

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**GENÇ FUTBOLCULARDA ANAEROBİK EŞİK, KRİTİK HIZ VE  
MÜSABAKADAKİ KOŞU HIZI PROFİLİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN  
ARAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Erdal ARI**

**TRABZON  
Aralık, 2014**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**GENÇ FUTBOLCULARDA ANAEROBİK EŞİK, KRİTİK HIZ VE  
MÜSABAKADAKİ KOŞU HIZI PROFİLİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Erdal ARI**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Doktor Unvanı  
Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Hamit CİHAN**

**TRABZON  
Aralık, 2014**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında  
DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 29 / 12 / 2014

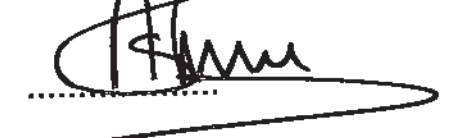
Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr. Hamit CİHAN



Üye : Prof. Dr. Ali Ahmet DOĞAN



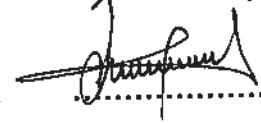
Üye : Prof. Dr. Arslan KALKAVAN



Üye : Doç. Dr. Durmuş EKİZ



Üye : Doç. Dr. Selami YÜKSEK



Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr. Nevzat YİĞİT  
Enstitü Müdürü

## **BİLDİRİM**

**Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.**

**Erdal ARI**

**29 / 12 / 2014**

## ÖN SÖZ

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle sonsuz desteğini gördüğüm ve bu eserin ortaya çıkarılmasında büyük emeği bulunan danışmanım Yrd. Doç. Dr. Hamit CİHAN'a, tez izleme komitesinde yer alarak çalışmaya katkılarını sunan Prof. Dr. Arslan KALKAVAN'a ve Doç. Dr. Durmuş EKİZ'e, çalışmanın veri toplama sürecinde katkılarını esirgemeyen Orduspor U-21 takımı antrenörü Yalçın GÜRSOY'a, Ordu Üniversitesi sağlık personeli Asuman ÖZTÜRK KONYALI'ya, doktora eğitimi süresince ders aldığım Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı öğretim üyelerine ve her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Aralık, 2014

Erdal ARI

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖN SÖZ .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	viii
TABLolar LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
RESİMLER LİSTESİ.....	xi
GRAFİKLER LİSTESİ .....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ .....	xiv
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1. 1. Araştırmanın Amacı .....	5
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	7
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	8
1. 4. Araştırmanın Varsayımları .....	8
1. 5. Tanımlar.....	8
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>10</b>
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi .....	10
2. 1. 1. Kritik Hız .....	10
2. 1. 2. Kritik Hız ve Aerobik Dayanıklılık .....	12
2. 1. 3. Kritik Hız ve Maksimum Oksijen Tüketimi .....	13
2. 1. 4. Kritik Hız ve Anaerobik Eşik .....	16
2. 1. 5. Kritik Hızı Belirleyen Mekanizmalar .....	18
2. 1. 5. 1. Kas Kitlesi.....	19
2. 1. 5. 2. Kasın Oksijen Desteği .....	19
2. 1. 5. 2. 1. Metabolik Değişim .....	20
2. 1. 5. 2. 2. Difüzyon Mesafesi .....	21
2. 1. 6. Kritik Hızın Tespitinde Kullanılan Matematiksel Modeller.....	22
2. 1. 7. Kritik Hız Test Protokolleri .....	27
2. 1. 8. Futbolda Aktivite Profilleri .....	32

2. 1. 9. Futbol ve Kritik Hız .....	33
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu .....	35
<b>3. YÖNTEM .....</b>	<b>37</b>
3. 1. Araştırma Modeli.....	37
3. 2. Evren ve Örneklem .....	37
3. 2. 1. Evren .....	37
3. 2. 2. Örneklem .....	38
3. 3. Verilerin Toplanması.....	38
3. 3. 1. Veri Toplama Araçları.....	38
3. 3. 1. 1. Boy Uzunluğu ve Vücut Ağırlığı Ölçüm Cihazı .....	38
3. 3. 1. 2. Çelik Metre .....	39
3. 3. 1. 3. Kronometre.....	40
3. 3. 1. 4. Kalp Atım Monitörü .....	40
3. 3. 1. 5. CD Çalar.....	41
3. 3. 1. 6. Portatif Kan Laktat Ölçüm Cihazı .....	41
3. 3. 1. 7. GPS Cihazı.....	42
3. 3. 2. Veri Toplama Süreci .....	43
3. 3. 2. 1. Boy Uzunluğu ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri.....	43
3. 3. 2. 2. Anaerobik Eşik Değerinin Tespiti .....	43
3. 3. 2. 3. Kritik Hız Değerinin Tespiti .....	44
3. 3. 2. 4. Futbol Müsabakasındaki Koşu Hızı Profilinin Tespiti.....	44
3. 4. Verilerin Analizi .....	45
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>46</b>
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>61</b>
<b>6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>69</b>
6. 1. Sonuçlar .....	69
6. 2. Öneriler .....	70
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler .....	70
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler .....	71
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>72</b>
<b>8. EKLER.....</b>	<b>82</b>
<b>9. ÖZGEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ.....</b>	<b>107</b>

## ÖZET

### Genç Futbolcularda Anaerobik Eşik, Kritik Hız ve Müsabakadaki Koşu Hızı Profili Arasındaki İlişkilerin Araştırılması

Bu araştırmanın amacı, genç futbol oyuncularında anaerobik eşik, kritik hız ve müsabakadaki koşu hızı profili arasındaki ilişkileri incelemektir. Bir profesyonel futbol kulübünün U-21 takımında futbol oynayan 10 genç oyuncu çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. Oyuncular, ilk olarak doğal çim yüzeyli futbol sahasında koşu hızı kademeli olarak artan anaerobik eşik koşu testine girmişlerdir ve oyuncuların işaret parmağından alınan kanın portatif kan laktat ölçüm cihazında analiz edilmesi ile anaerobik eşik değeri belirlenmiştir. Kalp atım hızı değerleri, kalp atım monitörleri yardımıyla test süresince kaydedilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında oyuncular maksimum eforla 1500 ve 3000 m. koşusu yapmışlardır. Koşu süresi ve mesafesi arasında yapılan doğrusal regresyon analizi ile kritik hız değeri tespit edilmiştir. Çalışmanın son aşamasında oyuncular doğal çim yüzeyli futbol sahasında futbol müsabakası yapmışlardır ve oyuncuların koşu hızı profilleri GPS cihazları yerleştirilen yelekler ile, kalp atım hızı değerleri ise kalp atım monitörleri ile kaydedilmiştir. Oyuncuların anaerobik eşik, kritik hız ve müsabakadaki koşu hızı profili parametreleri arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre, kritik hız değeri ( $14,7 \pm 1,2$  km/s.) ile futbol müsabakasındaki orta şiddetli koşu sayısı (13-17,9 km/s. hız aralığında uygulanan koşu sayısı) ( $2459,2 \pm 495,3$ ), orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (13-17,9 km/s. hız aralığındaki koşularla kat edilen mesafe) ( $2018,1 \pm 383,3$  m.) ve toplam kat edilen mesafe değeri ( $10287,6 \pm 647,5$  m.) arasında anlamlı derecede ilişki tespit edilmiştir ( $r = 0.665$ ,  $r = 0.748$ ,  $r = 0.706$ ,  $p < 0.05$ , sırasıyla). Diğer parametreler arasında ilişki tespit edilememiştir ( $p > 0.05$ ). Sonuç olarak, aerobik yapıda olan futbol müsabakasındaki orta şiddetli koşu sayısı, kritik hız değeri ile ilişkilidir ve kritik hız değerinin yükseltilmesi ile arttırılabilir. Ayrıca kritik hız değeri, müsabakadaki ortalama koşu hızı değerinden yüksek olduğundan, kritik hız değerindeki ve üzerindeki şiddetlerde yapılacak antrenmanlarla, müsabaka performansı yükseltilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kritik Hız, Futbol, Anaerobik Eşik, Koşu Hızı.



## ABSTRACT

### **An Investigation of the Relationships Among Anaerobic Threshold, Critical Velocity and Running Velocity Profile at Soccer Match for Young Footballers**

The purpose of this study was to examine relationships among anaerobic threshold, critical velocity and running velocity profile at a soccer match. Ten soccer players playing at U-21 team of a professional soccer club joined to this study as voluntarily. Firstly, the players performed anaerobic threshold running test whose running velocity was increased gradually on natural grass soccer pitch and anaerobic threshold values of players were determined by analysis at portable blood lactate measure device with blood drawn from forefinger of players. Heart rate values were recorded throughout test by heart rate monitors. At second phase of study, players performed 1500 and 3000 meters running with maximum effort. The critical velocity values of players were determined by linear regression analysis between running times and distance values of these runnings. At final phase of study, players played soccer match on natural grass soccer pitch and running velocity profiles of players were determined by waistcoats fitted GPS devices. The heart rate values of players during soccer match were recorded by heart rate monitors. The relationships among anaerobic threshold, critical velocity and running velocity profile at soccer match parameters were determined by correlation analysis. According to statistical analysis results, it was determined that critical velocity values ( $14,7 \pm 1,2$  km/h.) were significantly correlated with number of medium intensity running (number of running performed at 13-17,9 km/h velocity range) ( $2459,2 \pm 495,3$ ), distance covered with medium intensity runnings (distance covered with runnings performed at 13-17,9 km/h. velocity range) ( $2018,1 \pm 383,3$  m.) and total distance covered ( $10287,6 \pm 647,5$  m.) values during soccer match ( $r = 0.665$ ,  $r = 0,748$ ,  $r = 0.706$ ,  $p < 0.05$ , respectively). No correlation was determined among other parameters ( $p > 0.05$ ). Consequently, number of medium intensity runnings which are aerobic runnings are related to critical velocity values and can be increased by means of increasing critical velocity value. Also, critical velocity value is higher than average running velocity at soccer match and therefore trainings performed at intensities above and at critical velocity can increase performance of soccer match.

**Key Words:** Critical Velocity, Soccer, Anaerobic Threshold, Running Velocity.

## TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Koşu Bandında Uygulanan Kritik Hız Test Protokolleri .....	28
2.	Koşu Pistinde Uygulanan Kritik Hız Test Protokolleri .....	31
3.	Araştırma Grubunun Tanımlayıcı Özellikleri.....	38
4.	Araştırma Grubunu Oluşturan Genç Futbol Oyuncularının Anaerobik Eşik (AE), Kritik Hız (KH) ve Futbol Müsabakasındaki Koşu Hızı Profili Parametrelerine Ait Değerler .....	46

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Tükenme zamanı-kat edilen mesafe arasındaki doğrusal ilişkide anaerobik mesafe kapasitesi (ADC), kritik hız (KH) değerleri ve iki farklı mesafe değerinde doğrusal regresyon formülüyle tükenme zamanının hesaplanması.....	3
2.	Maksimum oksijen tüketimi (Max.VO <sub>2</sub> ) ve kritik güç (KG) .....	3
3.	Sağlıklı bir bireyin ağır şiddetli egzersize verdiği oksijen tüketimi (VO <sub>2</sub> ) cevapları.....	14
4.	Egzersiz şiddetinin sürekli arttığı farklı şiddetlerdeki egzersizlere verilen oksijen tüketimi (VO <sub>2</sub> ) cevapları .....	15
5.	Egzersiz şiddeti bölgeleri ve kritik hız (KH) veya kritik güç (KG) değeri.....	17
6.	Kol ve bacak kaslarıyla kalp ve solunum kaslarının kritik güç (KG) değerlerinin karşılaştırılması .....	18
7.	Lin-TD modeli ile kritik hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerinin tespiti .....	23
8.	Lin-V modeli ile kritik Hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerinin tespiti .....	24
9.	Non-2 modeli ile kritik hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerinin tespiti .....	25
10.	Non-3 modeliyle kritik Hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerinin tespiti .....	26
11.	Üstel model ile kritik hız (KH) değerinin tespiti .....	26

## RESİMLER LİSTESİ

<u>Resim No</u>	<u>Resim Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçüm cihazı .....	39
2.	Çelik metre .....	39
3.	Kronometre.....	40
4.	Kalp atım monitörü .....	40
5.	CD çalar.....	41
6.	Portatif kan laktat ölçüm cihazı.....	42
4.	GPS cihazı ve cihazın yerleştirildiği yelek .....	42

## GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile kritik hız (KH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	47
2.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	47
3.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile kritik hız kan Laktat (KHL) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	48
4.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	49
5.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	49
6.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	50
7.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	51
8.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	51
9.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı (MOŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	52

10.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	53
11.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı (MYŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	53
12.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları.....	54
13.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	55
14.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları.....	55
15.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	56
16.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları.....	57
17.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları.....	57
18.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı (MOŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	58
19.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları.....	59
20.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı (MYŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	59
21.	Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları .....	60

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ADC</b>	: Anaerobik Mesafe Kapasitesi (Anaerobic Distance Capacity)
<b>AE</b>	: Anaerobik Eşik
<b>AEKH</b>	: Anaerobik Eşik Koşu Hızı
<b>AEKAH</b>	: Anaerobik Eşik Kalp Atım Hızı
<b>AİK</b>	: Anaerobik İş Kapasitesi
<b>EXP</b>	: Üstel Model (Exponential Model)
<b>KAH</b>	: Kalp Atım Hızı
<b>KG</b>	: Kritik Güç
<b>KH</b>	: Kritik Hız
<b>KHKAH</b>	: Kritik Hız Kalp Atım Hızı
<b>KHKL</b>	: Kritik Hız Kan Laktat
<b>LE</b>	: Laktat Eşiği
<b>Lin-TD</b>	: Doğrusal Toplam Mesafe Modeli (Linear Total Distance Model)
<b>Lin-V</b>	: Doğrusal Hız Modeli (Linear Velocity)
<b>Max.VO<sub>2</sub></b>	: Maksimum Oksijen Tüketimi
<b>MLSS</b>	: Maksimal Laktat Denge Durumu (Maximal Lactate Steady State)
<b>MMKAH</b>	: Futbol Müsabakasındaki Maksimum Kalp Atım Hızı
<b>MMKH</b>	: Futbol Müsabakasındaki Maksimum Koşu Hızı
<b>MOKAH</b>	: Futbol Müsabakasındaki Ortalama Kalp Atım Hızı
<b>MOKH</b>	: Futbol Müsabakasındaki Ortalama Koşu Hızı
<b>MOŞK</b>	: Futbol Müsabakasındaki Orta Şiddetli Koşu Sayısı
<b>MOŞKM</b>	: Futbol Müsabakasında Orta Şiddetli Koşuyla Kat Edilen Mesafe
<b>MYŞK</b>	: Futbol Müsabakasındaki Yüksek Şiddetli Koşu Sayısı
<b>MYŞKM</b>	: Futbol Müsabakasında Yüksek Şiddetli Koşuyla Kat Edilen Mesafe
<b>MTM</b>	: Futbol Müsabakasında Toplam Kat Edilen Mesafe
<b>Non-2</b>	: 2 Parametrelili Doğrusal Olmayan Model (Nonlinear 2 Parameter Model)
<b>Non-3</b>	: 3 Parametrelili Doğrusal Olmayan Model (Nonlinear 3 Parameter Model)
<b>TD</b>	: Toplam Kat Edilen Mesafe (Total Distance)
<b>t</b>	: Süre
<b>V</b>	: Hız
<b>V<sub>max</sub></b>	: Maksimal Anlık Hız
<b>vMax.VO<sub>2</sub></b>	: Maksimum Oksijen Tüketimi Değerindeki Koşu Hızı
<b>VO<sub>2</sub></b>	: Oksijen Tüketimi

## 1. GİRİŞ

Kritik güç (KG) kavramını ilk olarak Monod ve Scherer (1965) küçük kas gruplarında yapılan egzersizlerde uygulanan güç miktarı ile egzersizin tükenme süresi arasındaki hiperbolik ilişki olarak açıklamıştır (Smith ve Jones, 2001). Daha sonra egzersiz sonucu ortaya çıkan toplam iş miktarı ile egzersizin tükenme süresi arasında uygulanan regresyon analizi sonucunda oluşan regresyon grafiğinde regresyon doğrusunun eğimi, egzersizde yorgunluk oluşmadan uygulanabilen güç miktarı olarak ifade edilen kritik güç miktarını temsil ederken; regresyon doğrusunun dikey eksenindeki kesişim noktası da, anaerobik iş kapasitesi (AİK) olarak ifade edilen sınırlı olan anaerobik enerji kaynağı miktarını ifade etmektedir (Monod ve Scherrer, 1965).

