. TH 0,319 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %4,85 idi.

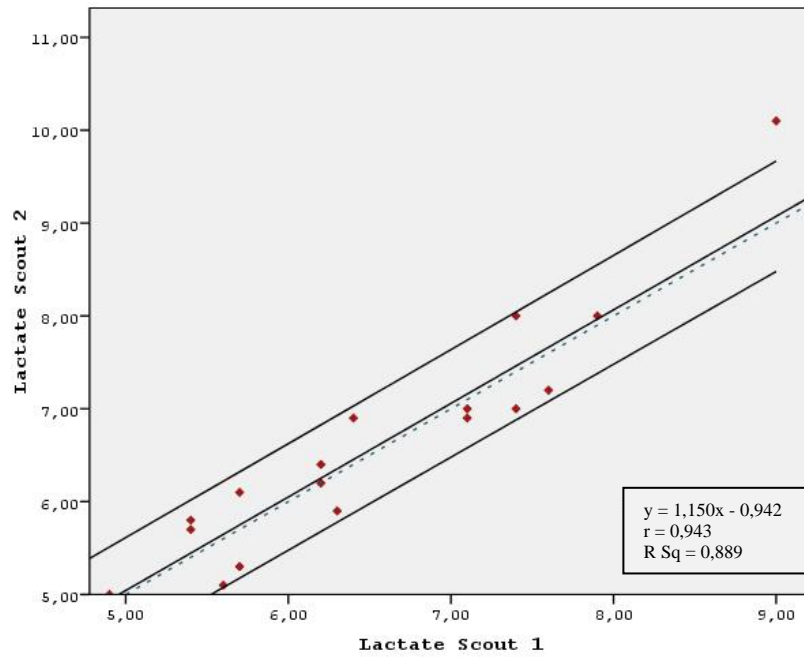
<2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM konsantrasyon seviyelerindeki Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren saçılım grafikleri ve regresyon doğrusu Grafik 3, Grafik 4 ve Grafik 5'de gösterilmiştir.



Grafik 3. <2,5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=51). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).



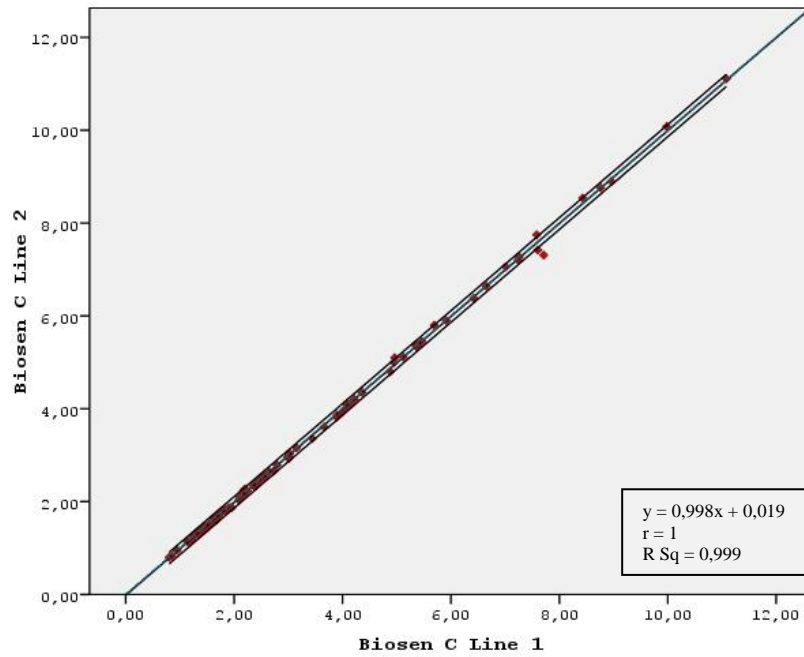
Grafik 4. 2,5 - 5 mM Konsantrasyon aralığında Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=31). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).



Grafik 5. >5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=17). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).

4.1.4. Biosen C Line Analizörünün Güvenirliğinin Regresyon Yöntemi ile İncelenmesi

Biosen C Line analizörüne ait sonuçlara göre, regresyon sabiti 0,019'dur ve bu değere ait güven aralığı sıfır değerini içermektedir. Regresyon kat sayısı ise 0,998'dir ve bu değere ait güven aralığı bir değerini içermektedir. Bu durumda, Laktat Scout analizörü ile yapılan tekrarlı ölçümlerde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri arasında sistematik ve orantısız yanlılık gözlenmediği sonucuna varılır. Regresyon doğrusuna ait denklem ise, “ $y=0,019+0,998x$ ” olarak bulunmakta, bu denklemde “y” Biosen C Line 2’yi “x” ise Biosen C Line 1’i ifade etmektedir. Grafik 6’de eşitlik doğrusu ile regresyon doğrusu bir arada gösterilmiştir ve bu grafikten Biosen C Line analizörü ile test – tekrar test şeklinde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinin birbirleri ile uyumlu olduğu gözlenmektedir.



Grafik 6. Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=99). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu ($x=y$).

4.1.5. Biosen C Line Analizörü için TH ve SKK'nın İncelenmesi

Biosen C Line analizörü ile test – tekrar test şeklinde ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 1,000 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 1,000 olarak bulundu. Bu veriler değerlendirildiğinde tekrarlı Biosen C Line ölçümleri arasında mükemmel uyum olduğundan söz edilebilir. Pearson korelasyon katsayısı ise 1,000 olarak bulundu. Hesaplanan tüm korelasyon sayıları için p değeri 0,001'den küçüktü. Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki TH 0,044 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %1,37 idi.

4.1.6. Biosen C Line Analizörünün Güvenirliğinin Farklı Konsantrasyon Aralıklarında İncelenmesi

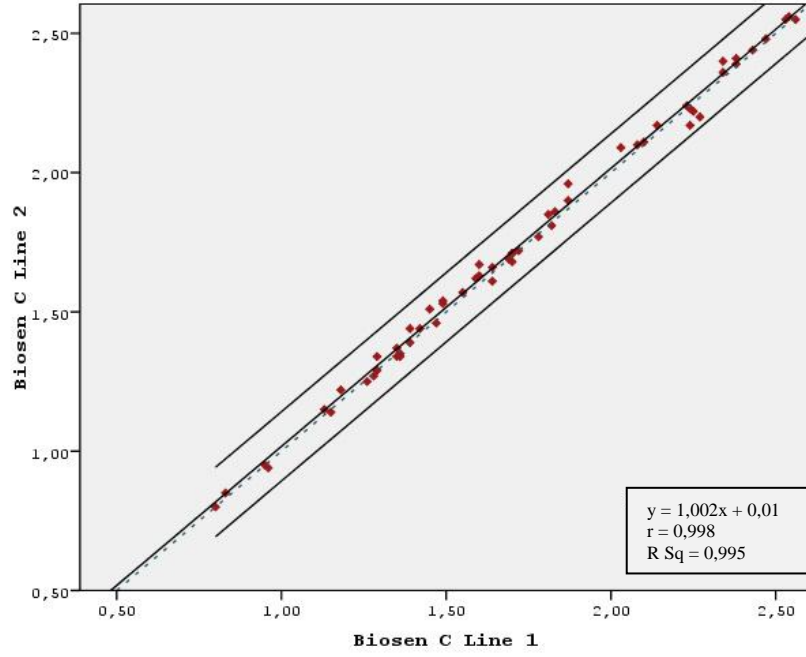
Biosen C Line analizörünün güvenilirliğine yönelik istatistik analizleri değişik konsantrasyon aralıklarında da değerlendirildi. 2,5 mM'den küçük 51 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti 0,01 regresyon kat

sayısı 1,002 regresyon denklemi ise “ $y=0,01+1,002x$ ” dir. 2,5 mM’den küçük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,997 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,999 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,998 idi. TH 0,023 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %1,40 idi.

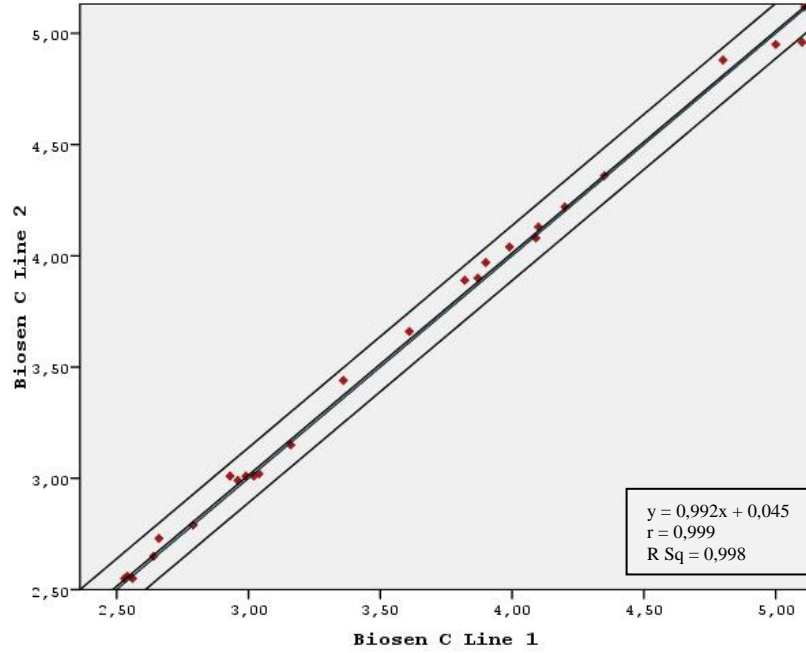
2,5 – 5 mM aralığındaki 31 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti 0,045 regresyon kat sayısı 0,992 regresyon denklemi ise “ $y=0,045+0,992x$ ” dir. 2,5 - 5 mM aralığındaki laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,999 SKK (tutarlılık) değeri 0,999 bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,999 idi. TH 0,036 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %1,02 idi.

5 mM’den büyük 17 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti 0,099 regresyon kat sayısı 0,988 regresyon denklemi ise “ $y=0,988x+0,099$ ” dir. 5 mM’den büyük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,997 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,998 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,997 idi. TH 0,081 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %1,09 idi.

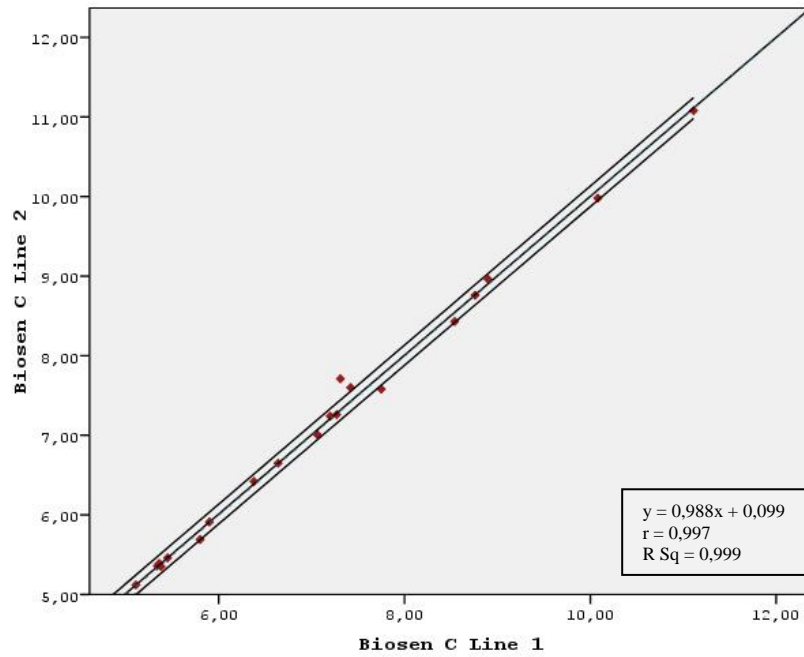
<2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM konsantrasyon seviyelerindeki Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren saçılım grafikleri ve regresyon doğrusu Grafik 7, Grafik 8 ve Grafik 9’da gösterilmiştir.



Grafik 7. <2,5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=51). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).



Grafik 8. 2,5 - 5 mM Konsantrasyon aralığında Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=31). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).



Grafik 9. >5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=17). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).

4.1.7. Bland & Altman Yöntemi

Bland-Altman yöntemini uygulamak için farkların yaklaşık olarak normal dağılıma uyup uymadığı ve istatistiksel olarak farklar ve ortalamalar arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Farklar, yaklaşık olarak normal dağılıma uyuyorsa ve istatistiksel olarak farklar ve ortalamalar arasında ilişki yoksa iki metot arasındaki uyum, farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak Bland-Altman yöntemi ile incelenebilir.