Moritani, Nagata, Devries ve Muro (1981), kritik güç kavramını büyük kas gruplarının aktif olduğu tüm vücut egzersizlerine uygulamıştır (Smith ve Jones, 2001). Moritani ve diğ. (1981) bisiklet ergometresinde yapmış oldukları çalışmada, kritik güç değerinin altındaki şiddette yapılan egzersizlerde teorik olarak tükenmenin meydana gelmeyeceğini, buna karşın kritik güç değerinin üzerindeki şiddetlerde yapılan egzersizlerde belirli bir oran dahilinde depo halindeki enerji kaynaklarının kullanımı ve kan laktat birikiminin meydana gelmesiyle egzersizin şiddetine bağlı olarak belli bir sürede tükenmenin meydana geleceğini öne sürmüşlerdir. Poole, Ward, Gardner ve Whipp (1988) ise bisiklet ergometresinde yapmış oldukları devamlı yüklemelerden oluşan test esnasında, kritik güç değerinin altındaki egzersiz şiddetinde, egzersiz süresinde, kan laktat ve  $VO_2$  değerlerinde bir stabilitenin oluştuğunu; kritik güç değerinin üzerindeki egzersiz şiddetinde tükenme oluşana kadar kan laktat ve  $VO_2$  değerlerinde devamlı bir artışın görüldüğünü tespit etmişlerdir (Smith ve Jones, 2001).

Tüm vücut egzersizlerinde kritik güç kavramı için geçerli olan dört esas mevcuttur (Hill,1993; Morton, 2006). Bu esaslar şu şekildedir:

1. Egzersizlerde aerobik ve anaerobik olmak üzere enerji desteği sağlayan iki sistem mevcuttur.

2. Aerobik enerji sistemi kapasite olarak limitsiz, ama egzersizde kullanım oranı olarak limitli bir yapıya sahiptir. Aerobik sistemi kullanım oranı olarak limitleyen parametre kritik güç parametresidir.

3. Anaerobik enerji sistemi kullanım oranı olarak limitsiz, fakat kapasite olarak anaerobik iş kapasitesi kavramı tarafından limitlenmektedir.

4. Egzersizde anaerobik iş kapasitesi tamamen kullanıldığında, tükenme meydana gelmektedir.



Fizyolojik olarak ise kritik güç, araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Vanhatalo, Jones ve Burnley (2011), kritik gücün steady state ve non-steady state egzersiz şiddetleri arasındaki bir sınır olduğunu ve aerobik yeterliliği ifade eden iyi bir performans göstergesi olduğunu ifade etmiştir. Poole, Ward ve Whipp (1990) kritik gücün laktat steady state ya da maksimal laktat steady state (MLSS) seviyesine denk gelen en yüksek güç değeri olduğunu ifade etmiştir (Soares-Caldeira ve diğ., 2012).

Jones, Vanhatalo, Burnley, Morton ve Poole (2010), fizyolojik olarak kritik gücün anaerobik iş kapasitesinde devamlı bir kullanım söz konusu olmaksızın egzersizde oksidatif metabolizmanın en yüksek kullanım oranını ifade ettiğini ve maksimum oksijen tüketiminin ( $\text{Max.VO}_2$ ) % 80'i gibi bir seviyeye tekabül ettiğini belirtmişlerdir.

Poole ve diğerleri (1988, 1990) yalnızca kritik gücün üzerindeki şiddetlerde yapılan egzersizlerde  $\text{Max.VO}_2$ 'ye ulaşılabildiğini ortaya koymuşlardır.

Ettema (1966) literatürde kritik güç konseptini koşu egzersizine uyarlayan ve kat edilen mesafe ile tükenme süresi arasındaki doğrusal regresyon analizi formülü ile kritik hız (KH) değerin tespit edilebileceğini ileri süren araştırmacıdır (Berthoin, Baquet, Dupont ve Van Praagh, 2006). Hughson, Orok ve Staudt (1984), kritik güç konseptini kritik hız olarak koşu bandında uygulamışlardır. (Hopkins, Edmond, Hamilton, Macfarlane ve Ross, 1989). Bu anlamda kritik hız kavramına, kritik güç konseptinin koşu bandında uygulanan ve km/s. birimiyle ifade edilmiş hali de denebilir. Hill ve Ferguson (1999), kritik hız parametresini, üzerindeki egzersiz şiddetlerinde kademeli olarak  $\text{Max.VO}_2$ 'ye ulaşılabilen egzersiz şiddeti olarak ifade etmektedir.

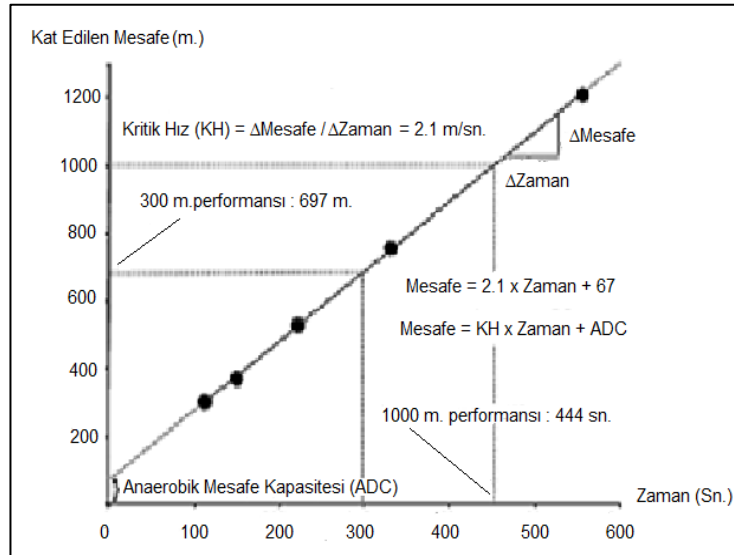
Kritik hız ayrıca oksijen tüketimi ( $\text{VO}_2$ ) ve kan laktat konsantrasyonu, laktat-piruvat değişim oranı, bikarbonat konsantrasyonu, pH değeri gibi diğer metabolik parametrelerin steady-state seviyesine ulaştığı en yüksek hız değeri olarak da ifade edilmektedir (Poole ve diğ., 1988,1990). Gaesser ve Poole (1996)  $\text{Max.VO}_2$ 'ye ulaşılan egzersiz şiddetlerinin yoğun egzersiz bölgesine dahil olduğunu belirtmişler ve kritik hız değerin de bu bölgenin alt sınırını oluşturduğunu belirtmişlerdir (Hill ve Ferguson, 1999).

Billat, Binsse, Petit ve Koralsztein (1998) ise, kritik hız değeri tekabül eden egzersiz şiddetinin, laktat eşiği (LE) ile  $\text{Max.VO}_2$  arasındaki bölgede bulunduğunu belirtmiştir.

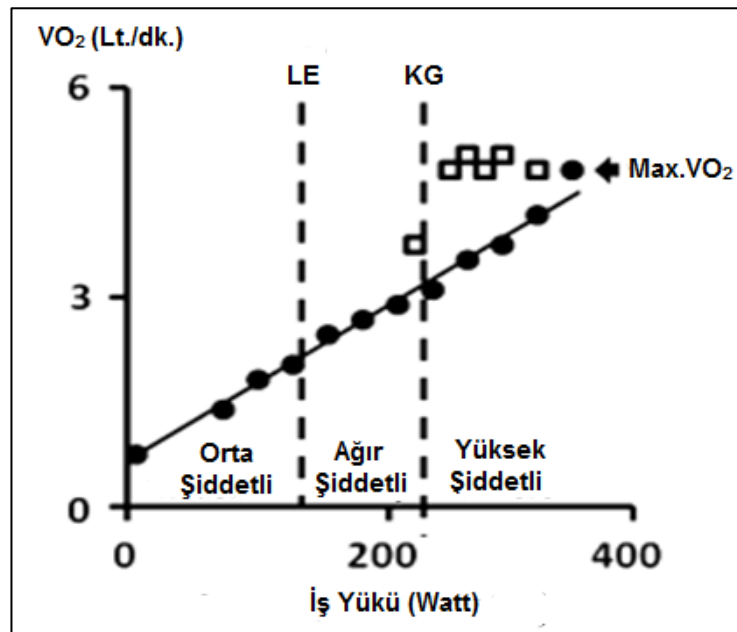
Monod ve Scherer (1965), kritik hız değerin egzersizde sadece aerobik enerji sistemini kullanan ve bu nedenle uzun süreli bir egzersizde yorgunluk oluşmadan sürdürülebilir egzersiz şiddeti olduğunu belirtmişlerdir (Simões, Denadai, Baldissera, Campbell ve Hill, 2005).

Kritik hız değeri kat edilen mesafe ile tükenme süresi arasındaki doğrusal regresyon analizi sonucunda tespit edilmektedir. Kritik güç kavramında olduğu gibi regresyon

doğrusunun eğimi kritik hız değerini, doğrunun dikey eksende kestiği nokta ise anaerobik mesafe kapasitesini (ADC) ifade etmektedir.



Şekil 1. Tükenme zamanı-kat edilen mesafe arasındaki doğrusal ilişkide anaerobik mesafe kapasitesi (ADC), kritik hız (KH) değerleri ve iki farklı mesafe değerinde doğrusal regresyon formülüyle tükenme zamanının hesaplanması (Berthoin ve diğ., 2006).



Şekil 2. Maksimum oksijen tüketimi (Max.VO<sub>2</sub>) ve kritik güç (KG) (Jones ve diğ., 2010)

Şekil 2'de Max.VO<sub>2</sub>'nin kritik gücün üzerindeki egzersiz şiddeti bölgesinde ortaya çıktığı, kritik güç değerindeki egzersiz şiddeti geçildiğinde egzersiz şiddetinin Max.VO<sub>2</sub> değerine kadar kademeli olarak arttığı görülmektedir (Jones ve diğ., 2010).

Kritik hız parametresine de kısaca kritik güç modelinin koşu bandına uyarlanmış ve km/h. ile ifade edilen şekli denebilir. Kritik hız kavramında kritik güç modelinde W ile ifade edilen toplam iş miktarının yerini toplam kat edilen mesafe almakta olup; toplam kat edilen mesafe ile tükenme zamanı arasında uygulanan regresyon analizi sonucunda, anaerobik iş kapasitesi değerinin eşdeğeri olan anaerobik mesafe kapasitesi ve kritik hız değerleri tespit edilmektedir.

Anaerobik eşik (AE) sporcuların performanslarını değerlendirmede kullanılan önemli parametrelerden biridir. Anaerobik eşik egzersiz sonucu organizmada oluşan ve organizmadan uzaklaştırılan laktat miktarının eşit düzeyde olduğu kalp atım hızı (KAH) veya VO<sub>2</sub> miktarı olarak tanımlanmaktadır (Stølen, Chamari, Castagna ve Wisløff, 2005). Baldari ve Guidetti (2000) ise anaerobik eşiği kandan uzaklaştırılan laktat miktarının maksimum ve kastan kana geçen laktik asit miktarıyla eşit düzeyde olduğu metabolik durum olarak ifade etmiştir. Anaerobik eşik değişik spor branşlarında sporcuların performansını gözlemlemek için kullanılan önemli performans parametrelerinden biridir. Antrenörler anaerobik eşik yardımıyla sporcuların performans düzeylerini tespit ederek, performans durumuna göre her sporcuya özgü antrenmanlar planlayabilmektedirler. Bu sayede antrenman programları bilimsel temeller üzerine oturtulmuş olmaktadır. Özellikle futbolda antrenman periyodu öncesi ve sonrasında anaerobik eşik değeri tespit edilerek antrenman yöntemlerinin sporcu performansı üzerindeki etkisi izlenebilmektedir.

Futbol müsabakaları gün geçtikçe yüksek tempoda oynanmaya başlamıştır. Futbol esas itibariyle yüksek şiddetli koşular içeren bir oyundur. Castagna, D'Ottavio ve Abt (2003) yaptıkları çalışmada 30 dk.'lık 2 devreden oluşan ve nizami ölçülerde oynanan bir futbol müsabakasında yüksek şiddetli koşu (13.1-18.0 km/s. arası) ile kat edilen mesafenin 468 ± 89 m., maksimal şiddetteki koşu (18 km/s.'den daha yüksek hızda) ile kat edilen mesafenin ise 114 ± 73 m. olduğunu tespit etmişlerdir. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere oyuncular futbol müsabakasında yüksek şiddetli koşular uygulamakta ve bu koşular müsabaka sonucu üzerinde son derece etkili olmaktadır. Oyuncuların futbol müsabakasındaki performansı hakkında bilgiler sunan koşu hızı profili, oyuncuların performansını yönlendirmede antrenörlere de yardımcı olmakta ve koşu hızı profilleri yardımıyla oyuncuların performansları optimal seviyeye yükseltilebilmektedir.

Kritik hız antrenman biliminde sporculara bilimsel antrenman planları hazırlama ve performansı bilimsel temellere dayalı olarak arttırmak amacıyla kullanılan performans parametrelerinden biridir. Sporculara yaptırılacak antrenmanlarda kritik hız değeri

üzerinden düzenlemeler yapılarak optimal performans artışı sağlanabilir. Kitleleri peşinden sürükleyen günümüzün vazgeçilmez sporu futbolda istenilen başarıya ve optimal performansa ulaşabilmek için kulüpler tarafından büyük bütçeler ayrılmakta ve harcamalar yapılmaktadır. Bu bağlamda kritik hız değerinin futbol müsabakasındaki koşu hızı profili ile ilişkisi tespit edilerek performans artışına katkıda bulunulması, antrenman bilimine büyük katkı sağlayacaktır. Ayrıca sıklıkla kullanılan performans parametrelerinden biri olan anaerobik eşik, kritik hız ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi futbol oyuncularının performans seviyesi ile müsabaka performansları arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Literatürde kritik hız, anaerobik eşik ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili arasındaki ilişkileri araştıran herhangi bir çalışmanın bulunmaması da bu kanıyı destekler niteliktedir

Bu çalışmada genç futbolcuların anaerobik eşik ve kritik hız değerleri ile futbol müsabakasındaki yüklenme şiddetinin bir göstergesi olarak koşu hızı profili arasındaki ilişki incelenecek ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili, anaerobik eşik ve kritik hız değerleri açısından yorumlanacaktır. Bu sayede pratikte müsabaka performansının, oyuncuların anaerobik eşik ve özellikle de kritik hız değeri kullanılarak geliştirilmesi ve oyuncuların müsabakaya daha iyi hazırlanmasının sağlanması; teoride ise literatürde bu konuda var olan eksikliğin giderilmesi hedeflenmektedir.