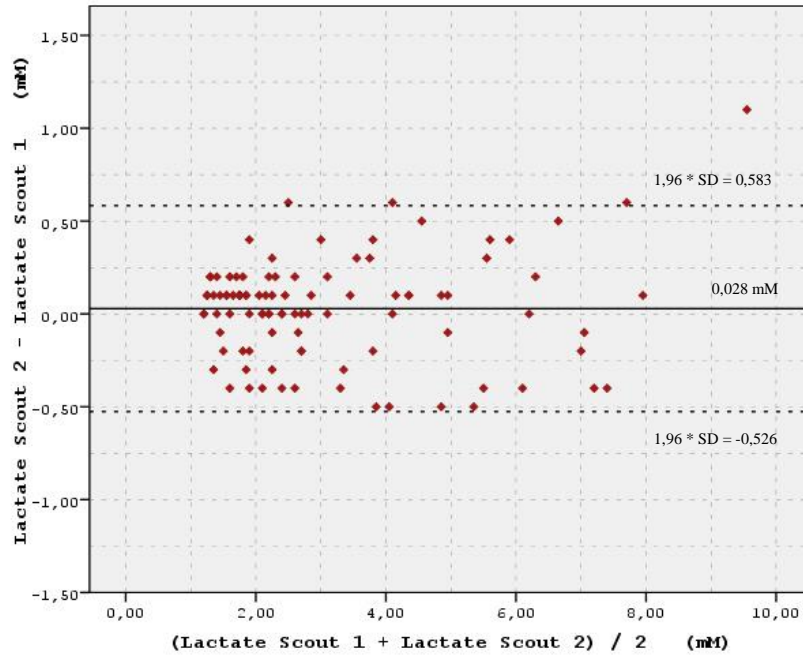
Tablo 7’de de görüldüğü gibi, Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile ölçülen kan laktik asit konsantrasyon değerleri arasındaki farklar normal dağılım göstermektedir. Bu değerlere ait farklar ve ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bland-Altman yönteminin gerektirdiği her iki varsayım da sağlandığı için Lactate Scout ve Biosen C Line ile elde edilen ölçümlerin uyumu bu yöntem ile incelendi.

Tablo 7. Bland-Altman yönteminin uygulanabilmesi için Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümlerine ilişkin varsayımların testi.

	Normallik Testi Shapiro-Wilk	Pearson Korelasyon
Fark (n=99) (mM) (Lactate Scout 2 – Lactate Scout 1)	p = 0,455	
Ortalama & Fark (n=99) (mM) (Lactate Scout)		r = 0,126
Fark (n=99) (mM) (Biosen C Line 2 – Biosen C Line 1)	p = 0,079	
Ortalama & Fark (n=99) (mM) (Biosen C Line)		r = -0,45
Fark (n=99) (mM) (Lactate Scout – Biosen C Line)	p = 0,463	
Ortalama & Fark (n=99) (mM) (Lactate Scout & Biosen C Line)		r = 0,693

Tablo 8. Bland-Altman yöntemi uygulanan Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümlerine ilişkin sonuçlar.

		Uyum Sınırları Ortalama ± 1,96*SS	
		Ortalama ± SS	Alt Sınır
Lactate Scout 2 – Lactate Scout 1 <2,5 mM (n=51)	0,035 ± 0,196	-0,35	0,421
Lactate Scout 2 – Lactate Scout 1 2,5 – 5 mM (n=31)	0,009 ± 0,286	-0,552	0,571
Lactate Scout 2 – Lactate Scout 1 >5 mM (n=17)	0,041 ± 0,463	-0,867	0,95
Lactate Scout 2 – Lactate Scout 1 Tamamı (n=99)	0,028 ± 0,283	-0,526	0,583



Grafik 10. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde ölçülen kan laktik asit konsantrasyonlarının (n=99) ortalamaları (Lactate Scout 1 + Lactate Scout 2) / 2 ile analizörlerin ölçüm farkları (Lactate Scout 2 – Lactate Scout 1) arasındaki ilişkileri ve tutarlılık sınırlarını gösteren Bland & Altman saçılım grafiği.

4.1.8. Lactate Scout Analizörünün Güvenirliğinin Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi

Grafik 10’da görüldüğü gibi Bland & Altman saçılım grafiğindeki Lactate Scout analizörü ile test – tekrar test şeklinde yapılan laktik asit kan konsantrasyonu ölçüm verilerinin farkları ve ortalamalarına ait noktaların önemli miktarı uyum sınırları içinde olduğundan, laktik asit kan konsantrasyonlarına ait farklar ve ortalamalar arasında ilişki olmadığı sonucuna varılır. İlişki olmaması Lactate Scout analizörü ile yapılan iki ölçüm arasında sabit hata (varyans) ile ölçüm yapıldığını gösterir. Bu durum <2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM laktik asit kan konsantrasyonları için de geçerlidir.

Lactate Scout analizörü ile test – tekrar test şeklinde değerlendirilen 99 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu 1,2 mM ile 10,1 mM arasında idi. Konsantrasyon değerlerinin farklarına ait ortalama 0,028 standart sapma ise 0,283’tür. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum

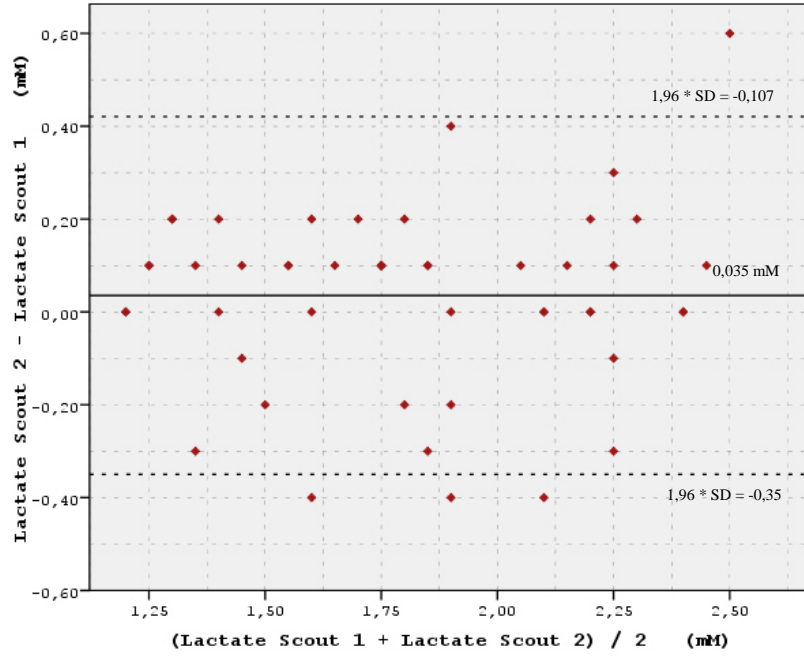
sınırları -0,526 ve 0,583 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, Lactate Scout 1 değerleri, Lactate Scout 2 değerlerinden 0,526 mM küçük, 0,583 mM büyük bulunabilir (Tablo 8).

4.1.9. Lactate Scout Analizörünün Farklı Konsantrasyon Aralıklarında Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi

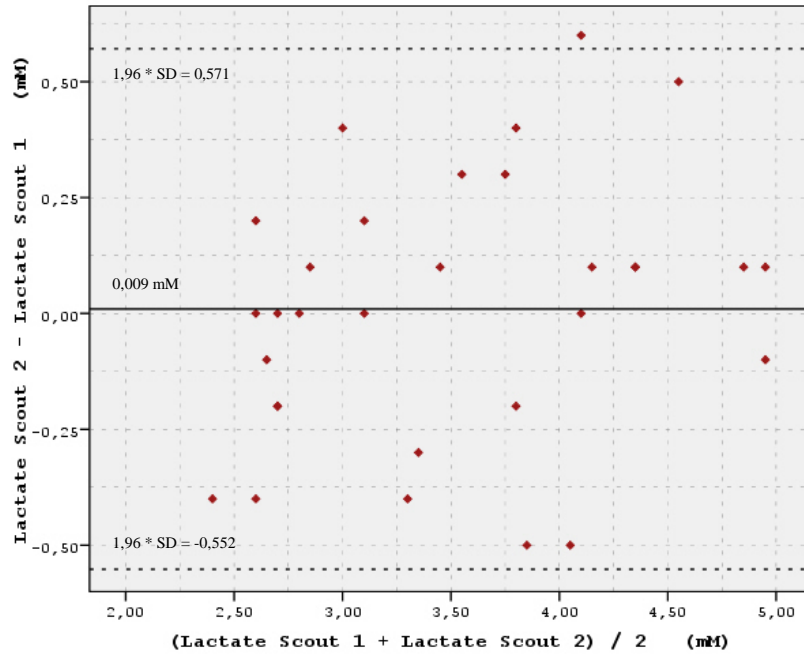
<2,5 mM Laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 51 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,035 standart sapma ise 0,196'dır. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -0,35 mM ve 0,421 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, <2,5 mM olan değerlerde Lactate Scout 1 değerleri, Lactate Scout 2 değerlerinden 0,35 mM küçük, 0,421 mM büyük bulunabilir (Tablo 8).

2,5 – 5 mM arasındaki laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 31 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,009 standart sapma ise 0,286'dır. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -0,552 mM ve 0,571 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, 2,5 - 5 mM arasındaki değerlerde Lactate Scout 1 değerleri, Lactate Scout 2 değerlerinden 0,552 mM küçük, 0,571 mM büyük bulunabilir (Tablo 8).

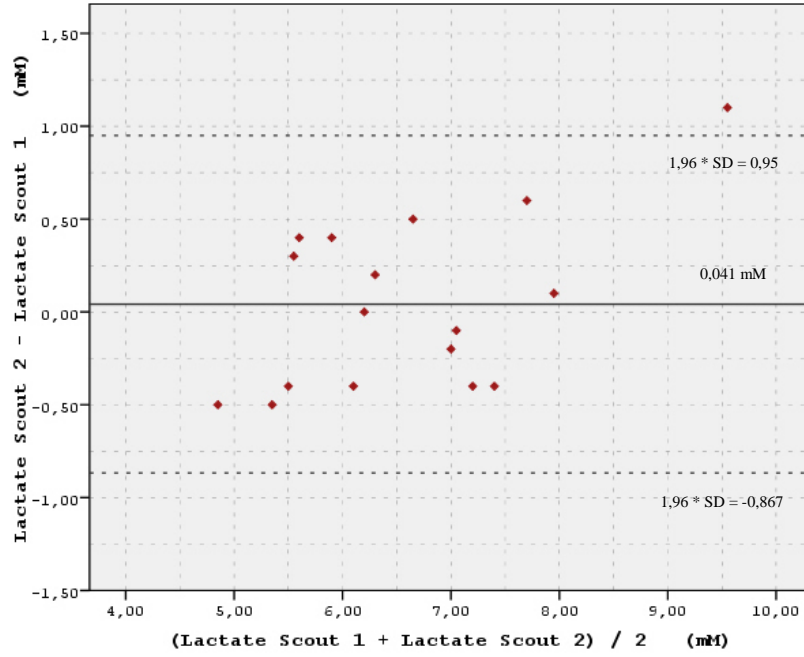
>5 mM Laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 17 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,041 standart sapma ise 0,463'tür. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -0,867 mM ve 0,95 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, >5 mM olan değerlerde Lactate Scout 1 değerleri, Lactate Scout 2 değerlerinden 0,867 mM küçük, 0,95 mM büyük bulunabilir (Tablo 8). <2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM konsantrasyon seviyelerindeki Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren Bland & Altman saçılım grafikleri Grafik 11, Grafik 12 ve Grafik 13'de gösterilmiştir.



Grafik 11. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, <2,5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin (n=51) Bland & Altman saçılım grafiği.



Grafik 12. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, 2,5 - 5 mM aralığında laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin (n=31) Bland & Altman saçılım grafiği.



Grafik 13. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, >5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin (n=17) Bland & Altman saçılım grafiği.

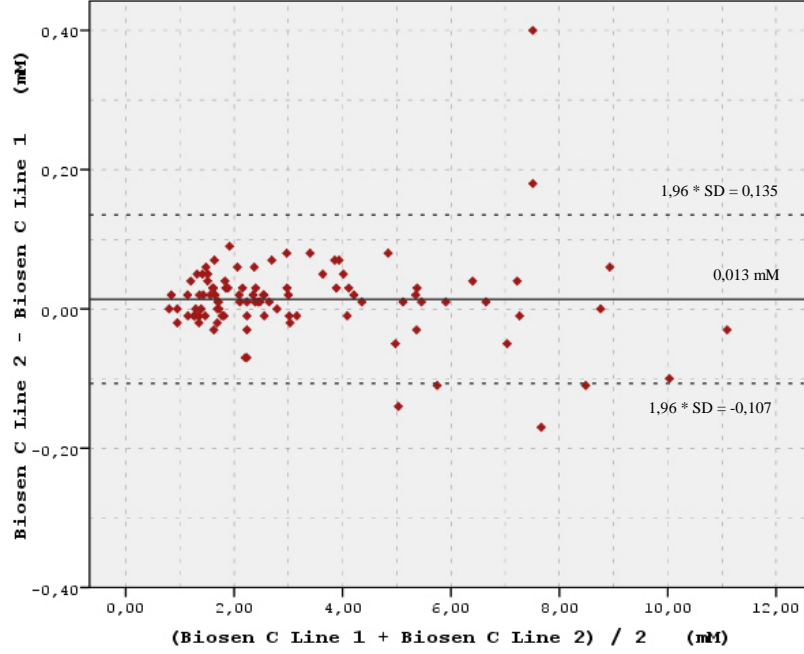
Tablo 9. Bland-Altman yöntemi uygulanan Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümlerine ilişkin sonuçlar.