## **1. 1. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı genç futbol oyuncularında anaerobik eşik, kritik hız değerleri ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili arasındaki ilişkileri incelemektir. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan alt problemler şunlardır:

1. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile kritik hız (KH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?
2. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) değeri ile kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?
3. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile kritik hız kan laktat (KHL) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?
4. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile futbol müsabakasındaki ortalama koşu hızı (MOKH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?
5. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) değeri ile futbol müsabakasındaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

6. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile futbol müsabakasındaki maksimum koşu hızı (MMKH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

7. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) değeri ile futbol müsabakasındaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

8. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile futbol müsabakasında orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (13.0 – 17.9 km/s. arası hızlarda kat edilen mesafe) (MOŞKM) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

9. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile futbol müsabakasındaki orta şiddetli koşu sayısı (13.0 – 17.9 km/s. arası hızlardaki koşu sayısı) (MOŞK) arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

10. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile futbol müsabakasında yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (18 km/s.'den daha yüksek hızlarda kat edilen mesafe) (MYŞKM) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

11. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile futbol müsabakasındaki yüksek şiddetli koşu sayısı (18 km/s.'den daha yüksek hızlardaki koşu sayısı) (MYŞK) arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

12. Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri ile futbol müsabakasında toplam kat edilen mesafe (MTM) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

13. Genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) değeri ile futbol müsabakasındaki ortalama koşu hızı (MOKH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

14. Genç futbol oyuncularının kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) değeri ile futbol müsabakasındaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

15. Genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) değeri ile futbol müsabakasındaki maksimum koşu hızı (MMKH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

16. Genç futbol oyuncularının kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) değeri ile futbol müsabakasındaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

17. Genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) değeri ile futbol müsabakasında orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (13.0 – 17.9 km/s. arası hızlarda kat edilen mesafe) (MOŞKM) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

18. Genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) değeri ile futbol müsabakasındaki orta şiddetli koşu sayısı (13.0 – 17.9 km/s. arası hızlardaki koşu sayısı) (MOŞK) arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

19. Genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) değeri ile futbol müsabakasında yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (18 km/s.'den daha yüksek hızlarda kat edilen mesafe) (MYŞKM) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

20. Genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) değeri ile futbol müsabakasındaki yüksek şiddetli koşu sayısı (18 km/s.'den daha yüksek hızlardaki koşu sayısı) (MYŞK) arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

21. Genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) değeri ile futbol müsabakasında toplam kat edilen mesafe (MTM) değeri arasında anlamlı derecede bir ilişki var mıdır?

## 1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Kritik hız kavramı antrenman biliminde kullanılan kavramlardan biridir. Anaerobik eşik (AE) veya laktat eşiği (LE) gibi performans parametreleri antrenman bilimlerinde sporcuların performanslarını izlemek için sıklıkla kullanılmaktadır. Tüm spor branşlarında olduğu gibi yüksek bir fiziksel kapasiteye gereksinim duyan futbolda da oyuncuların performansını değerlendirmek ve uygulanan antrenman metotlarının etkisini ortaya çıkarmak için anaerobik eşik kavramı kullanılmaktadır. Futbol müsabakası çok çeşitli aktivitelerin farklı zamanlarda bazen de birbiri ardına uygulandığı bir yapıdadır. Bu bakımdan müsabaka çok fazla efor gerektiren bir yapı kazanmaktadır. Futbolda üst düzey fiziksel performansa sahip olan ve bu sayede müsabakada daha fazla sayıda yüksek şiddetli koşu uygulayabilen takımlar rakiplerine karşı üstünlük sağlayarak müsabakayı kazanma açısından avantajlı konuma gelmektedirler. Tüm bunlar her spor branşında olduğu gibi futbolda da fiziksel kapasitenin önemine işaret etmektedir. Kritik hız kavramının anaerobik eşik ile ilişkisi araştırmacıların ilgisini çekmiş ve çeşitli araştırmalara konu olmuştur ancak kritik hız kavramını, anaerobik eşik ve futbol müsabakasındaki yüklenme şiddetini gösteren koşu hızı profili ile birlikte ele alıp inceleyen bir çalışmanın literatürde mevcut olmaması bu araştırmaya duyulan ihtiyacı gösterir niteliktedir. Araştırmamız neticesinde elde edilecek bulgular, kritik hız kavramının anaerobik eşik ve futboldaki koşu hızı profili ile ilişkisini ortaya çıkaracak olup, genç futbol oyuncularının performansını üst düzeye çıkarmak amacıyla uygulanacak antrenmanlara rehberlik etme açısından kritik hız değerinin fonksiyonunu ortaya çıkaracaktır. Spor bilimi literatürüne de bu açıdan katkı sağlayacağı düşünüldüğünde, araştırmamız teorik ve pratik açıdan faydalı ve özgün bir araştırma olması bakımından önem kazanmaktadır.

### 1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu araştırma profesyonel bir futbol kulübünün U-21 takımında futbol oynayan 10 genç futbol oyuncusu ile sınırlı tutulmuştur.

2. Bu araştırmada uygulanan kritik hız test protokolü sentetik çim yüzeyli futbol sahasıyla, anaerobik eşik test protokolü ve futbol müsabakası ise doğal çim yüzeyli futbol sahası ile sınırlı tutulmuştur.

3. Bu araştırma kapsamında oynanan futbol müsabakasında tespit edilen oyuncuların koşu hızı profili GPS cihazları ve bu cihazların yerleştirildiği yeleklerden oluşan ölçüm sistemi ile sınırlı tutulmuştur.

4. Bu araştırma anaerobik eşik, kritik hız ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili ile sınırlı tutulmuştur.

5. Araştırmada verilerin toplanmasında kullanılan test protokollerinin uygulanması iki haftalık bir süre ile sınırlı tutulmuştur.

### 1. 4. Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırma kapsamında uygulanan test protokolleri ile gerekli bilgiler araştırmaya katılan deneklere aktarılmış ve deneklerin test protokolleri ile ilgili gerekli bilgileri eksiksiz olarak kavradıkları kabul edilmiştir.

2. Araştırmada uygulanan tüm test protokolleri sırasında denekler tam performans ortaya koymaları ve maksimum efor sarf etmeleri için sözel olarak motive edilmiş ve deneklerin test protokollerini uygularken maksimum performans gösterdikleri varsayılmıştır.

3. Araştırmanın veri toplama sürecinde kullanılan veri toplama araçlarının gerekli kalibrasyon ayarları yapılmış ve araştırma kapsamında ele alınan performans parametrelerini tam ve doğru olarak ölçtüğü varsayılmıştır.

### 1. 5. Tanımlar

**Anaerobik Eşik:** Stølen ve diğerleri (2005)'ne göre anaerobik eşik egzersiz sonucu vücutta oluşan ve çeşitli yollarla vücuttan uzaklaştırılan laktat miktarının eşitlendiği egzersiz şiddetine tekabül eden kalp atım hızı veya oksijen tüketimi (O<sub>2</sub>) miktarıdır.

**Maksimum Oksijen Tüketimi:** Büyük kas gruplarının aktif olduğu dinamik yapı bir egzersiz esnasında organizmanın kullanabildiği en yüksek oksijen miktarıdır (Hoff, Wisløff, Engen, Kemi ve Helgerud, 2002; Wagner, 1996).

**Kritik Güç:** Kritik güç, matematiksel olarak egzersizde güç verimi ile tükenme zamanı arasındaki hiperbolik ilişki sonucu oluşan güç asimptotu olarak tanımlanırken,

fizyolojik olarak ise steady state ile non-steady state egzersiz şiddeti arasındaki sınırı temsil eder (Vanhatalo ve diğ., 2011).

**Kritik Hız:** Kritik hız egzersizde kat edilen mesafe ile egzersizin tükenme süresi arasındaki doğrusal regresyon analizinde regresyon doğrusunun eğimi ile ifade edilen bir kavramdır (Denadai, Gomide ve Greco, 2005; Wakayoshi ve diğ., 1993). Teorik olarak ise, kritik hız kavramı egzersiz sırasında tükenme meydana gelmeksizin uzun süre egzersize devam edilebilen en yüksek egzersiz şiddeti olarak tanımlanabilir (Denadai ve diğ., 2005; Monod ve Scherer, 1965; Taylor ve Batterham, 2002). Kritik hız kavramı esas itibariyle kritik güç kavramı ile özdeş olup, kritik güç kavramında güç verimi ile tükenme zamanı arasındaki doğrusal ilişki söz konusuysen, kritik hız kavramında kat edilen mesafe ile tükenme zamanı arasındaki doğrusal ilişki söz konusudur.

**Anaerobik İş Kapasitesi:** Güç verimi ile tükenme zamanı arasındaki hiperbolik ilişki sonucunda tespit edilen kritik güç değerinin üzerinde egzersizdeki yer alma oranına bakmaksızın oluşturulabilen toplam iş miktarıdır (Taylor ve Batterham, 2002). Anaerobik iş kapasitesi kavramına güç verimi ile tükenme süresi arasındaki ilişkide ortaya çıkarılan, kritik güç değerinin üzerinde uygulanabilen toplam iş miktarını temsil eden enerji deposu bileşeni de denilebilir (Jones ve diğ., 2010).

**Anaerobik Mesafe Kapasitesi:** Anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) kavramı anaerobik iş kapasitesi (AİK) kavramı ile özdeş bir kavramdır. Anaerobik mesafe kapasitesi, egzersizde kat edilen mesafe ile tükenme süresi arasındaki doğrusal ilişki sonucunda tespit edilen bir kavramdır ve metre birimiyle ifade edilir. Billat ve diğ. (1998) ise, anaerobik mesafe kapasitesi kavramının koşu egzersizinde yalnızca anaerobik metabolizma ile kat edilen mesafe olduğunu belirtmişlerdir.

**Koşu Hızı Profili:** Koşu hızı profili, bir müsabaka sırasında oyuncuların farklı hız değerlerinde yaptıkları koşuların sayısını ifade eder. Literatürde koşu hızı profilleri ile ilgili araştırmacılar tarafından oluşturulan farklı kategoriler mevcuttur. Örnek vermek gerekirse, Hill-Haas, Rowsell, Dawson ve Coutts (2009) genç futbol oyuncularını üzerinde yaptıkları araştırmada durma ve yürüme (0-6.9 km/s.), jog koşusu (7.0-12.9 km/s.), orta şiddetli koşu (13.0-17.9 km/s.), yüksek şiddetli koşu (>18.0 km/s.) olmak üzere dört farklı koşu hızı kategorisinden oluşan bir koşu hızı profili oluşturarak oyuncuların futbol müsabakasındaki koşu hızı profillerini araştırmışlardır.



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Genç futbol oyuncularında anaerobik eşik, kritik hız ve müsabakadaki koşu hızı profili arasındaki ilişkilerin incelendiği bu çalışmada araştırmanın kuramsal çerçevesi on bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde kritik hız kavramı, ikinci bölümde kritik hız ve aerobik dayanıklılık ilişkisi, üçüncü bölümde kritik hız ve Max.VO<sub>2</sub> arasındaki ilişki, dördüncü bölümde kritik hız ve anaerobik eşik arasındaki ilişki, beşinci bölümde kritik hız değerini belirleyen mekanizmalar, altıncı bölümde kritik hız test protokolleri, yedinci bölümde kritik hız değerini belirlemede kullanılan matematiksel modeller, sekizinci bölümde futbolda aktivite profilleri, dokuzuncu bölümde futbol müsabakasındaki koşu hızı profili, onuncu bölümde futbolda performans ve kritik hız ilişkisi ele alınacaktır.

#### 2. 1. 1. Kritik Hız

İlk olarak Monod ve Scherrer (1965) tarafından sinerjik kas grupları için uygulanan bir kavram olan kritik güç (KG), koşu bandı ve kır koşusuna uyarlanarak kritik hız adını almıştır. Ettema (1966) tarafından ilk olarak koşu egzersizi için dizayn edilen kritik güç, daha sonra Hughson ve diğerleri (1984) tarafından koşu bandında uygulanarak, kritik güç değeriyle özdeş olan kritik hız değeri ortaya çıkarılmıştır. Hughson ve diğerleri (1984) koşu bandında 19,2 ile 22,4 km/s. arası altı farklı hız değerinde uyguladığı araştırma sonucunda, bisiklet ergometresinde uygulanan kritik güç test protokolüne benzer şekilde, koşu hızı ile tükenme süresi arasında hiperbolik bir ilişki tespit etmişlerdir. Billat, Renoux, Pinoteau, Petit ve Koralsztein (1994) ise elit uzun mesafe koşucuları üzerinde yaptıkları çalışmada Max.VO<sub>2</sub> değerine tekabül eden koşu hızında koşu bandında uygulanan testin tükenme süresinin, Max.VO<sub>2</sub> değerine tekabül eden koşu hızı ile negatif ilişkili olduğunu tespit etmiştir ve bu bulgu Monod ve Scherrer (1965) tarafından ortaya çıkarılan ve daha sonra Hughson ve diğerleri (1984) tarafından koşu egzersizine uyarlanan kritik hız konseptini doğrular niteliktedir. Billat, Renoux, Pinoteau, Petit ve Koralsztein (1995) daha sonra elit uzun mesafe koşucularında Max.VO<sub>2</sub> değerine tekabül eden koşu hızının % 90, 100 ve 105'indeki koşu hızlarında yapılan testlerin tükenme süresi ile yine bu üç koşu hızında uygulanan testlerle tespit edilen kritik hız arasındaki ilişkiyi araştırmıştır.

Kranenburg ve Smith (1996) sahada ve koşu bandında uygulanan testlerle tespit edilen elit düzeydeki koşucuların kritik hız değerlerini birbirleriyle ve aynı zamanda 10 km. kros koşusu dereceleriyle karşılaştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda her iki testten elde

kros koşusu dereceleriyle karşılaştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda her iki testten elde edilen kritik hız değerinin kros koşusu dereceleriyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Kritik hız kavramı yüzme ve bisiklet gibi sporlara da uyarlanmıştır. Wakayoshi ve diğerleri (1993), 200 ve 400 m. olarak iki farklı yüzme mesafesi ile kritik hız konseptini yüzme sporunda uygularken, kritik hız konseptini bisiklet sporuna uyarlayan De Lucas, Caputo, Mancini ve Denadai (2002) ise 2, 4 ve 6 km. mesafelerindeki en iyi sürüş süreleriyle kritik hız değerini tespit etmiştir.

Litearaturde bu şekilde bir gelişim gösteren kritik hız kavramı matematiksel olarak maksimum eforla farklı mesafelerde uygulanan koşullarda kat edilen mesafe değeri ile koşu süreleri arasındaki doğrusal ilişki sonucu tespit edilen bir performans parametresidir. Kat edilen mesafe ile koşu süresi arasındaki doğrusal ilişki sonucunda kritik hız ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) olmak üzere iki parametre tespit edilmektedir. Kritik hız teorik olarak Max.VO<sub>2</sub>'ye ulaşılmadan önceki en yüksek submaksimal egzersiz şiddeti olarak ifade edilirken, anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) ise Max.VO<sub>2</sub> değerine ulaşılmadan önce anaerobik enerji depolarıyla kat edilen mesafe olarak tanımlanmaktadır (Smith, Kendall, Fukuda, Cramer ve Stout, 2011; Hill ve Ferguson, 1999). Fizyolojik olarak ise Max.VO<sub>2</sub> ile laktat eşiği (LE) arasındaki bir egzersiz şiddetine tekabül ettiği ifade edilmektedir (Billat ve diğ., 1998).