	Ortalama ± SS	Uyum Sınırları Ortalama ± 1,96*SS	
		Alt Sınır	Üst Sınır
Biosen C Line 2 – Biosen C Line 1 <2,5 mM (n=55)	0,012 ± 0,030	-0,048	0,073
Biosen C Line 2 – Biosen C Line 1 2,5 – 5 mM (n=26)	0,016 ± 0,044	-0,072	0,104
Biosen C Line 2 – Biosen C Line 1 >5 mM (n=18)	0,01 ± 0,118	-0,222	0,242
Biosen C Line 2 – Biosen C Line 1 Tamamı (n=99)	0,013 ± 0,061	-0,107	0,135

4.1.10. Biosen C Line Analizörünün Güvenirliğinin Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi

Grafik 14’de görüldüğü gibi Bland & Altman saçılım grafiğindeki Biosen C Line analizörü ile test – tekrar test şeklinde yapılan laktik asit kan konsantrasyonu ölçüm verilerinin farkları ve ortalamalarına ait noktaların önemli miktarı uyum

sınırları içinde olduğundan, laktik asit kan konsantrasyonlarına ait farklar ve ortalamalar arasında ilişki olmadığı sonucuna varılır. İlişki olmaması Biosen C Line analizörü ile yapılan iki ölçüm arasında sabit hata (varyans) ile ölçüm yapıldığını gösterir. Bu durum <2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM laktik asit kan konsantrasyonları için de geçerlidir.



Grafik 14. Biosen C Line analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde ölçülen kan laktik asit konsantrasyonlarının ortalamaları $(\text{Biosen C Line 1} + \text{Biosen C Line 2}) / 2$ ile analizörlerin ölçüm farkları (Lactate Scout 2 – Lactate Scout 1) arasındaki ilişkileri ve tutarlılık sınırlarını gösteren Bland & Altman saçılım grafiği. Tüm kan örnekleri (n=99).

Biosen C Line analizörü ile test – tekrar test şeklinde değerlendirilen 99 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu 0,8 mM ile 11,11 mM arasında idi. Konsantrasyon değerlerinin farklarına ait ortalama 0,013 standart sapma ise 0,061'dir. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları -0,107 ve 0,135 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, Biosen C Line 1 değerleri, Biosen C Line 2 değerlerinden 0,107 mM küçük, 0,135 mM büyük bulunabilir (Tablo 9).

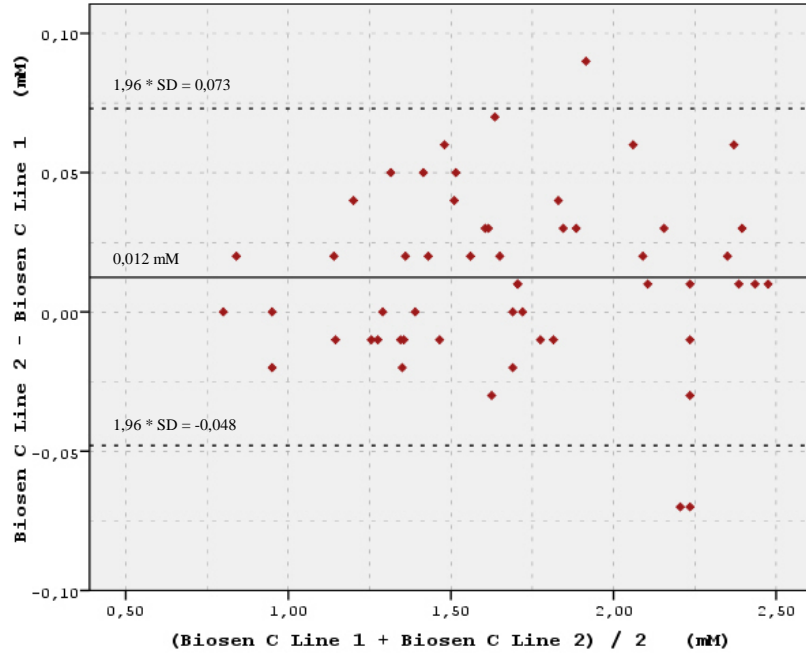
4.1.11. Biosen C Line Analizörünün Farklı Konsantrasyon Aralıklarında Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi

<2,5 mM Laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 53 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,012 standart sapma ise 0,03'tür. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -0,048 mM ve 0,073 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, <2,5 mM olan değerlerde Biosen C Line 1 değerleri, Biosen C Line 2 değerlerinden 0,048 mM küçük, 0,073 mM büyük bulunabilir (Tablo 9).

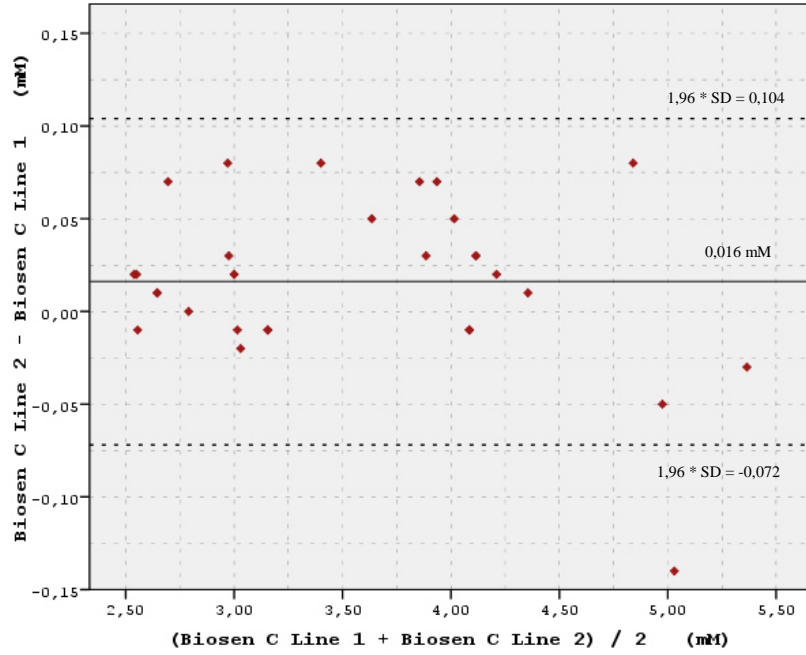
2,5 – 5 mM arasındaki laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 26 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,016 standart sapma ise 0,044'dır. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -0,072 mM ve 0,104 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, 2,5 - 5 mM arasındaki değerlerde Biosen C Line 1 değerleri, Biosen C Line 2 değerlerinden 0,072 mM küçük, 0,104 mM büyük bulunabilir (Tablo 9).

>5 mM Laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 20 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,01 standart sapma ise 0,118'dir. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -0,222 mM ve 0,242 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, >5 mM olan değerlerde Biosen C Line 1 değerleri, Biosen C Line 2 değerlerinden 0,222 mM küçük, 0,242 mM büyük bulunabilir (Tablo 9).

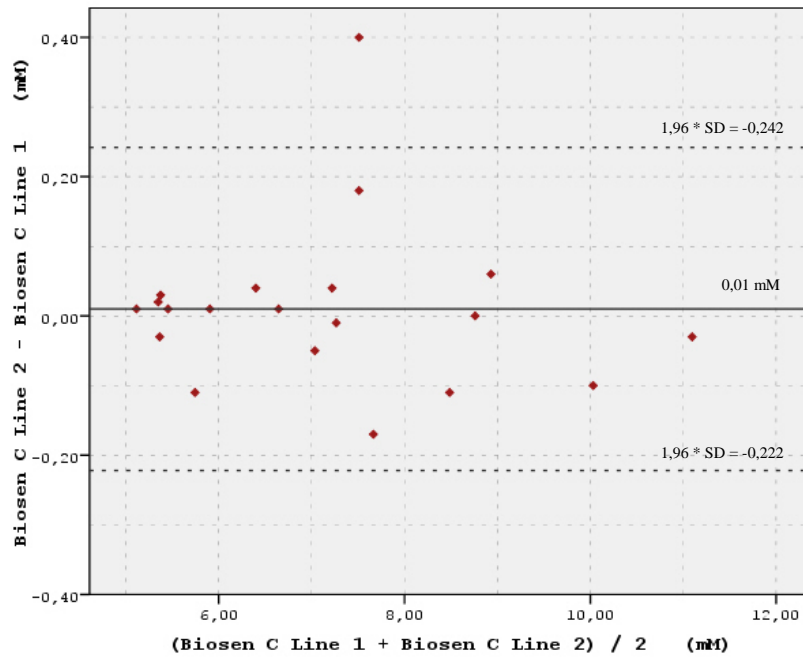
<2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM konsantrasyon seviyelerindeki Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren Bland & Altman saçılım grafikleri Grafik 15, Grafik 16 ve Grafik 17'de gösterilmiştir.



Grafik 15. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, $<2,5$ mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin ($n=53$) Bland & Altman saçılım grafiği.



Grafik 16. Lactate Scout analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, $2,5 - 5$ mM aralığında laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin ($n=26$) Bland & Altman saçılım grafiği.



Grafik 17. Biosen C Line analizörü kullanılarak test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerde, >5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin (n=20) Bland & Altman saçılım grafiği.

4.2. Geçerlilik Analizi

4.2.1. Lactate Scout Analizörünün geçerliğinin Regresyon Yöntemi ile İncelenmesi

Lactate Scout analizörünün geçerlik çalışması için Biosen C Line analizörü referans olarak kullanıldı. Geçerlik çalışması için kullanılan verilerin istatistiksel bulguları ve regresyon sabiti ile regresyon katsayılarının % 95 güven aralıkları Tablo 10’da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, regresyon sabiti 0,587’dir ve bu değere ait güven aralığı sıfır değerini içermemektedir. Regresyon kat sayısı ise 0,789’dur ve bu değere ait güven aralığı bir değerini içermemektedir. Bu durumda, Laktat Scout analizörü ile yapılan ölçümlerde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri ile, Biosen C Line analizörü ile yapılan ölçümlerde elde edilen konsantrasyon değerleri arasında hem sistematik hemde orantısal yanlılık gözlemlendiği sonucuna varılır. Regresyon doğrusuna ait denklem ise “ $y=0,587+0,789x$ ” dir. Bu denklemde “y” Lactate Scout’u “x” ise Biosen C Line’i ifade etmektedir. Grafik 18’de eşitlik

doğrusu ile regresyon doğrusu bir arada gösterilmiştir ve iki doğru birbirinden farklıdır. Bu durum iki analizör arasında mutlak uyumun iyi bir düzeyde olmadığını gösterir, ancak bulunan regresyon denklemi yardımıyla Lactate Scout analizörü ile elde edilen konsantrasyon değerleri kullanılarak referans yöntem olan Biosen C Line değerleri tahmin edilebilir.

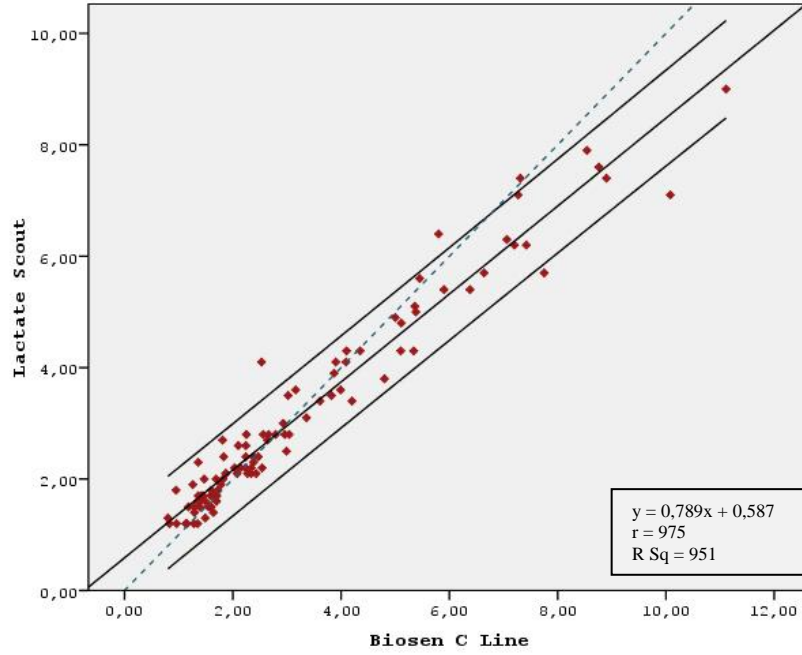
Tablo 10. Değişik konsantrasyon aralıklarında Lactate Scout analizörünün geçerlik çalışması ile ilgili istatistik sonuçları. (Biosen C Line analizörü referans olarak kullanıldı).

		a		b							
		a	%95 GA	b	%95 GA	r	R Sq	SKK Uyum	SKK Tutarlılık	TSH	%TSH
<2,5 mM (n=51)	Lactate Scout	0,68	0,925	0,669	0,81	0,804*	0,647*	0,757*	0,862*	0,219	12,7
	Biosen C Line		0,436		0,527						
2,5-5 mM (n=31)	Lactate Scout	1,283	1,808	0,63	0,773	0,859*	0,738*	0,824*	0,903*	0,372	10,5
	Biosen C Line		0,758		0,488						
>5 mM (n=17)	Lactate Scout	2,35	3,871	0,564	0,763	0,841*	0,707*	0,643*	0,783*	0,871	12,4
	Biosen C Line		0,828		0,364						
Tamamı (n=99)	Lactate Scout	0,587	0,730	0,789	0,825	0,975*	0,951*	0,953*	0,976*	0,452	14,1
	Biosen C Line		0,443		0,753						

a : Regresyon sabiti, **b** : Regresyon kat sayısı, **%95 GA** : %95 Güven aralığı, **r** : Pearson korelasyon kat sayısı, **SKK** : Sınıf-içi korelasyon kat sayısı, **TSH** : Tahmini standart hata, **%TSH** : Varyasyon katsayısı olarak Tahmini standart hata (%), * : p<0,001

4.2.2. Lactate Scout Analizörü için TSH ve SKK'nın İncelenmesi

Lactate Scout analizörü ve Biosen C Line analizörü ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,953 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,976 olarak bulundu. Bu veriler değerlendirildiğinde Lactate Scout analizörü ve Biosen C Line analizörünün ölçümleri arasında mükemmel uyum olduğundan söz edilebilir. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,975 olarak bulundu. Hesaplanan tüm korelasyon sayıları için p değeri 0,001'den küçüktü. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile yapılan ölçümler arasındaki TSH (Tahmini Standart Hata) 0,452 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TSH % 14,14 idi.



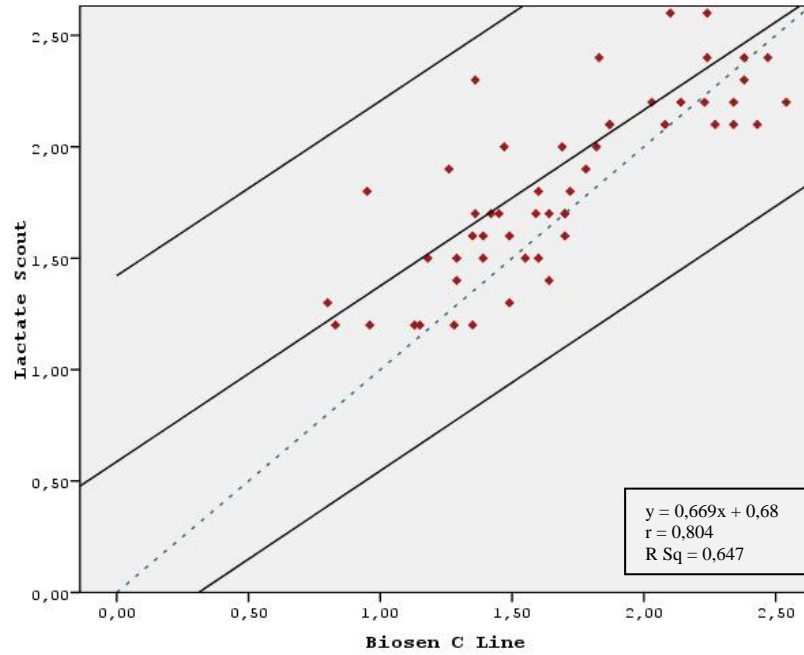
Grafik 18. Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=99). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu ($x=y$).

4.2.3. Lactate Scout Analizörünün Geçerliğinin Farklı Konsantrasyon Aralıklarında İncelenmesi

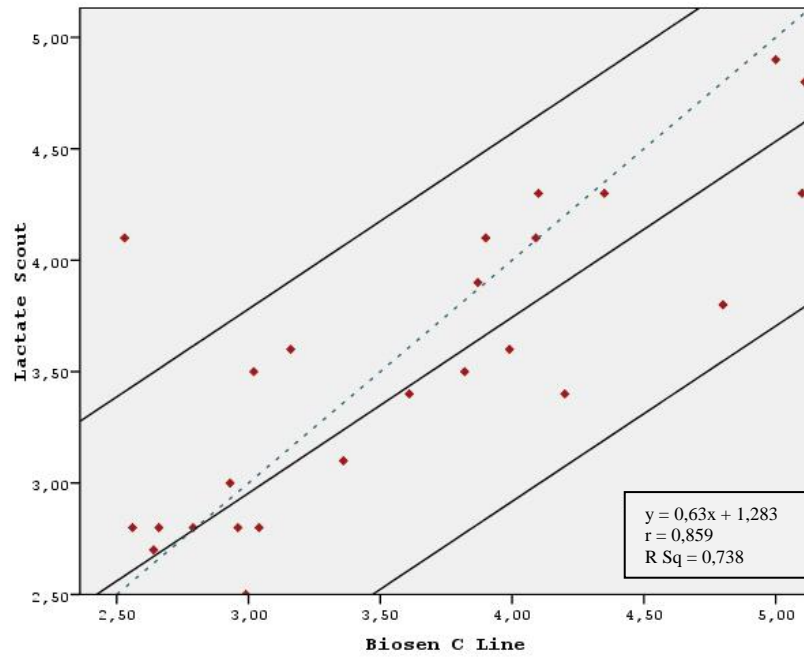
Lactate Scout analizörünün geçerliğine yönelik istatistik analizleri değişik konsantrasyon aralıklarında da değerlendirildi. 2,5 mM'den küçük 51 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti 0,68 regresyon kat sayısı 0,669 regresyon denklemi ise " $y=0,68+0,669x$ " dir. 2,5 mM'den küçük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,757 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,862 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,804 idi. TSH 0,219 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TSH %12,72 idi. Bu veriler değerlendirildiğinde Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ölçümleri arasında orta düzey uyum olduğundan söz edilebilir. 2,5 – 5 mM aralığındaki 31 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti 1,283 regresyon kat sayısı 0,63 regresyon denklemi ise " $y=1,283+0,63x$ " dir. 2,5 - 5 mM aralığındaki laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,824 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,903 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,859 idi. TSH 0,372 mM olarak saptandı. Varyasyon

katsayısı olarak TSH %10,56 idi. Bu veriler değerlendirildiğinde Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ölçümleri arasında yüksek uyum olduğundan söz edilebilir. 5 mM'den büyük 17 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu sonuçlarına göre, regresyon sabiti 2,35 regresyon kat sayısı 0,564 regresyon denklemi ise “ $y=0,564x+2,35$ ” dir. 5 mM'den büyük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,643 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0.783 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,841 idi. TSH 0,871 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TSH %12,42 idi (Tablo 10). Bu veriler değerlendirildiğinde Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ölçümleri arasında orta düzey uyum olduğundan söz edilebilir.

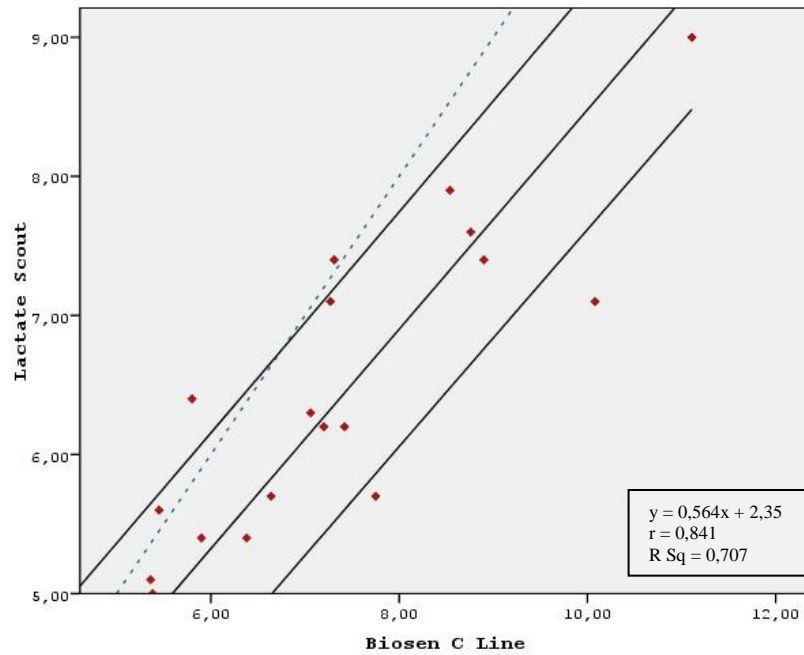
<2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM konsantrasyon seviyelerinde ki Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile yapılan ölçümler arasındaki ilişkiyi gösteren saçılım grafikleri ve regresyon doğrusu Grafik 19, Grafik 20 ve Grafik 21’de gösterilmiştir.



Grafik 19. <2,5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=51). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).



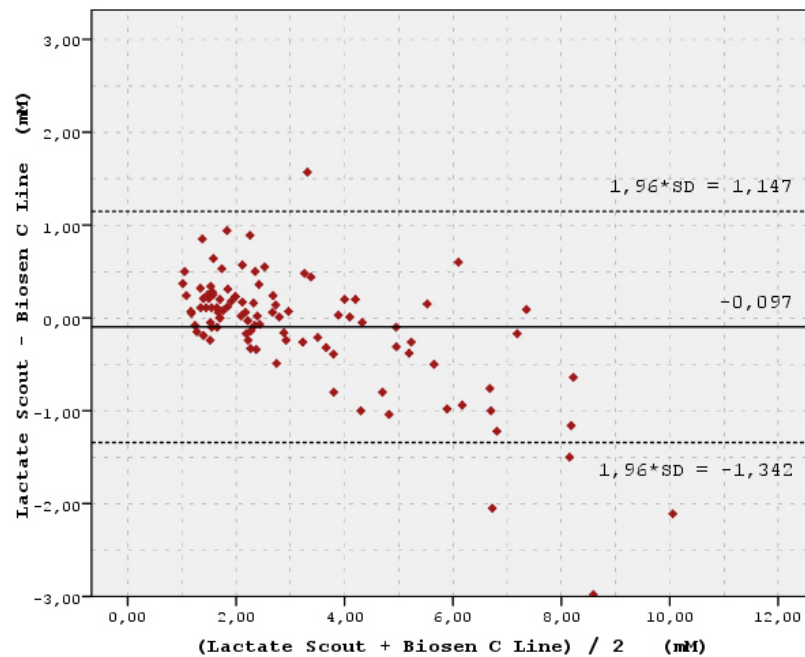
Grafik 20. 2,5 - 5 mM Konsantrasyon aralığında Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=31). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).



Grafik 21. >5 mM Konsantrasyon seviyelerinde Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişki grafiği (n=17). Ortadaki çizgi: Regresyon doğrusu, alt ve üst çizgiler: Regresyon doğrusunun % 95 güven aralığı, kesikli çizgi: Eşitlik doğrusu (x=y).

4.2.4. Lactate Scout Analizörünün Geçerliğinin Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi

Grafik 22’de görüldüğü gibi Bland & Altman saçılım grafiğindeki Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile yapılan laktik asit kan konsantrasyonlarının farkları ve ortalamalarına ait noktaların önemli miktarı uyum sınırları içinde olduğundan, laktik asit kan konsantrasyonlarına ait farklar ve ortalamalar arasında ilişki olmadığı sonucuna varılır. İlişki olmaması Lactate Scout analizörünün sabit hata (varyans) ile ölçüm yaptığını gösterir. Bu durum <2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM laktik asit kan konsantrasyonları için de geçerlidir.



Grafik 22. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri kullanılarak ölçülen kan laktik asit konsantrasyonlarının ortalamaları $(\text{Lactate Scout} + \text{Biosen C Line}) / 2$ ile analizörlerin ölçüm farkları $(\text{Lactate Scout} - \text{Biosen C Line})$ arasındaki ilişkileri ve tutarlılık sınırlarını gösteren Bland & Altman saçılım grafiği. Tüm kan örnekleri (n=99).

Lactate Scout ve Biosen C Line laktat analizörleri ile değerlendirilen 99 numunenin laktik asit kan konsantrasyonu 0,8 mM ile 11,11 mM arasında idi. Konsantrasyon değerlerinin farklarına ait ortalama $-0,0974$ standart sapma ise $0,635$ ’dir. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, $-1,342$ ve $1,147$ olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, Lactate Scout analizörü ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri, Biosen C Line ile

ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinden 1,342 mM küçük, 1,147 mM büyük bulunabilir (Tablo 11).

Tablo 11. Bland-Altman yöntemi uygulanan Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümlerine ilişkin sonuçlar.