Schnitzler, Heck, Chatard ve Ernwein (2010) kritik hız değerini tükenme oluşturmaksızın sınırsız olarak egzersizin devam ettirilebildiği egzersiz şiddeti olarak tanımlamışlardır. Kritik hız değeri maksimal laktat steady state (MLSS) değerinin üzerinde olup, kritik hız değerine tekabül eden egzersiz şiddetinde 30 dakika egzersiz yapılabildiği ve kritik hız değerinin üzerinde egzersize devam edildikçe Max.VO<sub>2</sub> değerine ulaşıldığı belirtilmektedir (Billat ve diğ., 2001; Gaesser ve Poole, 1996; Pepper, Housh ve Johnson, 1992).

Kritik hız doğrusal regresyon analizi ile tespit edilen bir parametredir. Kritik hız değerinin Max.VO<sub>2</sub>, anaerobik eşik ve maksimal laktat steady state (MLSS) gibi diğer parametrelerle ilişkisine dair literatürde çeşitli araştırmalar mevcuttur. Tüm araştırmalardaki ortak nokta aerobik dayanıklılık özelliğine dayanmaktadır. Söz konusu tüm bu performans parametreleri aerobik dayanıklılık seviyesini belirten parametrelerdir. Kritik hız değerinin steady state ile non-steady state egzersiz şiddetlerini belirleyen bir sınır olarak nitelenmesi (Vanhatolo ve diğ., 2011) ve bu sınırın üzerinde anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) parametresinin de devreye girmesi bu kanıyı doğrular niteliktedir. Bu açıdan bakıldığında kritik hız aerobik dayanıklılık seviyesini belirten, invazif olmayan yöntemlerle tespit edilebilen, pahalı cihaz ve ekipmanlar gerektirmeyen kullanışlı bir performans parametresi olarak nitelenebilir. Kritik hız değeri koşu bandında yapılan farklı

şiddetlerdeki testlerle veya koşu pistlerinde yapılan farklı mesafelerdeki koşularla belirlenebilmektedir. Farklı spor branşlarındaki sporcuların aerobik dayanıklılık düzeylerinin kolay bir şekilde tespit edilebilmesine imkan vermesi, kritik hız parametresini antrenman biliminde kullanışlı ve yararlı bir parametre haline getirmiştir.

### **2. 1. 2. Kritik Hız ve Aerobik Dayanıklılık**

Aerobik dayanıklılık, organizmanın yüksek oranda oksijen kullanarak gerçekleştirdiği egzersizlerde uzun süre egzersize devam edebilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Bosquet, Léger ve Legros (2002) kat edilen mesafe değerinin yüksek olduğu spor branşlarında performans göstergesi olması ve Max.VO<sub>2</sub> düzeyinin aerobik enerji üretim mekanizmalarının üst sınırını belirleyen temel mekanizma olması nedeniyle dayanıklılık performansı kavramını aerobik dayanıklılık olarak ifade etmenin daha uygun olacağını öne sürmüştür. Aerobik dayanıklılık, esas itibarıyla süreli bir egzersiz sırasında maksimum Max.VO<sub>2</sub> düzeyine erişebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Bosquet ve diğ., 2002). Aerobik dayanıklılık, fizyolojik karakteristikleri itibarıyla oksijenli başka bir deyişle aerobik yapıdaki spor branşlarında performansı belirleyen bir faktördür.

Kritik güç konsepti ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda, kritik güç değerinin Max.VO<sub>2</sub>, solunum eşiği ve maksimal laktat steady state (MLSS) gibi aerobik dayanıklılık parametreleri ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Vandewalle, Vautier, Kachouri, Lechevalier ve Monod, 1997). Kritik hız değeri, maksimal laktat steady state (MLSS) ile beraber aerobik uygunluk seviyesinin tespitinde ve dayanıklılık antrenman programlarının oluşturulmasında sıklıkla kullanılmaktadır (De Lucas, Dittrich, Junior, De Souza ve Guglielmo, 2012; Poole ve diğ., 1990). Kritik güç değeri ve dolayısıyla da onun koşu egzersizine uyarlanmış şekli olan kritik hız değeri teorik olarak, uzun süren bir egzersizde organizmada yorgunluk ortaya çıkmaksızın devam ettirilebilen en yüksek egzersiz şiddeti olarak tanımlanmaktadır ve bu bakımdan kritik hız aerobik dayanıklılığın göstergesidir (Bosquet ve diğ., 2002; Monod ve Scherrer, 1965). Billat, Blondel ve Berthoin (1999) Max.VO<sub>2</sub> değerinin % 90, 100, 120 ve 140'ına tekabül eden hız değerlerini kullanarak elde edilen kritik hız değerlerinin, Max.VO<sub>2</sub> değerine tekabül eden koşu hızı değeriyle yüksek derecede ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir.

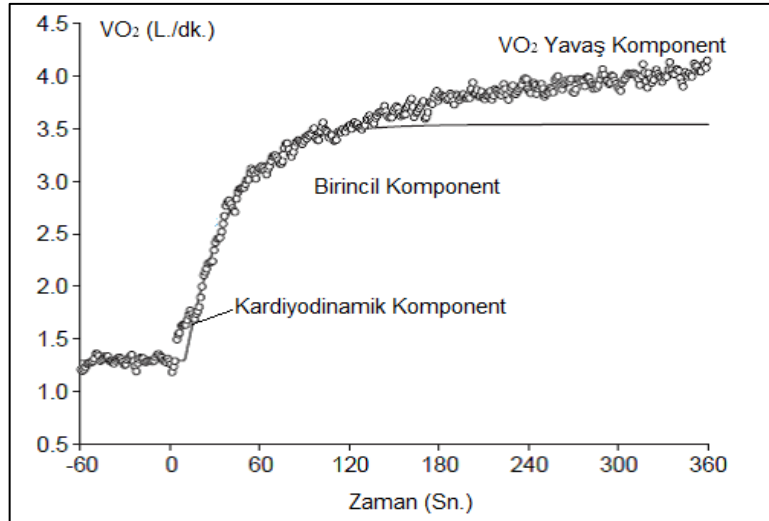
Kritik hız egzersiz sırasında oksidatif metabolizmanın en yüksek kullanım oranını ifade etmektedir (Chidnok ve diğ., 2012). Oksidatif metabolizmanın en yüksek kullanım oranını belirten kritik hız kavramı, aerobik dayanıklılık düzeyinin önemli bir göstergesidir. Aerobik dayanıklılık seviyesi yüksek oyuncular, oksijeni daha verimli kullanarak yorgunluğu geciktirirler ve egzersize daha uzun süre devam edebilirler.

Günümüzde spor branşlarının çoğunda kat edilen mesafe değerleri yüksektir. Bu sebepten dolayı sporcuların aerobik dayanıklılıklarının yüksek olması sportif başarıyı etkileyen en önemli unsurlardan biri olmaktadır. Yüksek aerobik dayanıklılığa sahip sporcular, futbol gibi müsabakada kat edilen mesafenin yüksek olduğu spor branşlarında, yüksek fiziksel performanslarıyla öne çıkmaktadırlar. Kritik hız kavramı da antrenman biliminde aerobik dayanıklılığı belirten parametrelerden biri konumundadır.

### 2. 1. 3. Kritik Hız ve Maksimum Oksijen Tüketimi

Maksimum oksijen tüketimi ( $\text{Max.VO}_2$ ) kardiyovasküler sistemin çalışan kaslara oksijen gönderme yeteneğini ifade eder (Ramsbottom, Brewer ve Williams, 1998). Başka bir deyişle, fiziksel aktivitede dış ortamdan alınarak aktif dokuların hücrelerine taşınan ve bu hücrelerde kullanılabilen maksimum oksijen miktarıdır (Midgley, McNaughton ve Wilkinson, 2006). Aerobik dayanıklılık gerektiren uzun süreli egzersizlerde  $\text{Max.VO}_2$  sportif performansın en önemli belirleyicisidir. Bu bağlamda,  $\text{Max.VO}_2$  dinamik yüksek şiddetli bir egzersizde egzersize uzun süre devam edebilmeyi sağlayan önemli bir faktördür (Özyener, Rossiter, Ward ve Whipp, 2001).

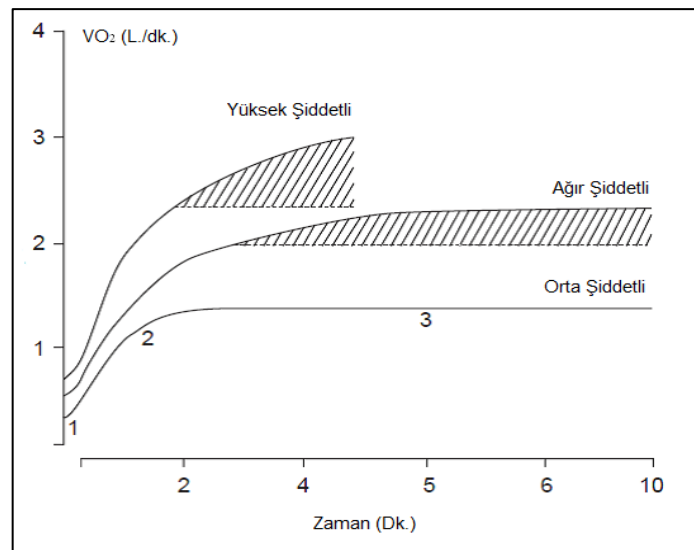
Egzersizde  $\text{VO}_2$  kinetikleri, egzersiz şiddetine bağlı olmakla beraber esas itibarıyla 3 evreden oluşur (Şekil 3). Egzersizin ilk 10-20 saniyesinde pulmoner kan akımındaki artış ile beraber oksijen tüketimi değerinde ani ve keskin bir artış meydana gelir, Bu evreye kardiyodinamik komponent denir (Burnley ve Jones, 2007). Kardiyodinamik evrenin bitiş noktası ile yaklaşık olarak egzersizin üçüncü dakikasında steady state seviyesine ulaşılmasıyla son bulan noktaya kadar olan evreye ise birinci komponent denilmektedir ve bu evrede oksijen tüketimi değerinde hızlı bir artış söz konusudur. Birincil komponentin sonlanma noktası olan egzersizin yaklaşık üçüncü dakikasından  $\text{Max.VO}_2$  değerine ulaşılana kadar olan ve genelde egzersizin üçüncü dakikası ile bitiş arasındaki  $\text{VO}_2$  değerini temsil eden kısma ise  $\text{VO}_2$  yavaş komponent adı verilmektedir (Xu ve Rhodes, 1999; Whipp ve Wasserman, 1972).  $\text{VO}_2$  yavaş komponentin büyüklüğü egzersizin süresine bağlıdır (Xu ve Rhodes, 1999). Literatürde  $\text{VO}_2$  yavaş komponentin yaklaşık olarak 1.0 L/dk.'dan daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Xu ve Rhodes, 1999; Whipp, 1987; Whipp ve Ward, 1990; Roston ve diğerleri, 1987).



Şekil 3. Sağlıklı bir bireyin ağır şiddetli egzersize verdiği oksijen tüketimi ( $VO_2$ ) cevapları

Egzersize verilen  $VO_2$  cevaplarını anlayabilmek için Gaesser ve Poole (1996) ve Whipp (1987)'in önerdiği gibi egzersizi şiddetine göre üç bölgeye ayırarak incelemek gerekmektedir (Xu ve Rhodes, 1999). Genellikle  $VO_2$  ile belirtilen pulmoner gaz değişim durumu ve kan laktat konsantrasyonunun ölçümü ile ifade edilen kanın asit-baz denge durumu aracılığıyla şiddeti sürekli artan bir egzersizde orta, ağır ve yüksek şiddetli egzersiz bölgesi olmak üzere üç egzersiz bölgesinden bahsetmek mümkündür (Burnley ve Jones, 2007). Bu üç egzersiz şiddeti bölgesinde egzersize verilen  $VO_2$  kinetikleri farklılaşmaktadır. Orta şiddetli egzersiz bölgesi, egzersizin başlangıcıyla laktat eşiği veya anaerobik eşik olarak ifade edilen değer arasındaki bölgeyi kapsamaktadır ve bu şiddet bölgesinde yapılan egzersizlerde kan laktat değerlerinde anlamlı bir artış gözlenmez (Xu ve Rhodes, 1999). Orta şiddetli egzersiz bölgesinde  $VO_2$  egzersizin başlangıcını takip eden yaklaşık ilk 20 saniyelik zaman periyodunda keskin bir artış gerçekleştirir ve bu evre kardiyodinamik komponenttir. Daha sonra  $VO_2$  değeri hızlı bir artış gerçekleştirir ve birincil komponent dediğimiz bu evre egzersizin üçüncü dakikasında steady state seviyesine ulaşılan anaerobik eşik veya laktat eşiği değerine tekabül eden üst sınırdan son bulur (Burnley ve Jones, 2001). Orta şiddette devam edildiğinde, uzun süre egzersiz yapılabilir ve yorgunluğun ortaya çıkması geciktirilir. Ağır şiddetli egzersiz bölgesi ise, alt sınırını anaerobik eşik veya laktat eşiği değerinin, üst sınırını ise kritik güç veya kritik hız değerinin oluşturduğu egzersiz bölgesidir. Ağır şiddetli egzersiz bölgesi, orta şiddetli egzersiz bölgesinde olduğu gibi kardiyodinamik ve birincil komponenti ihtiva eder. Ağır şiddetli egzersiz bölgesinde birincil komponentte  $VO_2$  değeri üstel olarak artış göstermeye devam ederken, bir müddet sonra  $VO_2$  yavaş komponent ortaya çıkmaya başlar (Xu ve Rhodes, 1999) ve  $VO_2$  yavaş komponentin etkisiyle steady state seviyesine ulaşma

yaklaşık olarak 10-20 dakika geciktirilir (Burnley ve Jones, 2007).  $VO_2$  yavaş komponentin ortaya çıkmasının laktat birikiminin başlangıcıyla yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir (Xu ve Rhodes, 1999). Yüksek şiddetli egzersiz bölgesi ise kritik güç veya kritik hız değerinden başlayıp Max. $VO_2$  değerine tekabül eden egzersiz şiddetinde son bulmaktadır. Yüksek şiddetli egzersiz bölgesinde,  $VO_2$  değerinin dengelenmesi gibi bir durum söz konusu değildir (Xu ve Rhodes, 1999). Yüksek şiddetli egzersiz bölgesinde yorgunluk oluşana kadar  $VO_2$  değeri artar ve Max. $VO_2$  değerine ulaşılır. Egzersiz şiddeti Max. $VO_2$  değerindeki egzersiz şiddetinden düşük olursa,  $VO_2$  yavaş komponent süreklilik gösterir ve bu egzersiz bölgesinde non-steady state durumu söz konusudur (Burnley ve Jones, 2007). Kritik güç veya kritik hız konsepti açısından bakıldığında yüksek şiddetli egzersiz bölgesinde anaerobik iş kapasitesi (AİK) veya anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) ile belirtilen sınırlı anaerobik enerji kaynakları da kullanılmaktadır ve bu egzersiz bölgesinde organizma egzersizde ihtiyaç duyduğu oksijeni alamadığından dolayı yorgunluk oluşturan metabolitlerin birikimi hızlanmaktadır (Burnley ve Jones, 2007).



Şekil 4. Egzersiz şiddetinin sürekli arttığı farklı şiddetlerdeki egzersizlere verilen oksijen tüketimi ( $VO_2$ ) cevapları (Xu ve Rhodes, 1999).