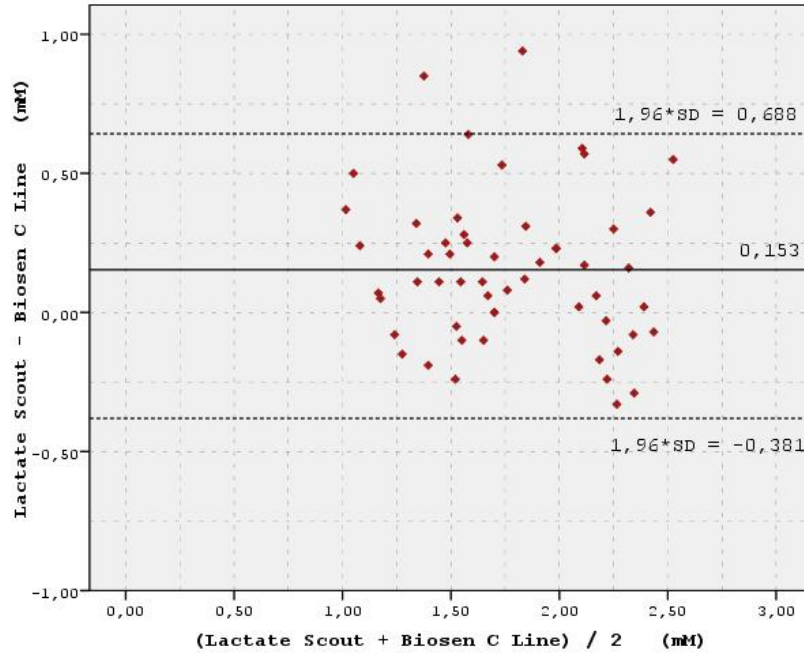
	Ortalama \pm SS	Uyum Sınırları Ortalama \pm 1,96*SS	
		Alt Sınır	Üst Sınır
Lactate Scout – Biosen C Line <2,5 mM (n=55)	0,1535 \pm 0,272	0,381	0,688
Lactate Scout – Biosen C Line 2,5 – 5 mM (n=26)	-0,1046 \pm 0,526	-1,136	0,927
Lactate Scout – Biosen C Line >5 mM (n=18)	-0,8783 \pm 0,889	-2,621	0,864
Lactate Scout – Biosen C Line Tamamı (n=99)	-0,0974 \pm 0,635	-1,342	1,147

4.2.5. Lactate Scout Analizörünün Geçerliğinin Farklı Konsantrasyon Aralıklarında Bland & Altman Yöntemi ile İncelenmesi

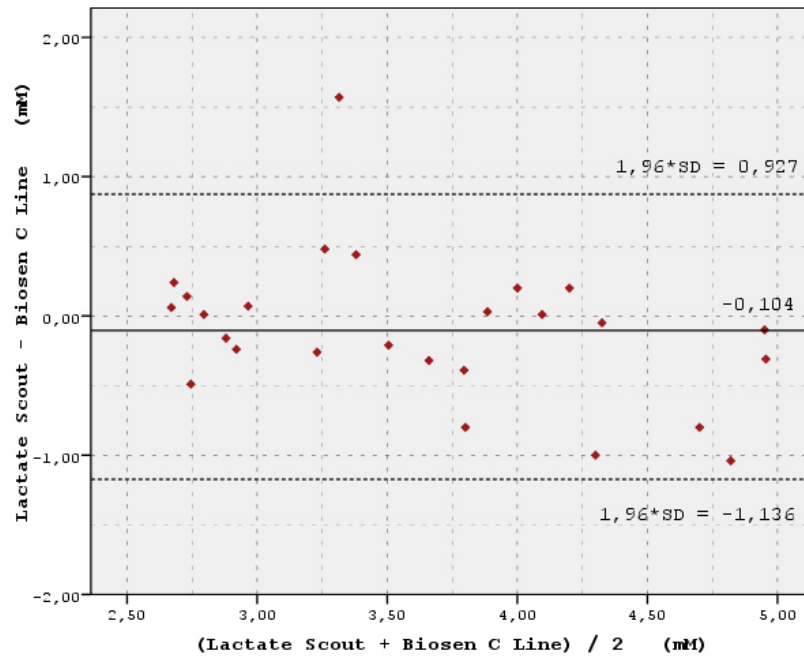
<2,5 mM Laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 55 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,1535. Standart sapma ise 0,272'dir. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -0,381 mM ve 0,688 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, <2,5 mM olan değerlerde Lactate Scout analizörü ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri, Biosen C Line ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinden 0,381 mM küçük, 0,688 mM büyük bulunabilir (Tablo 11).

2,5 – 5 mM arasındaki laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 26 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama -0,1046. Standart sapma ise 0,526'dır. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -1,136 mM ve 0,927 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, 2,5 - 5 mM arasındaki değerlerde Lactate Scout analizörü ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri, Biosen C Line ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinden 1,136 mM küçük, 0,927 mM büyük bulunabilir (Tablo 11).

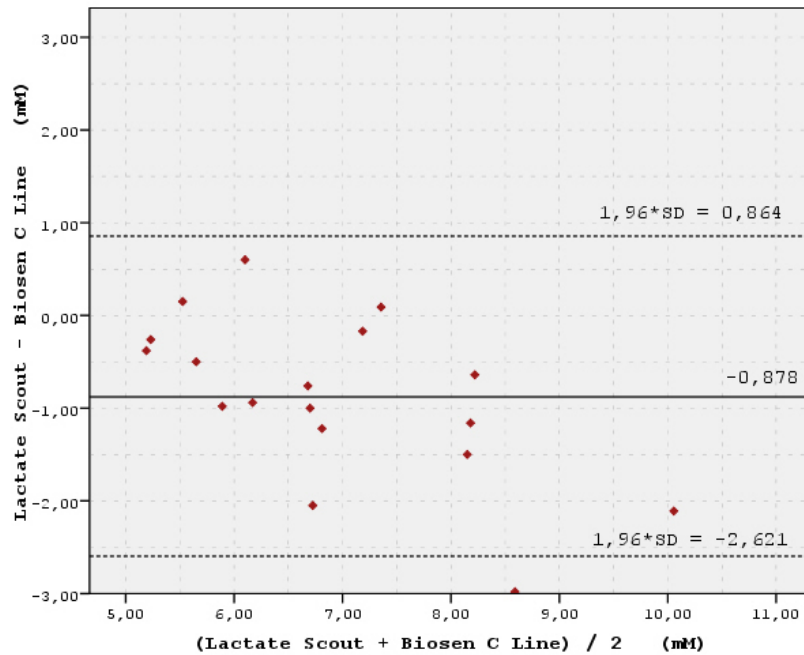
>5 mM Laktik asit kan konsantrasyonlarında yapılan değerlendirmede, 18 numunenin laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama -0,8783. Standart sapma ise 0,889'dur. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, -2,621 mM ve 0,864 mM olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, >5 mM olan değerlerde Lactate Scout analizörü ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri, Biosen C Line ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinden 2,621 mM küçük, 0,864 mM büyük bulunabilir (Tablo 11). <2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve >5 mM konsantrasyon seviyelerindeki Lactate Scout ve Biosen C Line ölçümleri arasındaki ilişkiyi gösteren Bland & Altman saçılım grafikleri Grafik 23, Grafik 24 ve Grafik 25'te gösterilmiştir.



Grafik 23. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, <2,5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin (n=55) Bland & Altman saçılım grafiği.



Grafik 24. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, 2,5–5 mM arasında laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin (n=26) Bland & Altman saçılım grafiği.



Grafik 25. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri kullanılarak yapılan ölçümlerde, >5 mM laktik asit konsantrasyonu içeren kan örneklerinin (n=18) Bland & Altman saçılım grafiği.

5. TARTIŞMA

Takım ya da bireysel sporlarda en uygun antrenman yoğunluğunun belirlenmesinde, antrenman yoğunluğunun takibinde, dayanıklılık egzersizlerine verilen metabolik cevapların değerlendirilmesinde, ayrıca farklı hastalık gruplarında uygun egzersiz yoğunluğunun reçetelendirilmesinde laktik asit kan konsantrasyonları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ölçümler dayanıklılık kapasitesini hassas bir şekilde sunmakla birlikte ölçümlerin yapıldığı test ortamları dikkatlice ayarlanmalıdır. Test ortamındaki çeşitli faktörlerin etkisi laktik asit kan konsantrasyonunu etkilemektedir. Buna bağlı olarak laktat eşiğinde ve tanımlanması planlanan antrenman yoğunluğunda sapmalara sebep olmaktadır (51). Günümüzde hem laboratuvar hem de saha koşullarında çalışmaya uygun farklı analiz cihazları geliştirilmiş olmakla birlikte; bu çalışmada laboratuvar analizörü olan Biosen C Line ile bir el analizörü olan Lactate Scout'un geniş bir laktik asit konsantrasyonu aralığında aynı kan örneklerinden test – tekrar test şeklinde yapılan tekrarlı ölçümlerle güvenilirliği belirlenmiştir. Ayrıca Lactate Scout analizörü Biosen C Line analizörü (referans yöntem) ile karşılaştırılarak geçerliği değerlendirilmiştir.

Lactate Scout analizörü ile laktik asit konsantrasyonları 1,2 mM ile 10,1 mM aralığında değişen kan örneklerinden test – tekrar test şeklinde ölçülen laktik asit konsantrasyon değerlerinin regresyon analizi sonuçlarına göre regresyon sabiti 0,04'tür ve bu değere ait güven aralığı sıfır değerini içermektedir. Regresyon kat sayısı ise 1,008'dir ve bu değere ait güven aralığı bir değerini içermektedir. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,989 olarak bulunmuştur. Bu durumda, Laktat Scout analizörü ile yapılan tekrarlı ölçümlerde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri arasında sistematik ve orantısal yanlılık gözlenmediği sonucuna varılır. Lactate Scout analizörü için SKK (mutlak uyum) değeri 0,989 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0.994 olarak bulundu. Bununla birlikte Lactate Scout 1 ve Lactate Scout 2 ölçümleri arasındaki TH 0,200 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %6,32 idi (Tablo 6). Bu veriler değerlendirildiğinde tekrarlı Lactate Scout ölçümleri arasında mükemmel uyum olduğundan söz edilebilir.

Biosen C Line analizörü ile laktik asit konsantrasyonları 0,8 mM ile 11,11 mM aralığında değişen kan örneklerinden test – tekrar test şeklinde ölçülen laktik asit konsantrasyon değerlerinin regresyon analizi sonuçlarına göre regresyon sabiti 0,019'dur ve bu değere ait güven aralığı sıfır değerini içermektedir. Regresyon kat sayısı ise 0,998'dir ve bu değere ait güven aralığı bir değerini içermektedir. Bu durumda, Laktat Scout analizörü ile yapılan tekrarlı ölçümlerde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri arasında sistematik ve orantısız yanlılık gözlenmediği sonucuna varılır. Biosen C Line analizörü için SKK (mutlak uyum) değeri 1,000 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 1,000 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı da 1,000 olarak bulundu. Hesaplanan tüm korelasyon sayıları için p değeri 0,001'den küçüktü. Bununla birlikte Biosen C Line 1 ve Biosen C Line 2 ölçümleri arasındaki TH 0,044 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %1,37 idi. (Tablo 6). Bu veriler değerlendirildiğinde tekrarlı Biosen C Line ölçümleri arasında mükemmel uyum olduğundan söz edilebilir.

Lactate Scout ve Biosen C Line analizörlerinin güvenilirliği için değerlendirilen SKK (mutlak uyum), SKK (tutarlılık) ve Pearson korelasyon katsayılarının benzer sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Her iki analizöründe test - tekrar test şeklinde yapılan güvenilirlik çalışması sonuçları mükemmel uyumu göstermekle birlikte, Biosen C Line analizörünün Lactate Scout analizörüne göre daha uyumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen güvenilirlik katsayıları değişik marka taşınabilir analizörler için elde edilen güvenilirlik katsayılarına benzerdir. Tanner ve arkadaşlarının 2010 yılında yapmış oldukları çalışmada farklı üç el analizörü için verilen SKK değerleri 0,910 - 0,984 ve 0,988'dir. Aynı çalışmada el analizörleri için verilen Varyasyon katsayısı olarak TH değerleri %10,2 - %5,7 ve % 8,5'dir. Bu çalışmada değerlendirilen üç farklı el analizöründen bir tanesi Lactate Scout analizörüdür ve Lactate Scout analizörüne ait veriler ilk sırada verilmiştir (52). Hazır ve arkadaşlarının 2010'da yapmış oldukları çalışmada Lactate Scout (+) analizörü için verdikleri SKK değeri 0,998 Pearson korelasyon kat sayısı ise 0,994'tür. Varyasyon katsayısı olarak TH değeri % 4,9'dur (53).

Lactate Scout analizörünün güvenilirliğine yönelik istatistik analizleri değişik konsantrasyon aralıklarında da değerlendirildi. 2,5 mM'den küçük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,866 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,928 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,868 idi. TH 0,140 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %8,51 idi. 2,5 - 5 mM aralığındaki laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,936 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,967 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,939 idi. TH 0,199 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %5,67 idi. 5 mM'den büyük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,928 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,963 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,943 idi. TH 0,319 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %4,85 idi (Tablo 6).

Lactate Scout analizörünün TH, SKK (mutlak uyum), SKK (tutarlılık) ve Pearson korelasyon katsayısı analizlerinin farklı konsantrasyon aralıklarında ki sonuçları değerlendirildiğinde en uyumlu sonuçların >5 mM seviyeleri ile hemen hemen yakın sonuçların elde edildiği 2,5 – 5 mM aralığında olduğu görüldü.

Biosen C Line analizörünün güvenilirliğine yönelik istatistik analizleri de değişik konsantrasyon aralıklarında değerlendirildi. 2,5 mM'den küçük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,997 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,999 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,998 idi. TH 0,023 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %1,40 idi. 2,5 - 5 mM aralığındaki laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,999 SKK (tutarlılık) değeri 0,999 bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,999 idi. TH 0,036 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %1,02 idi. 5 mM'den büyük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,997 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,998 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,997 idi. TH 0,081 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TH %1,09 idi (Tablo 6).

Biosen C Line analizörünün tüm konsantrasyon aralıklarında ki uyum değerleri birbirine bezerdi ve Lactate Scout analizörü ile karşılaştırıldığında güvenilirlik sonuçları çok daha iyiydi. Dascombe ve arkadaşlarının 2007'de yapmış

olduğu çalışmada ise bir başka el analizörünün varyasyon katsayısı olarak TH değerleri istirahatte %7,27 orta yoğunlukta ki egzersizde (200 W) %9,58 ve maksimal egzersizde %3,12 idi. SKK değerleri ise istirahatte 0,97 orta yoğunlukta ki egzersizde (200 W) 0,96 ve maksimal egzersizde 0,94 idi (54). Bireylerin belli bir yoğunlukta yaptıkları egzersizde laktik asit kan konsantrasyonunun hangi seviyede olacağı; bireyin aerobik kapasitesi, yaşı, kas lifi tipi, substrat miktarı, kafein kullanımı, bireyin antrenman durumu gibi bir çok değişkenin etkisi altındadır (55, 56). Bu nedenle bireylerin değil, laktat analizörlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada bireylere sabit bir yoğunlukta egzersiz yaptırmak yerine, laktat analizörlerinin ölçüm yaptığı sabit aralıkları değerlendirmek daha doğru olacaktır. Tanner ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada Lactate Scout analizörünün güvenilirlik değerlendirmesi <4 mM , 4 – 8 mM ve >8 mM konsantrasyon aralıklarında yapılmış. TH ve varyasyon katsayısı olarak TH değerleri 0,5 mM - %19, 0,3 mM - %3,8 ve 1,1 mM - %9,8 idi ve en uyumlu sonuçlar 4 - 8 mM konsantrasyon aralığı içindeydi (52). Sonuçlar bu çalışmadaki değerlerle uyumlu olmakla birlikte bu çalışmada konsantrasyon aralıkları <2,5 mM, 2,5 – 5 mM aralığı ve > 5 mM olarak belirlendi. Konsantrasyon aralıklarının bu şekilde belirlenmesinin nedeni bireysel anaerobik eşik değerinin literatürde 3-5 mM arasında hesaplanması ve ortalama 4 mM olarak kabul edilmesidir. Bireysel anaerobik eşik değeri 4 mM kan laktat konsantrasyonunun altında veya üstünde olabilir (51). Bu yüzden laktat analizörünün 2,5 – 5 mM konsantrasyon aralığındaki güvenilirlik değerlerini değerlendirmek istedik. Literatürde benzer nedenle aynı konsantrasyon aralıklarını kullanan çalışmada bulunmaktadır (53).

Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile test - tekrar test şeklinde yapılan ölçümlerin uyumunu görmek için Bland & Altman yöntemi uygulandı. Lactate Scout analizörü ile test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlere ait laktik asit konsantrasyon değerlerinin farklarına ait ortalama 0,028 standart sapma ise 0,283'tür. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları -0,526 ve 0,583 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, Lactate Scout 1 değerleri, Lactate Scout 2 değerlerinden 0,526 mM küçük, 0,583 mM büyük bulunabilir (Tablo 8). Biosen C Line analizörü ile test – tekrar test şeklinde yapılan ölçümlere ait laktik asit konsantrasyon değerlerinin farklarına ait ortalama 0,013

standart sapma ise 0,061'dir. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları -0,107 ve 0,135 olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, Biosen C Line 1 değerleri, Biosen C Line 2 değerlerinden 0,107 mM küçük, 0,135 mM büyük bulunabilir (Tablo 9).

Bland & Altman yöntemi farklı konsantrasyon aralıklarında da uygulandı. Lactate Scout analizörü ile yapılan ölçümlerde <2,5 mM için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,035 mM uyum sınırları -0,35 mM ve 0,421 mM olarak bulunmuştur. 2,5 – 5 mM aralığı için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,009 mM uyum sınırları -0,552 mM ve 0,571 mM olarak bulunmuştur. >5 mM için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,041 mM uyum sınırları, -0,867 mM ve 0,95 mM olarak bulunmuştur (Tablo 8). Biosen C Line analizörü ile yapılan ölçümlerde <2,5 mM için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,012 uyum sınırları -0,048 mM ve 0,073 mM olarak bulunmuştur. 2,5 – 5 mM aralığı için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,016 uyum sınırları -0,072 mM ve 0,104 mM olarak bulunmuştur. >5 mM için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,01 uyum sınırları -0,222 mM ve 0,242 mM olarak bulunmuştur (Tablo 9).

Bland & Altman yöntemi ile elde edilen uyum sınırları değerlendirildiğinde her iki analizörün de uyumlu sonuçlar verdiği görüldü. İki analizörün sonuçları bir biri ile karşılaştırıldığında; Biosen C Line analizörünün uyum sınırlarının alt ve üst limitleri arasındaki farkın, Lactate Scout analizörünün uyum sınırlarının alt ve üst limitleri arasındaki farktan çok daha dar sınırlarda olduğundan, Biosen C Line analizörünün daha uyumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. Biosen C Line analizörünün özellikle <2,5 mM ve 2,5 – 5 mM konsantrasyon aralığındaki uyum sınırlarının alt ve üst limitleri arasındaki farkın dar oluşu dikkat çekmiştir. Lactate Scout analizörü için uyum sınırlarının en geniş olduğu aralık ise laktik asit kan konsantrasyonunun >5 mM olduğu değerlerdir.

Pyne ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada bir başka el analizörünün tekrarlı ölçüm sonuçları Bland & Altman yöntemi ile incelenmiştir. Bu analizöre ait ölçüm farklarına ait ortalama değeri 0,08 mM uyum sınırlarının alt limiti -0,52 üst limiti 0,68'dir (57). Bishop ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada bir başka el

analizörü ile bir başka laboratuvar analizörünün tekrarlı ölçüm sonuçları Bland & Altman yöntemi ile incelenmiştir. El analizörünün uyum sınırlarının alt limiti -0,9 üst limiti -0,7 iken laboratuvar temelli analizörün uyum sınırlarının alt limiti -0,2 üst limiti 0,3'dür (58). Bu değerler Lactate Scout analizörü için elde edilen uyum sınırları ile uyumlu olmakla birlikte Biosen C Line analizörünün uyum sınırlarına ait alt limit ve üst limit arasındaki fark çok daha dar aralıktadır (Tablo 9).

Tekrarlanabilirlik, aynı denek üzerinde tekrar edilen ölçümler arasındaki değişimin bir ölçüsüdür. Bu ölçüt bir yöntemin kullanılabilir olup olmadığına karar vermede önemli bir role sahip olduğu gibi iki yöntemi karşılaştırırken de kullanılır (59). Tekrarlanabilirlik ölçüm yapılan analizörlerin uyumunu önemli ölçüde etkilemektedir. Eğer yöntemlerden biri zayıf tekrarlanabilirliğe sahipse iki yöntem arasındaki uyumun zayıf olması kaçınılmazdır. Eğer referans yöntemin tekrarlanabilirliği düşükse değerlendirdiğimiz analizör çok iyi bir analizör olsa da uyum yüksek çıkmayacaktır. Eğer iki analizörün de tekrarlanabilirliği düşükse problem daha da büyüyecektir. Yapmış olduğumuz güvenilirlik çalışmalarında referans yöntem olarak kullanacağımız Biosen C Line analizörünün uyum sınırlarının dar bir aralıkta olduğunu gördük ve referans yöntem olarak kullanılmasının uygun olacağına karar verdik. Lactate Scout analizörünün geçerliğini göstermek için SKK, Pearson korelasyon katsayısı, regresyon analizi, ve Bland & Altman yöntemleri kullanılmıştır.

Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile yapılan ölçümlerde laktik asit konsantrasyonları 0,8 mM ile 11,11 mM aralığındaydı. Laktik asit kan konsantrasyon değerlerinin regresyon analizi sonuçlarına göre regresyon sabiti 0,587'dir ve bu değere ait güven aralığı sıfır değerini içermemektedir. Regresyon kat sayısı ise 0,789'dur ve bu değere ait güven aralığı bir değerini içermemektedir. Bu durumda, Laktat Scout analizörü ile yapılan ölçümlerde elde edilen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri ile, Biosen C Line analizörü ile yapılan ölçümlerde elde edilen konsantrasyon değerleri arasında hem sistematik hemde orantısız yanlılık gözlemlendiği sonucuna varılır. Regresyon doğrusuna ait denklem ise " $y=0,587+0,789x$ " dir. Bu denklemde "y" Lactate Scout'u "x" ise Biosen C Line'i ifade etmektedir. Bu durum iki analizör arasında mutlak uyumun iyi bir düzeyde olmadığını gösterir,

ancak bulunan regresyon denklemi yardımıyla, Lactate Scout analizörü ile elde edilen konsantrasyon değerleri kullanılarak, referans yöntem olan Biosen C Line değerleri tahmin edilebilir.

Her iki cihaz birbiri ile karşılaştırıldığında Lactate Scout analizörü ve Biosen C Line analizörü ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,953 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0.976 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,975 olarak bulundu. Hesaplanan tüm korelasyon sayıları için p değeri 0,001'den küçüktü. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile yapılan ölçümler arasındaki TSH 0,452 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TSH %14,14 idi (Tablo 10). Bu veriler değerlendirildiğinde Lactate Scout analizörü ve Biosen C Line analizörünün ölçümleri arasında mükemmel uyum olduğundan söz edilebilir.

Lactate Scout analizörü ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri ile referans analizör ile ölçülen değerler arasındaki yüksek korelasyon Lactate Scout analizörünün yüksek bir geçerliğe sahip olduğunu gösterir. Bu çalışmada elde ettiğimiz korelasyon katsayısı ve TSH değerleri başka el analizörleri için yapılan çalışmalarda ki değerler ile benzerdir. Mc Noughton ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada 4 farklı el analizörünü laboratuvar kökenli bir analizör ile karşılaştırarak yaptıkları geçerlik çalışmasında geniş bir konsantrasyon aralığındaki korelasyon katsayıları 0,948 – 0,955 – 0,917 ve 0,807 idi (60). Baldari ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada 2 farklı el analizörünü laboratuvar kökenli bir analizör ile karşılaştırarak yaptıkları geçerlik çalışmasında geniş bir konsantrasyon aralığındaki korelasyon katsayıları 0,990 ve 0,975 idi. TSH 0,33 mM ve 0,55 mM idi. (61). Pyne ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada bir başka el analizörünü iki farklı laboratuvar kökenli analizör ile karşılaştırarak yaptıkları geçerlik çalışmasında geniş bir konsantrasyon aralığındaki korelasyon katsayıları 0,975 ve 0,991 idi (62).

Lactate Scout analizörünün geçerliğine yönelik istatistik analizleri değişik konsantrasyon aralıklarında da değerlendirildi. 2,5 mM'den küçük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,757 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,862 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,804 idi. TSH 0,219 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TSH %12,72 idi. Bu

veriler değerlendirildiğinde Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ölçümleri arasında orta düzey uyum olduğundan söz edilebilir. 2,5 - 5 mM aralığındaki laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,824 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,903 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,859 idi. TSH 0,372 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TSH %10,56 idi. Bu veriler değerlendirildiğinde Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ölçümleri arasında yüksek uyum olduğundan söz edilebilir. 5 mM'den büyük laktik asit kan konsantrasyonu değerlerine ilişkin SKK (mutlak uyum) değeri 0,643 olarak, SKK (tutarlılık) değeri 0,783 olarak bulundu. Pearson korelasyon katsayısı ise 0,841 idi. TSH 0,871 mM olarak saptandı. Varyasyon katsayısı olarak TSH %12,42 idi (Tablo 10). Bu veriler değerlendirildiğinde Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ölçümleri arasında orta düzey uyum olduğundan söz edilebilir.

Lactate Scout analizörünün geçerliğini değerlendirmek için yaptığımız TSH, SKK (mutlak uyum), SKK (tutarlılık) ve Pearson korelasyon katsayısı analizlerinin farklı konsantrasyon aralıklarında ki sonuçları değerlendirildiğinde tüm konsantrasyon aralıklarında uyumlu olmakla birlikte en uyumlu sonuçların 2,5 – 5 mM aralığında olduğu görüldü. Tanner ve arkadaşlarının üç farklı el analizörünü karşılaştırdıkları çalışmada yalnızca 8 mM'den büyük konsantrasyon değerlerini referans yöntem olarak kullandıkları laboratuvar analizörü ile karşılaştırmışlar. Üç farklı analizör için sırası ile SKK, varyasyon katsayısı olarak TSH ve TSH değerleri 0,837 - %11,9 – 1,4 mM, 0,913 - %8,9 - 1,1 mM ve 0,936 - %7,4 – 0,9 mM idi. Bu çalışmada değerlendirilen üç farklı el analizöründen bir tanesi Lactate Scout analizörüdür ve Lactate Scout analizörüne ait veriler ilk sırada verilmiştir (52). Bu değerler, bu çalışmada sunulan >5 mM laktik asit kan konsantrasyonu değerleri ile benzerdir. Hazır ve arkadaşlarının Lactate Scout (+) analizörünü, laboratuvar kökenli bir analizör ile karşılaştırarak yaptıkları geçerlik çalışmasında farklı konsantrasyon seviyelerindeki korelasyon katsayıları <2,5 mM değerleri için 0,907, 2,5 – 5 mM aralığı için 0,925 ve >5 mM değerler için 0,994 mM idi (53).

Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ile yapılan ölçümlerin karşılaştırması ve ölçümlerin uyumunu görmek için Bland & Altman yöntemi uygulandı. Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ile yapılan ölçümlere ait

laktik asit konsantrasyon değerlerinin farklarına ait ortalama $-0,0974$ standart sapma ise $0,635$ 'dir. Farkların ortalaması ve standart sapması kullanılarak elde edilen uyum sınırları, $-1,342$ ve $1,147$ olarak bulunmuştur. Bu sonuca göre, Lactate Scout analizörü ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerleri, Biosen C Line ile ölçülen laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinden $1,342$ mM küçük, $1,147$ mM büyük bulunabilir (Tablo 11).