Egzersizde oksijen kullanımı laktik asit oluşumu açısından kritik öneme sahiptir. Organizmanın egzersizde enerji üretiminde kullandığı oksijen miktarı azaldıkça, egzersiz sonucu oluşan ve yorgunluğa sebebiyet veren laktik asidin üretimi artmaya başlar. Laktik asit üretiminin artması organizmanın enerji üretme ve dolayısıyla iş yapma yeteneğini kısıtlar. Oksijenin önemi bu noktada ortaya çıkmaktadır. Ortamda oksijenin bulunması sonucunda laktik asidin organizmadan uzaklaştırılması mümkün olabilirken, oksijen eksikliğinde yorgunluğun ortaya çıkması hız kazanmaktadır. Aerobik dayanıklılığı üst

düzeyde olan sporcular, Max.VO<sub>2</sub> değerlerinin de yüksek olması sonucunda egzersizde aerobik enerji sistemini daha çok kullanarak yorgunluğu geciktirirler. Organizmanın egzersizde oksijen kullanabilme kapasitesi bu bakımdan son derece önemlidir. Max.VO<sub>2</sub> değerinin ortaya çıktığı yüksek şiddetli egzersiz bölgesinin alt sınırını oluşturan kritik hız değeri sporcuların aerobik kapasitelerinin göstergelerinden biridir ve Max.VO<sub>2</sub> değeri ile yakından ilişkilidir.

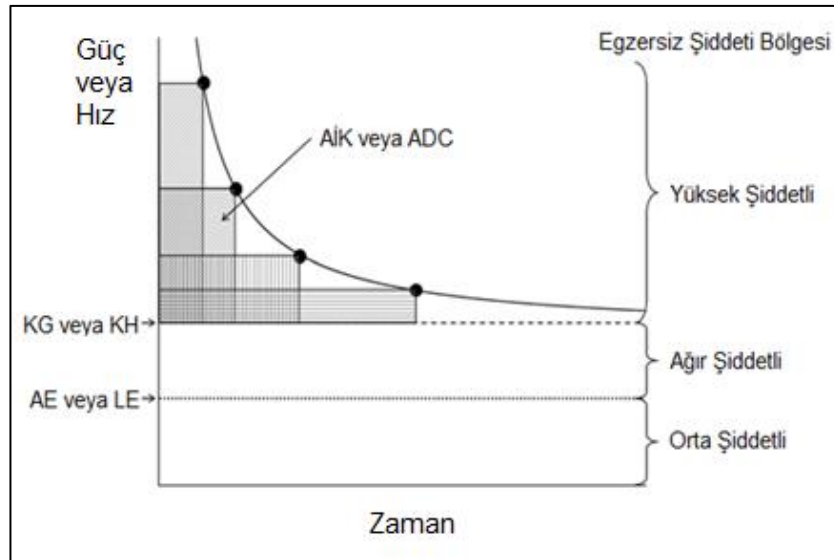
#### 2. 1. 4. Kritik Hız ve Anaerobik Eşik

Anaerobik eşik değeri, sporcuların dayanıklılık düzeylerini test etmek, değerlendirmek ve buna göre antrenman programları oluşturmak için kullanılan anahtar bir konsepttir (Carey, Pliego ve Raymond, 2008). Anaerobik eşik, egzersizde laktat üretimin oranının laktat oksidasyon oranını geçtiği ve bunun sonucu olarak da kanda laktat yoğunluğunun artmaya başladığı fizyolojik noktadır (Ignjatović, Hofmann ve Radovanović, 2008). Çelik, Koşar, Korkusuz ve Bozkurt (2005) ise anaerobik eşik parametresinin, üzerindeki egzersiz şiddeti değerlerinde gaz değişimindeki değişikliklerle bağlantılı olarak metabolik asidoza sebebiyet veren kan laktat konsantrasyonundaki keskin ve ani artışın olduğu maksimal egzersiz şiddetindeki VO<sub>2</sub> değeri olduğunu ve dayanıklılık sporlarında bu parametrenin performansın önemli bir göstergesi olduğunu ifade etmişlerdir. Anaerobik eşik değeri, 4 mmol/L.. laktat değerine tekabül eden egzersiz şiddetidir ve bu egzersiz şiddetinde laktatın kanda birikimi ile kandan uzaklaştırılması dengelenmektedir (Gobatto ve diğ., 2001).

Anaerobik eşik değerinin üzerindeki egzersiz şiddetlerinde, kan laktat birikimi hızlanmakta ve artan laktat birikimi nedeniyle oluşan yorgunluk performansı limitlenmektedir ve belirli bir süre sonra tükenme meydana gelerek egzersiz sona erdirilmektedir. Anaerobik eşik değeri, antrenman programlarının düzenlenmesinde sıklıkla kullanılan önemli bir parametredir. Anaerobik eşik değerinin uygulanan antrenmanlar ile yükseltilmesi sonucunda, laktat toleransının artması sonucu sporcular daha uzun süre egzersize devam edebilmekte, başka bir deyişle sporcuların dayanıklılık seviyeleri artmış olmaktadır. Anaerobik eşik değerleri vasıtasıyla kişiye özel antrenman programları hazırlanabilmekte ve planlı ve programlı olarak sporcuların performans artışları sağlanabilmektedir.

Kritik hız kavramı teorik olarak, uzun süreli bir egzersizde steady state durumunun başarıldığı en yüksek metabolik oranı ifade etmektedir (McLellan ve Cheung, 1992). Almeida ve diğ. (2008) ise kritik hız değerinin VO<sub>2</sub> değerinde ve kan laktat konsantrasyonunda tedrici bir artış olmaksızın uygulanabilen en yüksek egzersiz şiddetini ifade ettiğini belirtmişlerdir. Egzersiz şiddeti bölgeleri açısından bakıldığında, anaerobik

eşik değeri orta şiddetli egzersiz bölgesinin üst ve ağır şiddetli egzersiz bölgesinin alt sınırını oluştururken, kritik hız değeri ağır şiddetli egzersiz bölgesinin üst ve yüksek şiddetli egzersiz bölgesinin alt sınırını oluşturmaktadır (Şekil 5). Başka bir deyişle anaerobik eşik değeri, orta ve ağır şiddetli egzersiz bölgesi arasındaki sınırı oluşturur ve yaklaşık olarak Max.VO<sub>2</sub> değerinin % 60-75'ine tekabül eder (Brickley, Doust ve Williams, 2002; Jones ve Doust, 2001). Kritik hız değeri de ağır ve yüksek şiddetli egzersiz bölgesi arasındaki sınırı teşkil eder. Poole ve diğerleri (1990) kan laktat ve VO<sub>2</sub> değerinin, kritik hız değerinden düşük şiddette yapılan egzersizlerde steady state değerine erişirken, kritik hız değerinin üzerindeki şiddetlerde yapılan egzersizlerde zamanla artış göstermeye devam ettiğini ifade etmiştir (Jones ve Doust, 2001). Bu bilgilerden de anlaşılacağı üzere kritik hız parametresi anaerobik eşik parametresinin daha üzerindeki egzersiz şiddeti bölgesi olan ağır şiddetli egzersiz bölgesinden yüksek şiddetli egzersiz bölgesine geçiş kapısıdır.



Şekil 5. Egzersiz şiddeti bölgeleri ve kritik hız (KH) veya kritik güç (KG) değeri (Jones ve diğ., 2010).

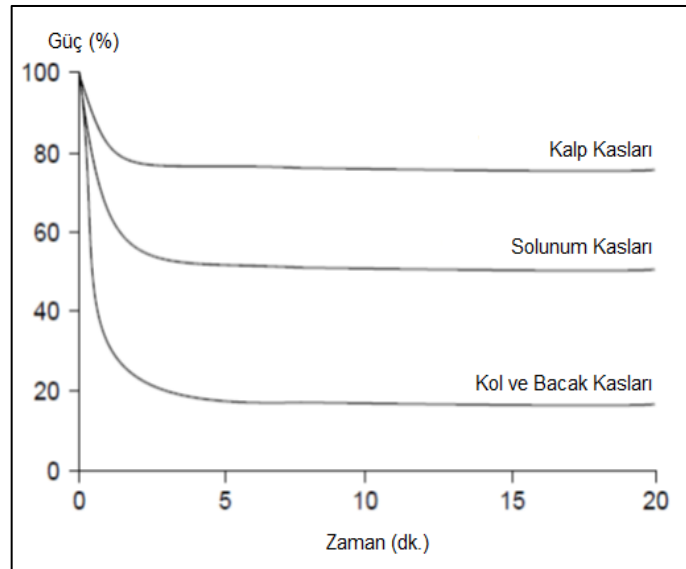
Şekil 5'te egzersiz şiddeti bölgelerine göre anaerobik eşik (AE) veya laktat eşiği (LE) ve kritik hız (KH) veya kritik güç (KG) değerlerinin yerleşimi gösterilmektedir (Jones ve diğ., 2010). Anaerobik eşik (AE) veya laktat eşiği (LE) değerinin orta şiddetli ve ağır şiddetli egzersiz bölgeleri arasındaki sınırı, kritik hız (KH) veya kritik güç (KG) değerinin de ağır ve yüksek şiddetli egzersiz bölgesi arasındaki sınırı oluşturduğu ve 'W' ile ifade edilen kavramın da anaerobik iş kapasitesi (AİK) veya anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) parametresi olduğu görülmektedir. Kritik hız (KH) veya kritik güç (KG) değerinin yaklaşık olarak Max.VO<sub>2</sub> değerinin % 80'i seviyesine tekabül ettiği belirtilmektedir (Jones ve diğ., 2010).



De Almeida ve diğeri (2008) yaptıkları araştırmada, anaerobik eşik değerinin kritik hız ve Max.VO<sub>2</sub> değeriyle anlamlı derecede ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Söz konusu araştırmada ayrıca, literatürde birçok araştırma sonucunda ifade edildiği gibi kritik hız değerinin de Max.VO<sub>2</sub> değeri ile anlamlı derecede ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Kritik hız değerinin anaerobik eşik değeri ile ilişkili bir kavram olması, sporcuların performanslarının kritik hız değerleriyle rahatlıkla izlenebileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

### 2. 1. 5. Kritik Hızı Belirleyen Mekanizmalar

Egzersizde sadece baskın olarak kullanılan kas gruplarının çalışması söz konusu değildir. Egzersizde solunum ve dolaşım sistemi de son derece aktif olduklarından dolayı, solunum ve kalp kasları da aktivitenin türüne göre en az baskın olarak kullanılmakta olan kas grupları kadar kullanılmaktadır. Solunum ve kalp kasları egzersiz sırasında dinlenim durumundan daha yüksek şiddette çalışmaktadırlar (Walsh, 2000). Egzersizde baskın olarak kullanılan kol ve bacak kaslarıyla, solunum ve kalp kaslarının kritik güç değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek kritik güç değerine kalp kasının sahip olduğu, ikinci sırada solunum kaslarının yer aldığı ve en düşük kritik güç değerlerine ise kol ve bacak kaslarının sahip olduğu görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Kol ve bacak kaslarıyla kalp ve solunum kaslarının kritik güç (KG) değerlerinin karşılaştırılması (Walsh, 2000).

Bu bilgilerden hareketle kritik güç dolayısıyla da kritik hız parametresini belirleyen mekanizmaları genel itibariyle kas kitlesi ve kasın oksijen desteği olarak iki başlık altında toplamak mümkündür.

### **2. 1. 5. 1. Kas Kitlesi**

Kas kitlesi artışı dayanıklılık gerektiren spor branşlarında çok önemli bir faktördür. Önemli bir aerobik dayanıklılık parametresi olan kritik hız değeri de kas kitlesi ile yakından ilgilidir. Büyük kas gruplarından oluşan bacak kaslarının maksimum kuvvet değerlerinin daha küçük kas gruplarından oluşan kol kaslarının maksimum kuvvet değerlerinden daha yüksek olduğu halde, maksimum kuvvet değerinin % 15'ine tekabül eden kritik kuvvet (kritik güç konseptinin kuvvet egzersizlerine uyarlanmış şekli) değeri kol ve bacak kas grupları arasında benzerlik göstermektedir (Monod ve Scherrer, 1965; Walsh, 2000). Bu bulgudan hareketle büyük kas gruplarının küçük kas gruplarına göre kritik kuvvet değerlerinin dolayısıyla kritik güç ve kritik hız değerlerinin de daha yüksek olduğu söylenebilir (Walsh, 2000). Kas kitlesi fazla olan sporcuların egzersizde daha yüksek kuvvet ortaya çıkardıkları bilinen bir gerçektir. Sporcuların daha yüksek kuvvet değerlerine sahip olması performansı yükselten bir olgudur. Daha çok kuvvet oluşturulmasını sağlayan ana faktör olan kas kitlesinin artışı, kasın kritik güç ve kritik hız değerinin de yükselmesini sağlar (Walsh, 2000). Walsh (2000)'a göre kasın kritik güç ve kritik hız değerini yükseltmek için kas kitlesini arttırma yaklaşımı üç dezavantaja sahiptir. Bu dezavantajlardan birincisi, kritik güç ve kritik hız değerinin artmasıyla beraber kasların çapraz kesit bölgelerinin de üç kat artması gerektiği, aksi takdirde salt kritik güç ve kritik hız değerinde artış olacak, kritik gücün ve kritik hızın yüzdelerik değerleri değişmeyecektir (Walsh, 2000). Walsh (2000) dezavantaj teşkil eden ikinci durumun, kalp ve solunum sistemi kaslarının ulaşacakları maksimum kitlenin bir sınırı olmasından ve bu kasların kitlesinde sınırsız bir artışın söz konusu olmamasından, üçüncü durumun ise kritik güç ve kritik hız değerinin üzerindeki egzersiz şiddetlerinin yorgunluğu tetikleemesinin homeostatik sistemi olumsuz etkilenmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Homeostatik sistem açısından bakıldığında, kritik gücün ve kritik hızın yüzdelerik değerlerinin düşük olması, sistemin yorulma olasılığını arttırdığından dolayı olumsuz bir durumdur (Walsh, 2000). Bu faktörler kas kitlesindeki artış ile kritik güç ve kritik hız değerindeki artış arasındaki ilişkiyi olumsuz etkilese de, kas kitlesindeki artışın aerobik dayanıklılık açısından son derece önemli olduğu bilinen bir gerçektir. Dolayısıyla kas kitlesi artışının kritik güç ve kritik hız değerlerinin artışı için önemli faktörlerden biri olduğu ifade edilebilir.

### **2. 1. 5. 2. Kasın Oksijen Desteği**

Egzersizde kaslara gönderilebilen oksijen miktarı son derece önemlidir. Kaslarda fiziksel egzersiz için enerji deposu vazifesi gören ATP'nin yenilenebilmesi ve bu yenilenme işleminin oksijen vasıtasıyla yorgunluk oluşmadan yapılabilmesi sporcuların

performansı için önem arz etmektedir. Kanda oksijen taşıyan protein yapıdaki maddeye hemoglobin ismi verilmektedir. Hemoglobinler kas dokularına oksijen taşıma görevi yaparlar. Kanda hemoglobin vasıtasıyla taşınan oksijen, iskelet kasında bulunan myoglobin isimli protein yapıdaki madde tarafından depolanır. Egzersizde kanda bulunan hemoglobin ile kas dokularına taşınan oksijen, kasta oksijen depolama görevi olan myoglobin vasıtasıyla kandan hücrenin enerji üretiminde görev alan mitokondrilere difüze olur.

Kasın oksijen desteği için kasa olan kan akışı çok önemlidir. Kan akımı sayesinde kasa oksijen gönderilebilir ve atık maddeler kasta uzaklaştırılabilir. Kasa olan kan akımının düşmesi ile beraber kasa gönderilen oksijen miktarının azalması ve kastaki atık maddelerin yeterince uzaklaştırılmaması sonucu yorgunluk oluşumu hız kazanır. Kritik hız kavramı açısından bakıldığında, kasın tükenme oluşmaksızın uzun süre egzersize devam edebilme yeteneği ne kadar yüksekse, oksijen kullanma kapasitesinin ve dolayısıyla kritik güç ve kritik hız değerinin de bir o kadar yüksek olduğu anlamına gelir (Walsh, 2000). Kasın oksijen desteğini etkileyen faktörler ise, metabolik değişim ve difüzyon mesafesidir (Walsh, 2000).

### **2. 1. 5. 2. 1. Metabolik Değişim**

Kasın oksijen desteği için arteriyel kan ile kas arasında oksijen basıncı açısından farklılık olması gerekir. Oksijenin kandan kas hücrelerine difüze olmasından önce oluşması gereken bu basınç farkına metabolik aktivite farklılığı denir ve bu farklılık oksijen basıncının kaslara kan taşıyan kılcal damarlarda (kapiller) yüksek, kas mitokondrielerde daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Walsh, 2000). Kapiller ve mitokondrieler arasındaki bu oksijen basıncı farklılığı, oksijenin kaslara bırakılmasına imkan tanır ve oksijen mitokondrieler vasıtasıyla kas hücrelerinde ATP sentezi için kullanılır. Kapiller oksijen basıncının yüksek, mitokondrielerin oksijen basıncının düşük olması, ATP'nin sentezinin sürdürülebilmesi için metabolik değişimin artmasını sağlar (Walsh, 2000).

Kasların oksijen desteğini etkileyen en önemli faktörlerden biri de oksijen azlığı (hipoksi) durumudur. Kas hücreleri oksidatif metabolizmanın en düşük metabolik stres oluşacak şekilde sürdürülmesini sağlamak için hücre içi oksijen basıncını her zaman yüksek tutmak istemektedir fakat hipoksiden dolayı arteriyel kanın oksijen basıncının düşük olması, metabolik değişimin normal şekilde devam edebilmesi için mitokondrielerin oksijen basıncının düşürülmesini zorunlu kılmaktadır ve kas hücresi aerobik metabolizma substratlarının konsantrasyonunu arttırarak ATP sentezini aerobik metabolizma ile sürdürmeye çalışır (Walsh, 2000). Hipoksi ortamda tüm bu mekanizmalarla ATP sentezi daha çok uyarılmış olur ve normal şartlardakine oranla hücredeki ADP, fosfat ve kreatin

miktarında artış oluşur (Walsh, 2000; Linnarsson, Karlsson, Fagraeus ve Saltin, 1974). Hipoksi sonucu kas hücrelerine taşınan oksijenin yarı yarıya düşmesi durumunda mitokondrilerde oksijen kullanımı da benzer bir şekilde azalma gösterecektir (Walsh, 2000).

Egzersiz sırasında metabolik değişimin miktarı, kapiller oksijen basıncının artışı ve kas hücrelerindeki mitokondrilerin oksijen basıncının düşmesi sonucu belirlenir (Walsh, 2000). Egzersize başlandığında kaslara kan akımında bir artış oluşur. Kaslara kan akımının artması neticesinde, arteriyel kanın oksijen basıncı artarken, hücre içi oksijen basıncı düşüş gösterir. Hücre içi oksijen basıncının düşmesi hücre içi metabolik değişim miktarının düşmesine sebep olur ve mitokondrilerin işleviyle doğrudan alakalı olan substratların mitokondriyal solunumu daha fazla uyarmaları sonucunda mitokondrilerin oksijen basıncında düşüş meydana gelir (Walsh, 2000). Böylece kas dokulara oksijen iletilmesi için gereken ortam hazırlanmış olur ve metabolik değişim gerçekleşir. Tüm bu işlemlerin sonucunda kas dokulara aktarılan oksijen sayesinde ATP sentezine aerobik metabolizma ile devam edilir.

### **2. 1. 5. 2. 2. Difüzyon Mesafesi**

Fick difüzyon yasasına göre difüzyon mesafesi oksijen tüketimi açısından büyük öneme sahiptir. Fick difüzyon yasası şu eşitlikle ifade edilmektedir (Walsh, 2000):

$$VO_2 = A * D * (P_1 - P_2) / L^2$$

Bu eşitlikte  $VO_2$  oksijen tüketimini, A difüzyon yüzey alanını, D difüzyon katsayısını,  $P_1-P_2$  kan ile kas mitokondrileri arasındaki oksijen basıncı farkını, L difüzyon mesafesini (dokunun kalınlığı) ifade eder. Bu eşitliğe bakıldığında difüzyon mesafesinin yarıya düşmesinin oksijen desteğini 4 kat artırdığı görülmektedir (Walsh, 2000).

Dayanıklılık antrenmanları sonucunda, mitokondriyal elektron taşıma zincirinin enzim aktivitelerinde ve mitokondriyal protein konsantrasyonunda artış meydana gelir ve eş zamanlı olarak kapiller desteğin artmasıyla beraber glikolitik metabolizma desteğinin azalması ve asit-baz dengesinin daha sıkı kontrolü sonucunda kaslar egzersizde enerji kaynağı olarak yağı daha çok kullanmaya başlar (Hawley, 2002). Dayanıklılık antrenmanlarıyla kapiller ve mitokondri yoğunluğunda meydana gelen artış, oksijenin kaslara difüzyon mesafesinin azalmasını sağlar (Walsh, 2000). Difüzyon mesafesinin azalması metabolik değişimi de etkilemektedir. Difüzyon mesafesinin azalması, verili bir submaksimal ATP kullanım oranını sürdürebilmek için ATP kullanım oranı gibi zorunlu metabolik değişimlerin daha az olmasını sağlar ve daha az metabolik değişim daha az metabolik stres ve yorgunluk birikimi anlamına gelmektedir (Walsh, 2000).

Dayanıklılık antrenmanlarıyla kapiller ve mitokondri yoğunluğunun artmasıyla beraber difüzyon mesafesinin azalması kasın oksijen desteğini etkileyen önemli bir faktördür. Bireyler arasında kapillerde yüksek ve mitokondrilerde düşük oksijen basıncına sahip olma temelinde gelişen maksimum metabolik değişim antrenmanlı ve antrenmansız bireyler arasında benzerlik göstermesine rağmen, esas farklılık dayanıklılık antrenmanlarıyla difüzyon mesafesinin azalmasından dolayı, aynı maksimum metabolik değişim işlemi sırasında antrenmanlı bireylerin antrenmansız bireylere göre daha fazla maksimum oksijen desteği sağlamalarından, başka bir deyişle Max.VO<sub>2</sub> değerlerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Walsh, 2000). Dayanıklılık antrenmanlarıyla kritik güç dolayısıyla kritik hız değerinin arttırılabileceği (Jenkins ve Quigley, 1992) gerçeği göz önünde bulundurulduğunda, dayanıklılık antrenmanlarıyla kritik güç ve kritik hız değerlerinde oluşacak artışın temelinde yatan faktörlerden birini de difüzyon mesafesindeki azalmanın temsil ettiği açıkça görülmektedir.

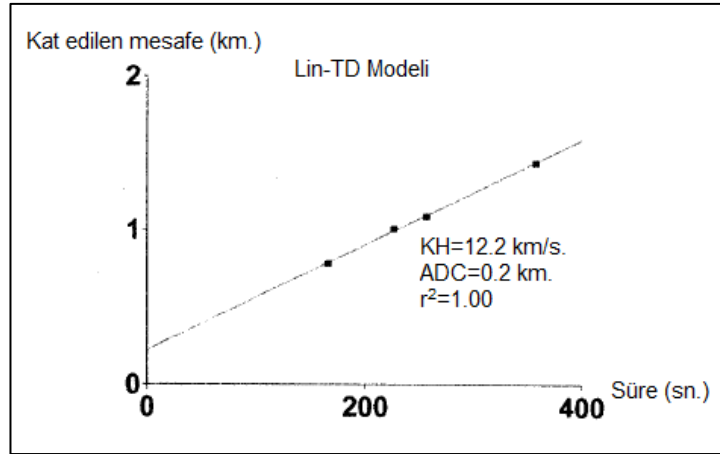
### **2. 1. 6. Kritik Hızın Tespitinde Kullanılan Matematiksel Modeller**

Kritik hız kavramını tespit etmek amacıyla matematiksel modeller kullanılmaktadır. Bu matematiksel modelleri beş başlık altında toplamak mümkündür.

Matematiksel modellerden birincisini doğrusal toplam mesafe modeli (Lin-TD) oluşturmaktadır. Lin-TD modeli kat edilen mesafe (TD) ile koşu süresi (t) arasındaki doğrusal regresyon analizi sonucu oluşturulmaktadır ve doğrusal regresyon analizi formülüyle ifade edilmektedir. Lin-TD modeli şu şekilde formülize edilmektedir:

$$TD = ADC + KH \times t$$

Lin-TD modelini ifade eden yukarıdaki formülde TD toplam kat edilen mesafeyi, ADC anaerobik mesafe kapasitesini, KH kritik hızı ve t koşu süresini göstermektedir. Formülün esasını, doğrusal regresyon analizi formülü oluşturduğundan dolayı, doğrusal regresyon analizi grafiğinde regresyon doğrusunun TD değerinin yer aldığı dikey eksenle kesiştiği nokta anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerini, regresyon doğrusunun eğimi ise kritik hız değerini vermektedir. Lin-TD modelinde farklı şiddetlerdeki birden fazla koşu testi sırasında kat edilen mesafe ile testlerin koşu süresi arasındaki doğrusal ilişkiden yola çıkılarak uygulanan doğrusal regresyon analizi ile kritik hız ve anaerobik mesafe kapasitesi parametreleri tespit edilmektedir.



Şekil 7. Lin-TD modeli ile kritik hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerinin tespiti (Housh, Cramer, Bull, Johnson ve Housh, 2001).

Kritik hız değerini tespit etmek için kullanılan modellerden ikincisi doğrusal hız modeli (Lin-V) olarak adlandırılmaktadır. TD değeri, hız (V) ile koşu süresinin çarpımından oluştuğu için  $TD = V \times t$  şeklinde ifade edilmektedir. Lin-TD modelinin formülünde TD değerinin yerine  $V \times t$  ifadesinin konulması sonucunda, Lin-V modelinin formülü oluşturulmuştur.

$$TD = ADC + KH \times t \quad (1)$$

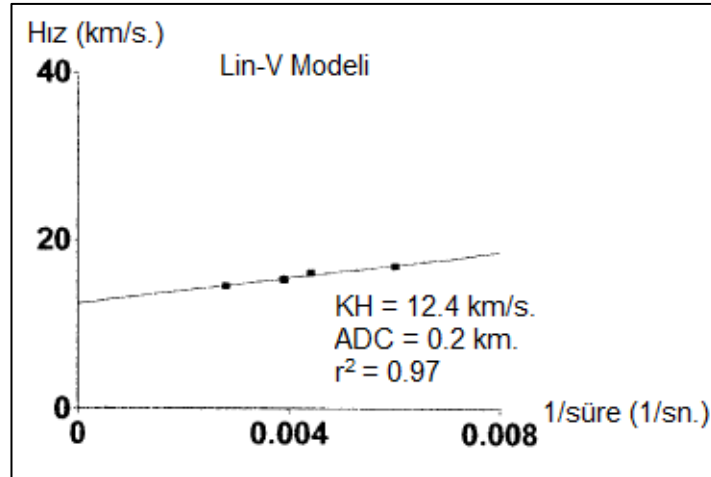
Yukarıda formülde  $TD = V \times t$  şeklinde düzenlendiğinde;

$$V \times t = ADC + KH \times t \quad (2)$$

Eşitliğin her iki tarafının t değerine bölünmesi sonucunda Lin-V modeli formülü şu şekilde ifade edilmektedir:

$$V = ADC \times (1/t) + KH \quad (3)$$

Formülde t değerinin (1/t) olarak ifade edilmesiyle, V değeri ile (1/t) değeri arasında doğrusal bir ilişkiden söz etmek mümkün olacaktır (Housh ve diğ., 2001). V değeri ile (1/t) değeri arasında uygulanan doğrusal regresyon analizi sonucunda regresyon doğrusunun V değerinin yer aldığı dikey eksenle kesiştiği nokta kritik hız değerini, regresyon doğrusunun eğimi ise anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerini vermektedir.



Şekil 8. Lin-V Modeli ile kritik hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerinin tespiti (Housh ve diğ., 2001).

Üçüncü matematiksel model ise 2 parametrelili doğrusal olmayan model (Non-2) olarak bilinmektedir. Bu matematiksel model  $V$  ve  $t$  değerleri arasındaki hiperbolik ilişkiyi yola çıkarak, Lin-V modelinin matematiksel formülünün aşağıdaki gibi düzenlenmesiyle ortaya çıkmıştır (Housh ve diğ., 2001):

$$V = ADC \times (1/t) + KH \quad (4)$$

KH değeri eşitliğin sol tarafına alındığında;

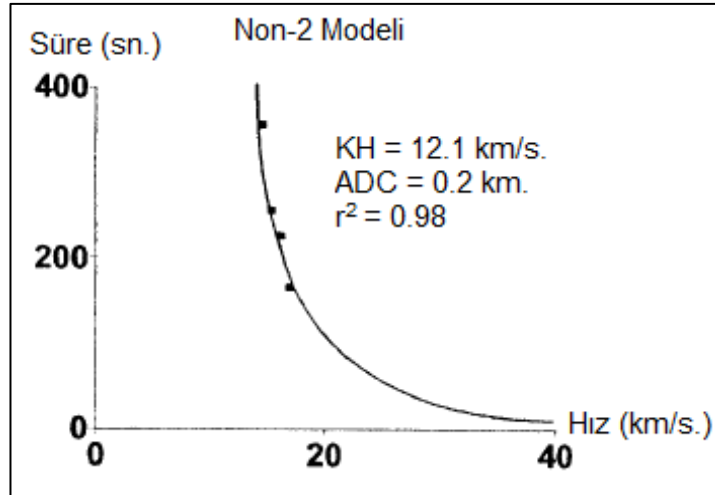
$$V - KH = ADC / t \quad (5)$$

Eşitliğin her iki tarafı da  $t$  değeri ile çarpıldığında;

$$(V - KH) \times t = ADC \quad (6)$$

Eşitliğin her iki tarafı  $(V - \text{kritik hız})$  değerine bölüldüğünde, Non-2 modelinin formülü şu şekilde oluşur:

$$t = ADC / (V - KH) \quad (7)$$



Şekil 9. Non-2 modeli ile kritik hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerinin tespiti (Housh ve diğ., 2001).