Bland & Altman yönteminde uyum ile kastedilen iki yöntemden elde edilen ölçüm değerlerinin eşit olmasıdır. Aynı parametreyi ölçmek için kullanılan iki farklı yöntemin tüm denekler için tamamen aynı sonuçları vermesi pek olanaklı değildir. Fakat yeni yöntemin referans yöntemden ne kadar farklı sonuçlar verdiğini bulmak mümkündür. Bu sınırların kabul edilebilir düzeyde olup olmadığının istatistiksel bir cevabı yoktur. Kabul edilebilir uyum sınırlarına, veriler toplanmaya başlanmadan önce çalışma planlandığı zaman karar verilmelidir. İstatistiksel olarak bulunan limitin mutlak değeri, kabul edilebilir fark değerinden daha az ise, iki metodun uyumunun iyi olduğu söylenebilir, yani iki metod için bulunan "uyum sınırları" klinik olarak anlamlı ise, iki metodun değişimli olarak kullanılabileceği sonucuna varılır (59).

Buckley ve arkadaşlarının iki farklı el analizörünü laboratuvar kökenli bir analizör ile karşılaştırdıkları çalışmada Bland & Altman yöntemini kullanmıştır. Geniş bir konsantrasyon aralığındaki karşılaştırmada uyum sınırları $-0,86$ mM & $3,06$ mM aralığı ile $-1,53$ mM & $4,73$ mM aralığında saptanmıştır (62). Brinkert ve arkadaşlarının bir el analizörünü laboratuvar kökenli analizör ile karşılaştırdıkları çalışmada geniş bir konsantrasyon aralığındaki Bland & Altman yöntemine ait uyum sınırları $-1,33$ mM & $0,69$ mM aralığında bulunmuştur (63). Dascombe ve arkadaşlarının bir el analizörünü laboratuvar kökenli analizör ile karşılaştırdıkları çalışmada geniş bir konsantrasyon aralığındaki Bland & Altman yöntemine ait uyum sınırları $-2,52$ mM & $1,89$ mM aralığı idi (54). Bishop ve arkadaşlarının bir el analizörünü laboratuvar kökenli analizör ile karşılaştırdıkları çalışmada geniş bir konsantrasyon aralığındaki Bland & Altman yöntemine ait uyum sınırları $-2,2$ mM & $1,9$ mM aralığı idi (58). Baldari ve arkadaşlarının iki farklı el analizörünü laboratuvar kökenli bir analizör ile karşılaştırdıkları çalışmada geniş bir konsantrasyon

aralığındaki Bland & Altman yöntemine ait uyum sınırları -0,7 mM & 1 mM aralığı ile -1,3 mM & 1,5 mM aralığı idi (61). Pyne ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada bir başka el analizörünü iki farklı laboratuvar kökenli analizör ile karşılaştırarak yaptıkları geçerlik çalışmasında geniş bir konsantrasyon aralığındaki Bland & Altman uyum sınırları -1,83 mM & 2,09 mM ve -0,98 mM & 2,02 mM idi (57). Lactate Scout analizörünün geçerliği için yapmış olduğumuz bu çalışmada elde ettiğimiz uyum sınırları ile literatürde yer alan benzer çalışmalar Tablo 12’de özetlenmiştir.

Bland & Altman yöntemi farklı konsantrasyon aralıklarında da uygulandı. Lactate Scout analizörü ve referans yöntem ile yapılan ölçümlerde <2,5 mM için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama 0,1535 uyum sınırları -0,381 mM ve 0,688 mM olarak bulunmuştur. 2,5 – 5 mM aralığı için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama -0,1046 uyum sınırları -1,136 mM ve 0,927 mM olarak bulunmuştur. >5 mM için laktik asit kan konsantrasyon farklarına ait ortalama -0,8783 uyum sınırları -2,621 mM ve 0,864 mM olarak bulunmuştur. (Tablo 11).

Bland & Altman yöntemi ile hesaplanan farklı konsantrasyon aralıklarındaki uyum sınırları literatürdeki uyum sınırları ile benzer bulunmuştur. Tanner ve arkadaşlarının üç farklı el analizörünü karşılaştırdıkları çalışmada yalnızca 8 mM’den büyük konsantrasyon değerlerini referans yöntem olarak kullandıkları laboratuvar analizörü ile karşılaştırmışlar ve Bland & Altman yöntemi ile incelemişler. >8 mM konsantrasyon aralığı için üç farklı analizörün uyum sınırları -3,5 mM & 2,4 mM, -3,3 mM & 1,8 mM ve -2,3 mM & 1,5 mM olarak tespit etmişlerdi. Bu çalışmada değerlendirilen üç farklı el analizöründen bir tanesi Lactate Scout analizörüdür ve Lactate Scout analizörüne ait veriler ilk sırada verilmiştir (52). Hazır ve arkadaşlarının Lactate Scout (+) analizörünü laboratuvar kökenli bir analizör ile karşılaştırarak yaptıkları geçerlik çalışmasında farklı konsantrasyon seviyelerindeki Bland & Altman uyum sınırları <2,5 mM değerleri için -0,19 mM & 0,59 mM, 2,5 – 5 mM aralığı için -0,46 mM & 0,69 mM, >5 mM değerler için -0,76 mM & 1,24 mM ve tüm konsantrasyon aralıkları için -0,49 mM & 0,87 mM idi (53).

Tablo 12. Farklı yazarların yapmış olduğu çalışmalarda, farklı el analizörleri için uyguladıkları Bland & Atman yöntemi sonrasında verdikleri uyum sınırları.

Yazar	Karşılaştırılan Analizörler	Ortalama Fark	Uyum Sınırları	
			Ortalama $\pm 1,96*SS$	Alt Sınır
Buckley 2003 (62)	Accusport – YSI 1500 Sport	1,10	-0,86	3,06
	Lactate Pro - YSI 1500 Sport	1,60	-1,53	4,73
Brinkert 1999 (63)	Hastane Lab – El analizörü	-0,32	-1,33	0,69
Bishop 2001 (58)	Accusport - Analox	-0,15	-2,20	1,90
Baldari 2009 (61)	Accutrend – EBIO plus	0,15	-0,70	1
	Lactate Pro – EBIO plus	0,10	-1,30	1,50
Dascombe 2007 (54)	Accusport - iSTAT	-0,05	-2,52	1,89
Pyne 2000 (57)	ABL 700 – Lactate Pro	0,13	-1,83	2,09
	YSI 2300 – Lactate Pro	0,52	-0,98	2,02
	Accusport – Lactate Pro	-0,06	-2,14	2,02
Hazır 2010 (53)	Lactate Scout (+) – YSI 1500 Sport	0,19	-0,49	0,87
Tanner* 2010 (52)	Lactate Pro - ABL 700	-0,75	-3,3	1,8
	Lactate Scout - ABL 700	-0,55	-3,5	2,4
	Lactate Plus - ABL 700	-0,40	-2,3	1,5
Yaptığımız Çalışma 2013	Lactate Scout – Biosen C Line	-0,09	-1,34	1,14

(*) : Bland & Altman yöntemi sadece >8 mM laktik asit kan konsantrasyonu değerleri için yapılmış.

Hazır ve arkadaşlarının Lactate Scout (+) analizörünü laboratuvar kökenli bir analizör ile karşılaştırarak yaptıkları geçerlik çalışmasında, Lactate Scout (+) analizörü geçerliği ve güvenilirliği yüksek bir analizör olarak belirtilmektedir. Fakat $<2,5$ mM ve >5 mM laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinde, Lactate Scout (+) analizörünün düzeltme faktörü ile birlikte kullanılması önerilmektedir (53). Tanner ve arkadaşlarının üç farklı el analizörünü karşılaştırdıkları çalışmada, 8 mM'den büyük konsantrasyon değerlerinde, Lactate Scout analizörünün referans yöntemle göre doğruluğu diğer iki el analizöründen daha düşük olduğu belirtilmektedir (52).

SKK ve Pearson korelasyon katsayısı geçerliğin değerlendirilmesinde çok yaygın olarak kullanılmakla beraber, referans yöntemle geçerliği sorgulanan yöntem arasındaki sistematik farklılıkları yansıtmaz. Bu çalışmada değişik laktik asit konsantrasyon aralıkları için elde edilen bulgular da bu durumu doğrulamaktadır. Lactate Scout analizöründe > 5 mM laktik asit kan konsantrasyonlarında ölçülen değerler ile referans yöntem arasında sırasıyla SKK (tutarlılık) 0,783 ve Pearson korelasyon katsayısı 0,841 orta düzeyde korelasyon elde edilmekle birlikte, Bland & Altman yöntemi ile değerlendirildiğinde Lactate Scout analizöründen ölçülen değerler referans yöntemle ölçülen değerlerden sistematik olarak önemli derecede düşük bulunmuştur (Grafik 22). >5 mM konsantrasyon değerleri Bland & Altman yöntemi ile değerlendirildiğinde konsantrasyon değerlerinin farklarına ait ortalama $-0,8783$ mM uyum sınırları ise $-2,621$ ve $0,864$ olarak bulunmuştur (Tablo 11). Bu bulgular yüksek laktik asit konsantrasyonlarına karşılık gelen parametrelerin değerlendirilmesinde Lactate Scout analizörünün kullanımının uygun olmadığını ve referans yöntemle birbirinin yerine kullanılamayacağını göstermektedir. Kullanılması halinde >5 mM konsantrasyon değerleri için düzeltme faktörü kullanılmalıdır.

6. SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları Lactate Scout ve Biosen C Line analizörünün yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir. İki analizör arasında bir karşılaştırma yaptığımızda Biosen C Line analizörünün daha yüksek güvenilirliğe sahip olduğu görülmektedir. Lactate Scout analizörünün güvenilirlik sonuçları literatürdeki değişik marka el analizörlerinin güvenilirlik sonuçları ile karşılaştırıldığında benzer oldukları görülmektedir. Lactate Scout analizörünün güvenilirliği farklı konsantrasyon aralıklarında değerlendirildiğinde en uyumlu sonuçların >5 mM seviyeleri ile hemen hemen yakın sonuçların elde edildiği $2,5 - 5$ mM aralığında olduğu görülmektedir. Biosen C Line analizörünün de güvenilirliği farklı konsantrasyon aralıklarında değerlendirilmiş, tüm konsantrasyon aralıkları için mükemmel uyum gösterdiği görülmüştür.

Lactate Scout analizörünün geçerlik çalışmasında referans yöntem olarak Biosen C Line analizörü kullanıldı. Bu çalışmanın sonuçları Lactate Scout analizörünün yüksek geçerliğe sahip olduğunu göstermektedir. Lactate Scout analizörünün geçerlik sonuçları literatürdeki değişik marka el analizörlerinin geçerlik sonuçları ile karşılaştırıldığında benzer oldukları görülmüştür. Lactate Scout analizörünün geçerliği farklı konsantrasyon aralıklarında değerlendirildiğinde en uyumlu sonuçların $2,5 - 5$ mM aralığında olduğu görüldü. Lactate Scout analizörünün $<2,5$ mM ve >5 mM konsantrasyon değerleri için yapılan geçerlik değerlendirmesinde orta düzeyde uyum gösterdiği görüldü. >5 mM konsantrasyon değerlerinde Lactate Scout analizöründen ölçülen değerler referans yöntemle ölçülen değerlerden sistematik olarak önemli derecede düşük bulunmuştur. Lactate Scout analizörünün yüksek konsantrasyon değerlerinde kullanımının uygun olmadığı ve referans yöntemle birbirinin yerine kullanılamayacağı görülmüştür. Kullanılması halinde >5 mM konsantrasyon değerleri için düzeltme faktörü kullanılmalıdır. Bununla birlikte Lactate Scout analizörü <5 mM laktik asit kan konsantrasyonu değerlerinde bir düzeltme faktörü olmaksızın kullanılabilir.

ÖZET

Elektro – Enzimatik Yöntemle Analiz Yapabilen İki Farklı Taşınabilir Laktat Analiz Cihazının Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması

Bu çalışmanın amacı laboratuvar analizörü olan Biosen C Line ile bir el analizörü olan Lactate Scout'un geniş bir laktik asit konsantrasyonu aralığında güvenilirliğini değerlendirmektir. Ayrıca Lactate Scout analizörünü, Biosen C Line analizörü (referans yöntem) ile karşılaştırarak geçerliğini değerlendirmektir. Kan numuneleri laboratuvar şartlarında koşu bandı ile şiddeti giderek artan egzersiz testi sırasında alındı. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörlerinin güvenilirliği için laktik asit kan konsantrasyonu 0,8-11,11 mM aralığında değişen 99 numuneye test – tekrar test şeklinde tekrarlı ölçümler yapılmıştır. Lactate Scout analizörü için SKK 0,994'tür. Tekrarlı ölçümler için TH 0,200 mM, varyasyon katsayısı olarak TH %6,32'dir. Biosen C Line analizörü için SKK 1,000'dir. Tekrarlı ölçümler için TH 0,044 mM, varyasyon katsayısı olarak TH %1,37'dir. Her iki analizöründe güvenilirlik çalışması sonuçları mükemmel uyum göstermiştir. Lactate Scout analizörünün geçerliği için 0,8-11,11 mM aralığında değişen 99 numune aynı anda hem Lactate Scout hem de Biosen C Line analizörü ile ölçülmüştür. Lactate Scout analizörü yüksek geçerlik katsayısına (0,976) sahiptir. Lactate Scout ve Biosen C Line analizörleri ile yapılan ölçümler arasındaki TSH 0,452 mM, varyasyon katsayısı olarak TSH %14,14'tür. Geçerlik ve güvenilirlik analizleri <2,5 mM, 2,5 – 5 mM ve >5 mM laktik asit kan konsantrasyon aralıkları için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Lactate Scout ve referans yöntem ölçümleri Bland & Altman yöntemi ile karşılaştırıldığında laktik asit konsantrasyon değerlerinin farklarına ait ortalama -0,0974 uyum sınırları -1,342 ve 1,147 olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları Lactate Scout analizörünün yüksek geçerliğe sahip olduğunu göstermekle birlikte >5 mM konsantrasyon değerlerinde, referans yöntemle ölçülen değerlerden sistematik olarak önemli derecede düşük bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Biosen C Line, Geçerlilik, Güvenirlik, Lactate Scout, Laktat testi.