Dördüncü matematiksel model olan 3 parametrelili doğrusal olmayan model (Non-3) kritik hız değerini tespit etmenin bir diğer yoludur. Non-2 modelinin grafiğinde  $t$  değeri sıfıra yaklaştığında  $V$  değerinin sonsuz olma varsayımını ortadan kaldırmak için maksimal anlık hız ( $V_{max}$ ) parametresi Non-3 modeline eklenmiştir (Housh ve diğ., 2001; Bull, Housh, Johnson ve Perry, 2000; Gaesser, Carnevale, Garfinkel, Walter ve Womack, 1995; Morton, 1996). Bu modelde  $t$  değeri sıfır olduğunda  $x$  eksenini altındaki bir  $t$  çizgisi oluşmasıyla beraber  $x$  eksenini kesen noktadaki hız değeri,  $V_{max}$  parametresi olarak adlandırılmaktadır (Morton, 1996). Non-2 modeline bir  $k$  parametresi eklenir ve  $t$  değeri  $k$  değerine eşit olduğunda sıfır olmayan bir  $t$  çizgisi meydana gelmiş olur ve böylece  $V_{max}$  parametresini ihtiva eden Non-3 modeli oluşturulmuş olur (Housh ve diğ., 2001; Morton, 1996). Modelin oluşumu şu şekilde formülize edilebilir (Housh ve diğ., 2001):

Non-2 modeline  $t = k$  olduğundan dolayı  $k$  parametresi eklendiğinde;

$$t = \text{ADC} / (V - \text{KH}) + k \quad (8)$$

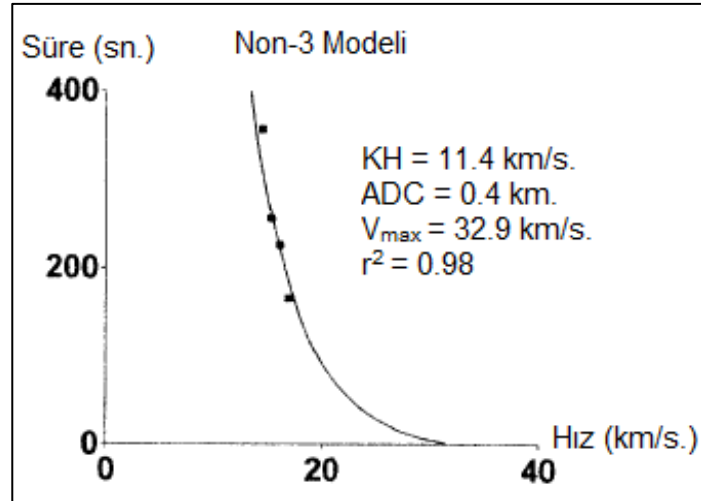
Modelde  $k$  ile  $V_{max}$  arasındaki ilişkiden dolayı,  $t = 0$  olduğunda  $V = V_{max}$  durumu ortaya çıkar ve eşitlik tekrar düzenlendiğinde  $k$  değeri şu şekilde ifade edilebilir;

$$k = - [\text{ADC} / (V_{max} - \text{KH})] \quad (9)$$

Eşitlikte  $k$  değerinin yerine yukarıdaki ifade konulduğunda, Non-3 modelinin formülü şu şekilde ifade edilir:

$$t = [\text{ADC} / (V - \text{KH})] - [\text{ADC} / (V_{max} - \text{KH})] \quad (10)$$

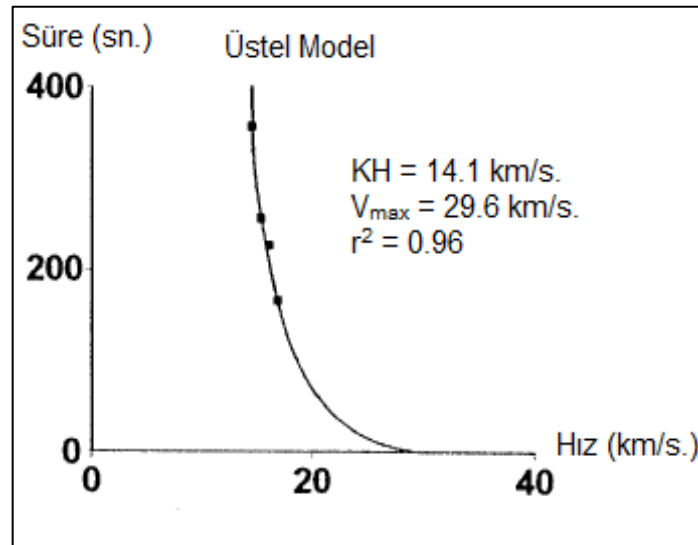




Şekil 10. Non-3 modeliyle kritik hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerinin tespiti (Housh ve diğ., 2001).

Matematiksel modellerden beşincisini üstel model (EXP) oluşturmaktadır. Bu modelde  $\tau$  ile sembolize edilen tanımsız zaman sabiti parametresi de bulunmaktadır. Bu modelde üstel fonksiyon olduğundan dolayı modele üstel model ismi verilmektedir. Üstel modelde  $t$  değeri çok küçük olduğunda,  $V$  değerinin sınırsız olmasını engellemek için  $V$  değerini gösteren  $x$  ekseninde  $V_{max}$  değeri oluşmaktadır (Housh ve diğ., 2001). Diğer modellerden farklı olarak üstel model ile anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) parametresi tespit edilmemektedir. Üstel model şu formül ile ifade edilmektedir:

$$V = KH + (V_{max} - KH) \times \exp(-t/\tau) \quad (11)$$



Şekil 11. Üstel model ile kritik hız (KH) değerinin tespiti (Housh ve diğ., 2001).

### 2. 1. 7. Kritik Hız Test Protokolleri

Kritik hız test protokolleri, farklı şiddetlerdeki iki veya daha fazla sayıdaki devamlı koşuların sporcuların tükenerek testi terk etmelerine kadar uygulanmasından oluşmaktadır. Kritik hız değerini tespit etmek amacıyla uygulanan test protokolleri, koşu bandında ve koşu pistinde yapılan test protokolleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Koşu bandında uygulanan kritik hız test protokollerine bakıldığında, kritik güç konseptini koşu bandında koşu egzersizine uyarlayan Hughson ve diğerleri (1984) altı koşucu üzerinde yaptıkları araştırmada, 2-12 dk. arasında tükenme süresi olan, 19.2-22.4 km/s. arasındaki altı farklı hız değerindeki koşuların koşu bandında uygulanmasından oluşan test protokolünü kullanmışlardır. Hill ve Ferguson (1999) ise Max.VO<sub>2</sub> değerindeki koşu hızının (vMax.VO<sub>2</sub>) % 95, 100, 105 ve 110'undaki koşu hızlarında olmak üzere dört koşu testi uygulayarak kritik hız test protokolünü oluşturmuştur. Kritik hız test protokollerinde, devamlı koşu testleri maksimal ve supramaksimal koşu hızlarından oluşturulmaktadır.

Koşu bandında testler arasında 20 dk. toparlanma süresi olacak şekilde, 3.6-6 m/sn. koşu hızı değerleri arasında dört devamlı koşu testi ile de kritik hız test protokolü oluşturulmaktadır (Florence ve Weir, 1997; Pepper ve diğ., 1992). Smith ve Jones (2001) 14.6-20.8 km/s. arasında değişen ve 2-12 dk. arasında tükenme süresi olan vMax.VO<sub>2</sub> değerinin % 100, 105, 110 ve 120'sindeki koşu hızlarından oluşan dört koşu testinden oluşan kritik hız test protokolünü koşu bandında uygulamışlardır. Bosquet, Duchene, Lecot, Dupont ve Leger, (2006) koşu bandında uyguladıkları yüklenme şiddeti giderek artan koşu testindeki maksimal koşu hızının % 95, 100, 105, 110 ve 120'sindeki koşu hızlarında beş testten oluşan test protokolünü koşu bandında uygularken, vMax.VO<sub>2</sub> değerinin % 90, 100, 105 ve 110'undaki koşu hızı değerlerinde dört koşu testi ile kritik hız test protokolü oluşturulabilmektedir (Smith ve diğ., 2009; Smith, Fukuda, Kendall ve Stout, 2010; Smith, Kendall, Fukuda, Cramer, Stout,2011; Fukuda ve diğ., 2010).

Bull, Housh, Johnson ve Rana (2008) sporcuların koşu bandında uyguladıkları koşu hızı giderek artan koşu testindeki performanslarına göre belirlenen ve 3-20 dk. arasında tükenme süresi olan farklı koşu hızı değerlerindeki dört veya beş koşu testi ile kritik hız değerini tespit ederken, Housh ve diğerleri (2001) ise 14.5 ile 19.3 km/s. arasında yer alan ve 2-12 dk. arasında tükenme süreleri olan dört devamlı koşu testini koşu bandında uygulayarak kritik hız değerini tespit etmiştir. Billat ve diğerleri (1995, 1998) ise vMax.VO<sub>2</sub> değerinin % 90, 100 ve 105'indeki koşu hızlarında üç devamlı koşu testini koşu bandında uygulayarak kritik hız değerini tespit etmişlerdir.

Carter, Pringle, Jones ve Doust (2002) kritik hız test protokolü olarak vMax.VO<sub>2</sub> değerinin % 90, 100, 110 ve 120'sindeki koşu hızlarında, tükenme süreleri 2-15 dk. arasında olan dört devamlı koşuyu koşu bandında uygulamışlardır. Carter ve Dekerle

(2014) arttırmalı koşu testinin son bir dakikasındaki koşu hızının % 85'inde 14 dk., % 90'ında 9 dk. ve % 95'inde 4 dk. olmak üzere koşu bandında üç devamlı koşudan oluşan protokolü kullanmıştır. Morton ve Billat (2000) ise kritik hız değerini tespit etmek için koşu bandında  $vMax.VO_2$  değerinin % 90, 100, 120 ve 140'ına tekabül eden koşu hızlarındaki devamlı koşuları kullanmıştır.

Kritik hız değerini tespit etmek amacıyla  $vMax.VO_2$  değerinin % 100, 110 ve 120'sindeki koşu hızı değerlerinde devamlı koşu testleri koşu bandında uygulanabilirken (Loures ve diğ., 2012; Zagatto ve diğ., 2013), tükenme süresi 3-10 dk. arasında değişen 5-7 devamlı koşu testleri de kullanılabilir (Hill, Vingren, Nakamura ve Kokobun, 2011). Bunun haricinde,  $vMax.VO_2$  değerinin % 90, 100 ve 110'undaki koşu hızında devamlı koşular da koşu bandında kritik hız belirlemek amacıyla uygulanabilir (Mucci ve Lesaignoux, 2008). Housh, Johnson, McDowell, Housh ve Pepper (1991,) tükenme süreleri 2-12 dk. olan 4-5.35 m/sn. arasındaki koşu hızı değerlerindeki dört devamlı koşuyu kritik hız değerini tespit etmek için koşu bandında uygulamışlardır.

Kolbe, Dennis, Selley, Noakes ve Lambert (1995) koşu bandında tükenme süreleri 2-12 dk. arasında değişen ve koşu hızı değerleri 17-25 km/s. arasında olan altı devamlı koşu testinden oluşan bir yöntemi kritik hız değerini belirlemek için kullanırken, Kranenburg ve Smith (1996) ise tükenme süreleri 3, 7, 13 dk. olan üç devamlı koşu testinin yardımıyla kritik hız değerini koşu bandında tespit etmiştir.

Tablo 1. Koşu Bandında Uygulanan Kritik Hız Test Protokolleri

Araştırma	Test Türü	Test Sayısı	Koşu Hızı Aralığı
Hughson ve diğ. (1984)	Koşu bandı	6	19.2-22.4 km/s.
Hill ve Ferguson (1999)	Koşu bandı	4	% 95, 100, 105, 110 $vMax.VO_2$
Florance ve Weir (1997) Pepper ve diğ. (1992)	Koşu bandı	4	3.6-6 m/sn.
Smith ve Jones (2001)	Koşu bandı	4	% 100, 105, 110, 120 $vMax.VO_2$
Bosquet ve diğ. (2006)	Koşu bandı	5	% 95, 100, 105, 110, 120 $vMax.VO_2$
Smith ve diğ. (2009,2010,2011), Fukuda ve diğ. (2010)	Koşu bandı	4	% 90, 100, 105, 110 $vMax.VO_2$

Tablo 1'in Devamı

Bull ve diğ. (2008)	Koşu bandı	4-5	3-20 dk. arasında tükenme süresi olan koşular
Housh ve diğ. (2001)	Koşu bandı	4	14.5-19.3 km/s.
Billat ve diğ. (1995, 1998)	Koşu bandı	3	% 90, 100, 105 vMax.VO <sub>2</sub>
Carter ve diğ. (2002)	Koşu bandı	4	% 90, 100, 110, 120 vMax.VO <sub>2</sub>
Carter ve Dekerle (2014)	Koşu bandı	3	% 85 vMax.VO <sub>2</sub> 'de 14 dk., % 90 vMax.VO <sub>2</sub> 'de 9 dk., % 95 vMax.VO <sub>2</sub> 'de 4 dk. koşular
Morton ve Billat (2000)	Koşu bandı	4	% 90, 100, 120, 140 vMax.VO <sub>2</sub>
Loures ve diğ. (2012) Zagatto ve diğ. (2013)	Koşu bandı	3	% 100, 110, 120 vMax.VO <sub>2</sub>
Hill ve diğ. (2011)	Koşu bandı	5-7	3-10 dk. arasında tükenme süresi olan koşular
Mucci ve Lesaignoux (2008)	Koşu bandı	3	% 90, 100, 110 vMax.VO <sub>2</sub>
Housh ve diğ. (1991)	Koşu bandı	4	4-5.35 m/sn.
Kolbe ve diğ. (1995)	Koşu bandı	6	17-25 km/s.
Kranenburg ve Smith (1996)	Koşu bandı	3	Tükenme süreleri 3, 7, 13 dk. olan koşular

Kritik hız değeri koşu bandında uygulanan test protokollerinin yanında koşu pistinde uygulanan test protokolleriyle de tespit edilebilmektedir. Koşu pistinde uygulanan iki veya daha fazla sayıda farklı mesafelerdeki koşu testleriyle kritik hız değeri tespit edilebilmektedir. Literatürde koşu pistinde uygulanan koşu testleri için farklı mesafeler kullanılmaktadır. Housh, Housh ve Bauge (1990) 1-10 dk. arasında süren iki farklı koşunun 5 dk. ve üzeri dinlenme aralıklarıyla uygulanmasıyla kritik hız değerinin tespit edilebileceğini ifade etmiştir. Ayrıca elit koşucular 1-15 dk. arasında Max.VO<sub>2</sub> değerine ulaşabildikleri için 1-15 dk. arasında süren koşular kritik hız değeri tespitinde

kullanılmaktadır (Di Prampero, 1999). Kritik hız değeri steady state ile non-steady state egzersiz şiddeti arasındaki sınırı teşkil etmesinden dolayı, Max.VO<sub>2</sub> değerini ortaya çıkaracak şiddette koşuların kritik hız değeri tespitinde kullanılması son derece normaldir.