SUMMARY

Vaidity And Reliabilty Study Of Two Different Portable Lactate Analyzer That Can Analyze With Electro – Enzymatic Method

The purpose of this study was to evaluate the reliability of the Biosen C Line laboratory and reliability of the Lactate Scout hand-held portable lactate analyzer with wide range lactic acid concentration. Lactate Scout analyzer was compared to Biosen C Line analyzer (reference method) to evaluate the validity of the Lactate Scout analyzer. Blood samples were during an incremental test with treadmill under laboratory conditions. In order to evaluate reliability 99 blood samples whose lactate concentration values changed between 0,8-11,11 mM were measured two-times. For Lactate Scout analyzer ICC was 0,994. TE for repeated measures and coefficient of variation was 0,200 mM and 6,32% respectively. For Biosen C Line analyzer ICC was 1,000 TE for repeated measures and coefficient of variation was 0,044 mM and 1,37% respectively. Lactate Scout hand-held portable lactate analyzer and Biosen C Line laboratory analyzer reliability results show perfect accordance. In order to evaluate reliability of the Lactate Scout analyzer 99 blood samples whose lactate concentration values changed between 0,8-11,11 mM were measured at the same time by Lactate Scout analyzer has high validity coefficient 0,976. Between Lactate Scout analyzer and Biosen C Line analyzer measure results SEE was 0,452 mM and SEE for coefficient of variation was 14,14%. Validity and reliability were also assessed measuring three sample groups <2,5 mM, 2,5 – 5 mM and >5 mM. Compared to Bland & Altman method, Lactate Scout and reference method measures mean of lactic acid concentration was -0,0974 limit of agreement -1,342 and 1,147. Result of the study show that Lactate Scout analyzer has high validity, however at concentrations higher than 5 mM Lactate Scout analyzer measures are found significantly lower than reference method measures.

Key words : Biosen C Line, Lactate test, Lactat Scout, Reliability, Validity.

KAYNAKLAR

1. Almarwaey OA, Jones AM, Tolfrey K., Maximal lactate steady state in trained adolescent runners. *Journal of Sports Science*, 22(2), 2004; 215-225.
2. Pfitzinger P, Freedson PS. The reliability of lactate measurements during exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 19(5), 1998; 349-357
3. Tanaka K, Matsuura Y, Matsuzaka A, Hirakoba K, Kumagai S, Sun SO, ve Asano K. Alongitudinal associations between anaerobic threshold and distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 55; 1986; 248-4
4. Farrell, P. A., Wilmore, J. H., Coyle EF, Plasma lactate accumulation and distance running performance, *Medicine and Science in Sports*,11: 1979; 338-6
5. Allen WK, Seals DR, Hurley BF, Ehsani AA, ve Hagberg JM, Lactate threshold and distance-running performance in young and older endurance athletes, *J. Appl. Physiol.*, 58, 1985; 1281-3
6. Astrand P, Rodalh K. *Textbook of Work Physiology*, 3th Ed, USA: Mc Garw-Hill Book Company, 1986; 127-75
7. Davis JA, Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research., *Med. Sci. Sports Exercise*, 17(1), 1985; 6-18
8. Daniels JT, Yarbrough RA, ve Foster C, Changes in VO₂max ad running performance with training, *J. Appl. Physiol.*, 39, 1978; 249-5
9. Jacobs I., Blood lactate: Implications for Training and Sports Performance. *Sports Medicine*, 3, 1986; 10-25
10. Cooke NT, Wilson SH, Freedman S. Blood lactate and respiratory muscle fatigue in patients with chronic airways obstruction. *Thorax*. Mar;38(3): 1983; 184-7
11. Bompa, T.O. Antrenman Kuramı ve Yöntemi. Çev: İlknur Keskin, A. Burcu Tuner. Ankara-Kültür Ofset. 2003; 78-22
12. İnal M, Atik U, Aksoy N Haşimi A. Marks Temel Tıbbi Biyokimyası Klinik Yaklaşım. 2. Baskı, Güneş Tıp Kitabevi 2007; 26-18
13. Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergeroğlu AM, Egzersiz Fizyolojisi 2. Baskı Nobel Yayın Dağıtım, 2007; 207-42
14. Murray R, Granner D, Mayes P, Rodwell V, Çev; Dikmen N, Özgünen T, Harper Biyokimya, 25.Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri 2004; 191-42
15. Sahlin K. Metabolic factors in fatigue. *Sports Med* 1992; 13: 99–9
16. Tokmakidis S.P., Lactic acid does not induce muscle fatigue, *Exercise & society journal of sport science (Komotini)*,:(10). 1995; 30-40
17. Karatosun H, Egzersiz ve Spor Fizyolojisi 1.Baskı,2008; 177-29
18. Guyton AC, Hall JE. Çeviri editörleri: Çavuşoğlu H., Çağlayan Yeğen B. Tıbbi Fizyoloji, Nobel Tıp Kitabevleri 2007; 829-24

19. Myers J., Ashley E., Dangerous Curves. A Perspective On Exercise, Lactate, And The Anaerobic Threshold, Chest, Vol 111, by American College of Chest Physicians,. 1997; 787-8
20. Janssen P. Lactate threshold training, Human Kinetics 2001; 107-41
21. Moran L, Horton R, Scrimgeour G, Perry M; Principles of Biochemistry, 4. Edition, Pearson,2006; 320-8
22. Robertson A, Watt JM, Galloway SD. Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise. Appl Physiol Nutr Metab 31:2006; 709-16
23. Falk B, Einbinder M, Weinstein Y, Epstein S, Karni Y, Yarom Y, et al. Blood lactate concentration following exercise: Effects of heat exposure and of active recovery in heatacclimatized subjects. Int J Sports Med 16:1995; 7-5
24. Billat VL. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. Sports Med 22:1996; 157-75
25. Bangsbo J, Graham T, Johansen L, Saltin B Muscle lactate metabolism in recovery from intense exhaustive exercise: Impact of light exercise. J Appl Physiol 1994; 77:1890-5
26. Thoden S, DJ JamesMac, HA Douglis, Wanger, HJ Ereen. " Testing Aerobic Power", Physiology Testing of the High-Performance, Atilate. Champaign; Human kinetics Book: 1992; 107-41
27. Brooks A. George. "Anaerobic threshold; review of the concept and directions for future research", Medi Sci Sports Exerc., 17 (1) 1985; 22-8
28. Bouckeart F. J. D.M., J. L.Vritan, Plannier,"Effect of specific test procedures on plasma lactate concentration and peakoxygen uptake in endurance athlete", J. Sport Med Phis Fitness, 1990; 30-2.
29. Bunch V, J Hellor "Ventilatori threshold in young and adult female athletic", J. Sport Med Phis Fitness,33 (3): 1993; 233-3
30. Davis, J., A., Storer, T. W., Caiozzo, V. J., Pham, P. H., Scaling Of Lactate Threshold By Peak Oxygen Uptake And By Fat-Free Mass , Clin Physiol Funct Imaging, 27, 2007; 138-5
31. Svedahl K, MacIntosh BR. Anaerobic threshold: theconcept and methods of measurement. Can J Appl Physiol. Apr;28(2): 2003; 299-24
32. Beaver, W. L., Wasserman, K., Whipp, J. B., Improved Detection Of Lactate Threshold During Exercise Using A Log-Log Transformation, Journal Of Applied Physiology, 59: 1985; 1936-4
33. Brettonim F, Alesandri S. Cupollilil, M Bonfas, G Plortelli, "Anaerobic threshold in runners and ciclist", J. Sport Med Phis Fitnes, 29 (3); 1984; 230-3
34. Farrel AP, HDWilmore, FE .Coile, ED Billing, Ld Costill, "Plazma lactate accumulation and distance running performance", Med Sci Sports,11 (4): 1979; 338-6
35. Mader, "Evaluation of the endurance Performance of maraton runners and theoretual analisis of test results", J. sport Med Phis Fitness, 31 (1) 1991; 1-19
36. Tanaka K, Matsumra I, Matsuzala A, HiraKoba K, Kumagai S, Sun SO,Ason K, "A longitudinal assesment of anaerobic threshold and distance-running performance", Med. Sci Soprts Exercs, 16 (3) 1989; 278-4
37. Maglischio E, Swimming Even Faster, Mayfield Pup.Company, California1993; 137-21

38. Weltmann A. The Blood lactate response to exercise *Human Kinetics* 1995; 23-16
39. Urhausen A, Coen B, Weiler B, Kindermann W. Individual Anaerobic Threshold and Maximal Lactate Steady State *International Journal of Sports Medicine* ,Vol:14(3), 1993; 134-5
40. McLennan T M, Cheung KS. A comparative evaluation of Individual Anaerobic Threshold and the Critical Power *Medicine and Science in Sports and Exercise*,Vol :24No:5 1992; 543-7
41. Baldari C, Guidetti L. A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of maximal lactate steady state *Medicine and Science in Sports and Exercise* Vol:32 No:10 2000; 1798-4
42. Friedmann B, Bauer T, Menold E, Bärtsch P. Exercise with the intensity of Individual Anaerobic Threshold in Acute Hypoxia *Medicine and Science in Sports and Exercise* Vol:36 No:10, 2004; 1737-5
43. Carey, D. G., Raymond, R. L., Duos, B. A., Intra- And InterObserver Reliability In Selection Of The Heart Rate Deflection Point During Incremental Exercise: Comparison To A Computer-generated Deflection Point, *Journal of Sports Science and Medicine*, Volume 1, 2002; 115-6
44. Beneke R, Effect Of Test Interruptions On Blood Lactate During Constant Workload Testing. *Medicine And Science in Sports And Exercise*(Hagerstown, Md.), 35 (9): 2003; 1626-4
45. Borch, K. W., Ingjer, F., Larsen S, Rate Of Accumulation Of Blood Lactate During Graded Exercise As A Predictor Of Anaerobic Threshold *Journal of Sports Sciences*, 11: 1993; 49-6
46. Karatosun H, Antrenmannın Fizyolojik Temelleri, 3.Baskı,2010; 17-34
47. Holloszy J.O., Booth F.W. Biochemical adaptations to exercise *Training in Muscle*. *Ann. Rev. Physiol.*,38, 1976; 273-18
48. Brooks GA, Fahey TD, White TP, Baldwin, KM. *Exercise Physiology*. NewYork: Mc Graw Hill Companies. 2000; 37-21
49. Kindermann W., G. Simon, Keul J., The Significance Of The Aerobic-Anaerobic Transition For The Determination Of Work Load Intensities During Endurance Training, *Eur. J. Appl. Physiol*, 42, 1979; 25-34
50. Janssen P. *Training Lactate Pulse-Rate*, 1987; 58-56
51. Heck,H.,Mader,A.,Hess,G.,Mucke,S.,Muller,R.andHollman,W.Justificationofthe 4mmol⁻¹ lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine*,6, 1985; 117-13
52. Tanner RK, Fuller KL, Ross ML. Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *European Journal of Applied Physiology*, 109 (3), 2010;551-8
53. Hazır T., Aşçı A., Cinemre A., Açıkada C. Evaluation of a Handheld Lactic Acid Analyser: Reliability And Validity of the Lactate Scout (+).*Hacettepe J. of Sport Sciences*, 21 (3), 2010; 79–11
54. Dascombe BJ, Reaburn PRJ, Sirotic AC, Coutts AJ. The reliability of the i-STAT clinical portable analyser. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 2007; 135-140

55. Matthew L. Goodwin, M.A., James E. Harris, M.Ed., Andrés Hernández, M.A., and L. Bruce Gladden, Ph.D.; Blood Lactate Measurements and Analysis during Exercise:A Guide for Clinicians; *J Diabetes Sci Technol*, 1(4): 2007; 558-11
56. Gökbel H., Okudan N.; Egzersize Kan Laktat Cevabını Etkileyen Faktörler.; *Gene Tıp Dergisi* 10(3): 2000; 135-9
57. Pyne DB, Boston T, Martin DT, Logan A. Evaluation of the Lactate Pro, blood lactate analyser. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 2000; 112- 4
58. Bishop D. Evaluation of the Accusport Lactate Analyser. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 2001; 525-5
59. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement *Lancet* I: 1986; 307-10
60. Mc Naughton LR, Thompson D, Philips G, Backx K, Crickmore L. A comparison of the Lactate Pro, Accusport, Analox GM7 and Kodak Ektachem Lactate Analysers in normal, hot and humid conditions. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 2002; 130-5
61. Baldari C, Bonavolontà V, Emerenziani GP, Gallotta MC, Silva AJ, Guidetti L. Accuracy, reliability, linearity of Accutrend and Lactate Pro versus EBIO plus analyzer. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 2009; 105-6
62. Buckley JD, Bourdon PC, Woolford SM. Effect of measuring blood lactate concentrations using different automated lactate analysers on blood lactate transition thresholds. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(4), 2003; 408-13
63. Brinkert W, Rommes JH, Bakker J. Lactate measurements in critically ill patients with a hand-held analyser. *Intensive Care Medicine*, 25, 1999; 966 – 3