Literatüre bakıldığında farklı mesafelerde koşularla kritik hız değerinin tespit edildiği görülmektedir. Berthoin, Baquet, Dupont, Blondel ve Mucci (2003) 150 m. uzunluğundaki koşu pistinde vMax.VO<sub>2</sub>'nin % 90, 95, 100, 105 ve 110'una tekabül eden hız değerlerindeki beş koşu ile kritik hız değerini tespit etmiştir. Simões ve diğerleri (2005) kritik hız testlerini 500 ve 3000 m. koşularından oluştururken, Blondel, Berthoin, Billat ve Lensel (2001) ile Billat ve diğerleri (1999) ise koşu pistinde vMax.VO<sub>2</sub>'nin % 90, 100, 120 ve 140'ındaki hız değerlerinde dört koşu ile kritik hız değerini tespit etmişlerdir. Denadai ve diğerleri (2005) ile De Lucas ve diğerleri (2012) koşu pistinde 1500 ve 3000 m. koşularını kullanarak kritik hız değerini tespit etmişlerdir. Berthoin ve diğerleri (2006) ise koşu pistinde vMax.VO<sub>2</sub> değerinin % 90, 100 ve 110'undaki hız değerlerinde uygulanan devamlı koşularla kritik hız değerini belirlemişlerdir. Kritik hız değerinin tespiti amacıyla koşu pistinde 800 ve 2400 m. koşuları da uygulanabilmektedir (Penteado ve diğ., in press). Farklı sürelerdeki koşularla da kritik hız test protokolleri oluşturulmaktadır. Schnitzler ve diğerleri (2010) sentetik zeminli koşu pistinde 3, 6 ve 12 dk. süren üç koşu ile kritik hız testlerini oluşturmuştur. Galbraith, Hopker, Jobson ve Passfield (2011) ise maksimum eforla yaklaşık 3 dk. süren 1200 m, 7 dk. süren 2400 m. ve 12 dk. süren 3600 m. koşularıyla kritik hız değerini tespit etmiştir. Gamelin ve diğerleri (2006) kritik hız değerinin tespiti için deneklere 6, 9 ve 12 dk. süren 3 koşu yaptırırken, Beck, Zagatto ve Gobatto (2014) ise maksimum efor uygulandığında koşu süreleri 1-6 dk. arasında değişen 3.61-6.66 m/sn. hız aralığındaki dört koşunun koşu pistinde uygulanmasıyla kritik hız değerini belirlemiştir. Kachouri ve diğerleri (1995) vMax.VO<sub>2</sub> değerinin % 95 ve 105'ine tekabül eden koşu hızlarındaki iki koşu ile kritik hız testlerini oluşturmuştur. Kranenburg ve Smith (1996) ise koşu pistinde ve koşu bandında tespit edilen kritik hız değerlerini karşılaştırdığı araştırmada, maksimum eforla koşu süreleri yaklaşık 3 dk.olan 907 m. koşusu, 7 dk. olan 2267.5 m. koşusu ve 13 dk. olan 4081.5 m. koşuları ile koşu pistinde kritik hız değerini belirlemişlerdir.

Tablo 2. Koşu Pistinde Uygulanan Kritik Hız Test Protokolleri

Araştırma	Test Türü	Test Sayısı	Koşu Tipi
Berthoin ve diğ. (2003)	Koşu pisti	5	% 90, 95, 100, 105, 110 vMax.VO <sub>2</sub>
Simões ve diğ. (2005)	Koşu pisti	2	500 ve 3000 m. koşuları
Blondel ve diğ. (2001) Billat ve diğ. (1999)	Koşu pisti	4	% 90, 100, 120, 140 vMax.VO <sub>2</sub>
Denadai ve diğ. (2005) De Lucas ve diğ. (2012)	Koşu pisti	2	1500 ve 3000 m. koşuları
Berthoin ve diğ. (2006)	Koşu pisti	3	% 90, 100, 110 vMax.VO <sub>2</sub>
Penteado ve diğ. (in press)	Koşu pisti	2	800 ve 2400 m. koşuları
Schnitzler ve diğ. (2010)	Koşu pisti	3	3, 6 ve 12 dk. koşuları
Galbraith ve diğ. (2011)	Koşu pisti	3	1200, 2400 ve 3600 m. koşuları
Gamelin ve diğ. (2006)	Koşu pisti	3	6, 9 ve 12 dk. koşuları
Beck ve diğ. (2014)	Koşu pisti	4	3.61-6.66 m/sn. arasındaki hız değerlerindeki koşular
Kachouri ve diğ. (1995)	Koşu pisti	2	% 95, 105 vMax.VO <sub>2</sub>
Kranenburg ve Smith (1996)	Koşu pisti	3	907, 2267.5 ve 4081.5 m. koşuları

Literatürde koşu bandında ve koşu pistinde uygulanan kritik hız test protokollerine bakıldığında farklı protokollerin uygulandığı göze çarpmakla beraber, genel itibariyle maksimal ve supramaksimal şiddetteki iki veya daha fazla sayıdaki devamlı koşulardan oluşan kritik hız test protokollerinin kullanıldığı görülmektedir.

### 2. 1. 8. Futbolda Aktivite Profilleri

Günümüzün popüler sporu olan futbol, antrenman biliminin getirdiği yeniliklerin de yardımıyla artık çok yüksek tempoda müsabakaların oynandığı bir spor branşı haline almıştır. Üst düzey futbolda müsabaka sırasında kayda değer derecede yüksek şiddetli aktivite uygulanmaktadır (Rostgaard, Iaia, Simonsen ve Bangsbo, 2008). Bu nedenle günümüz futbolunda futbolcuların üst düzey bir dayanıklılık seviyesine sahip olması ve yorgunluk ortaya çıkmaksızın yüksek şiddetli aktiviteleri müsabakanın sonuna kadar sürdürebilmeleri önem arz etmektedir.

75 kg. ağırlığında ve 60 ml/kg/dk. Max.VO<sub>2</sub> değerine sahip bir erkek futbol oyuncusunun müsabakada ortalama 5700 kilojoule enerji harcadığı ve müsabakadaki enerji tüketiminin, Max.VO<sub>2</sub> değerinin % 70'ine tekabül ettiği belirtilmiştir (Reilly, Bangsbo ve Franks, 2000). Uluslararası seviyedeki elit futbol oyuncularının 220'si yüksek şiddetli koşu olmak üzere bir müsabakada yaklaşık olarak 1350 aktivite uyguladıkları ifade edilmiştir (Mohr, Krstrup ve Bangsbo, 2003, 2005).

Carling (2010) Fransa 1. Futbol liginde futbol oynayan oyuncular üzerinde yaptığı araştırmada müsabakada topla uygulanan aktiviteleri ve kat edilen mesafeyi tespit etmiştir. Araştırma sonucuna göre müsabaka süresince ortalama 191.0 m. topla mesafe kat ettikleri ve bu mesafenin müsabakada kat edilen toplam mesafenin % 1.7 ± 0.7'sini oluşturduğu görülmektedir (Carling, 2010). Ayrıca aynı araştırmada topla kat edilen mesafenin % 34.3'ünün 19 km/s.'ten yüksek hızda, % 25.6'sının 14.1-19 km/s. arasındaki hızda, % 12.5'inin 11.1-14.0 km/s. arasındaki hızda ve % 27.6'sının 11.0 km/s'ten düşük hızda uygulandığı belirtilmiştir (Carling, 2010).

Elit seviyede oynanan futbolda, oyuncuların müsabakada 60 sn. aralıklarla yüksek şiddetli aktivite ve 4 dk. aralıklarla sprint uyguladıkları belirtilmektedir (Carling, Bloomfield, Nelsen ve Reilly, 2008). Ayrıca İngiltere Premier Ligi'nde futbol oynayan 55 profesyonel futbol oyuncusu üzerinde yapılan araştırmada oyuncuların müsabakada farklı şekillerde olmak üzere toplam 727 dönüş hareketi yaptıkları ortaya çıkarılmıştır (Bloomfield, Polman ve O'Donoghue, 2007). Bu verilerden de görüleceği üzere futbol oyunu çok değişken bir yapıya sahiptir ve oyuncular oyunun gereksinimlerine göre farklı aktiviteleri değişen frekanslarla uygulayabilmektedirler.

İngiltere Premier Ligi'nde 28 futbol müsabakasında farklı mevkilerde oynayan 370 futbol oyuncusu üzerinde yapılan araştırmada, müsabakanın toplam süresi baz alındığında oyuncuların % 5.6 durma (0-0.6 km/s. arası), % 59.3 yürüme (0.7-7.1 km/s. arası), % 26.1 jogging (7.2-14.3 km/s. arası), % 6.4 koşu (14.4 ± 19.7 km/s. arası), % 2.0 yüksek şiddetli koşu (19.8-25.1 km/s. arası) ve % 0.6 sprint (25.1 km/s. üzeri) uyguladıkları belirtilmiştir (Bradley ve diğ., 2009). Ayrıca aynı çalışmada müsabakada kat

edilen ortalama mesafe değerinin 10714 m. olduğu ve 14.4 km/s.'ten yüksek hızda kat edilen mesafe değerinin 2492 m., 19.8 km/s.'ten yüksek hızda kat edilen mesafe değerinin ise 905 m. olduğu tespit edilmiştir (Bradley ve diğ., 2009).

Danimarka 1. ve 2. futbol liginde futbol oynayan 14 oyuncu üzerinde yapılan araştırmada ise oyuncuların müsabakada yürüme ile 2100 m., jogging ile 5200 m., tempolu yürüyüş ile 2100 m., sprint ile 300 m. mesafe kat ettikleri tespit edilmiştir (Bangsbo, Nrregaard ve Thorse, 1991). Barros ve diğerleri (2007) ise Brezilya 1. Ligi'nde futbol oynayan 55 oyuncu üzerinde yaptıkları araştırmada oyuncuların müsabakada 0-11 km/s. arasındaki hız değerinde 5537 m., 11-14 km/s. arasındaki hız değerinde 1615 m., 14-19 km/s. arasındaki hız değerinde 1731 m., 19-23 km/s. arasındaki hız değerinde 691 m., 23 km/s ve üzerindeki hız değerinde ise 437 m. mesafe kat ettiklerini tespit etmiştir. Başka bir araştırmada ise, İspanya 1. Futbol Ligi'nde müsabakada yüksek şiddetli koşu (21-24 km/s. arası) ve sprint (24.1 km/s üzeri hızda) ile kat edilen mesafenin toplam kat edilen mesafeye göre yüzdelik değerlerinin sırasıyla stoper oyuncuları için % 2.1 ve 1.8, defansın sağ ve sol tarafında oynayan oyuncular için % 2.5 ve 2.3, defansif orta saha oyuncuları için % 2.9 ve 1.8, ofansif orta saha oyuncuları için % 3.1 ve 2, orta sahanın sağ ve sol kanadında oynayan oyuncular için % 2.5 ve 2.2, forvetler için % 2.8 ve 2.4 olduğu tespit edilmiştir (Dellal ve diğ., 2011).

Futbol yüksek şiddetli aktivitelerin sıklıkla uygulandığı bir spor dalıdır ve antrenman biliminin sağladığı katkıların da etkisiyle gün geçtikçe daha hızlı ve akıcı şekilde oynanmaktadır. Daha önce de vurgulandığı üzere dönüşlü koşular, sıçrama, sprint ve pozitif ivmelenmeli koşular gibi aktiviteleri içine alan yüksek şiddetli aktiviteler, futbol müsabakalarının sonucunu belirleyen en önemli faktörlere dendir. Yorgunluğu ortaya çıkaran ana faktör olan laktik asidi tolere ederek yüksek şiddetli aktivite uygulayabilme yeteneğine sahip futbol oyuncularına sahip olmak, müsabakayı kazanmak açısından futbol takımlarının en büyük avantajı olacaktır.

### **2. 1. 9. Kritik Hız ve Futbol**

Literatüre bakıldığında kritik hız değerini futbol oyunu ile ilişkilendiren çalışmalar yok denecek kadar azdır. İlk olarak Denadai ve diğerleri (2005) elit düzeydeki profesyonel futbol oyuncuları üzerinde yaptığı araştırmada, kan laktat birikiminin başlangıç noktası, maksimal laktat steady state (MLSS) ve kritik hız değeri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada koşu pistinde 1500 ve 3000 m. koşularını yaptırılarak kritik hız tespit edilmiştir ve araştırma sonucunda kan laktat birikiminin başlangıç noktası, maksimal laktat steady state (MLSS) ile kritik hız değeri arasında yüksek derecede ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca kritik hız değeri maksimal laktat steady state (MLSS) değerinden daha yüksek iken, kan



laktat birikiminin başlangıç noktası ile kritik hız değeri arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Loures ve diğerleri (2012) genç profesyonel futbol oyuncularında maksimal oksijen eksikliği miktarı, maksimal ve supramaksimal şiddetlerdeki koşuların tükenme sürelerinden oluşan koşu performansları ile Lin-TD ve Lin-V modellerine göre tespit edilen anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değeri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırma sonucuna göre, Lin-TD ve Lin-V modeliyle tespit edilen anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değeri ile  $v_{Max.VO_2}$  değerinin % 100 ve 110'undaki şiddetlerde uygulanan koşuların tükenme süresi ve koşu mesafesi arasında anlamlı derecede bir ilişki tespit edilemezken, sadece  $v_{Max.VO_2}$  değerinin % 120'si şiddetinde uygulanan koşunun tükenme süresi ve koşu mesafesi ile anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değeri arasında yüksek bir ilişki görülmüştür.

Clark, West, Reynolds, Murray ve Pettitt (2013) bayan futbol oyuncularında kritik hız değerine göre dizayn edilen iki farklı yüksek şiddetli interval antrenman programının kritik hız ve anaerobik mesafe kapasitesi değeri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Söz konusu araştırmada yüksek şiddetli interval antrenman periyodu öncesinde ve sonrasında uygulanan 3 dk. koşusunda, 150 ve 180 sn. sonunda kat edilen mesafe değerleri kullanılarak kritik hız ve anaerobik mesafe kapasitesi değerleri tespit edilmiştir.

Kritik hız değerlerinin tespitinde kullanılması hedeflenen futbola özgü bir saha testinin geçerliğinin belirlenmesini amaçlayan araştırmada, kritik hız değeri Lin-V modeliyle koşu bandında ve sahada uygulanan koşu testlerinden elde edilen koşu hızı ve koşu süresi değerleri vasıtasıyla belirlenmiş ve saha testleriyle elde edilen kritik hız değerinin, koşu bandı testiyle elde edilen kritik hız değerinden daha düşük olduğu ortaya çıkarılmıştır (Dunlop, 2013).

Futbol oyuncuları üzerinde kritik hız değeri ile ilgili çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Ayrıca hiçbir araştırmada oyuncuların futbol müsabakasındaki aktivite ve koşu hızı profilleri ile kritik hız değerleri arasındaki ilişki ele alınmamıştır. Futbolda aktivite ve koşu hızı profili oyuncuların performanslarının en önemli göstergesi konumundadır. Oyuncuların yüksek şiddetli koşu ve sprint uygulayabilme yeteneği müsabakanın kazanılmasında çok önemli bir yere sahiptir. Bu açıdan bakıldığında, futboldaki egzersiz şiddetinin bir göstergesi olarak koşu hızı profili ile kritik hız değeri arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması, futbolda performans kavramının kritik hız değeri açısından yorumlanmasını sağlayacak olan bulguların antrenman bilimine kazandırılmasına imkan verecektir.

## 2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Kritik güç kavramının koşu egzersizine uygulanan versiyonu olan kritik hız kavramı ile ilgili literatürde birçok çalışma mevcuttur. Kritik hız farklı açılardan ele alınarak incelenmiştir. Genellikle koşu bandında ve koşu pistinde yapılan testler olarak kritik hız testlerini iki başlık altında toplamak mümkündür. Kritik hız kavramı özellikle maksimal ve supramaksimal şiddetlerde uygulanan iki veya daha fazla sayıdaki koşu testinde, kat edilen mesafe ile koşu süresi arasında uygulanan doğrusal regresyon analiziyle tespit edilmektedir. Kritik hız tespitinde kullanılan maksimal ve supramaksimal şiddetteki koşular ise koşu bandında ve koşu pistinde yapılmaktadır. Kat edilen mesafe ve koşu süreleri farklı olduğundan dolayı, farklı mesafe değerlerine veya koşu sürelerine sahip devamlı koşular koşu pistinde veya sahada kritik hız değerinin tespitinde kullanılabilir.

Kritik hız değeri ile ilgili yapılan çalışmaların bir kısmı, genellikle farklı performans parametreleri ile kritik hız değeri arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Maksimal laktat steady state (MLSS), kan laktat birikiminin başlangıç noktası, anaerobik eşik gibi farklı performans parametreleriyle kritik hız arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırmalar genellikle fiziksel olarak aktif genç ve yetişkin bireyler üzerinde uygulanmıştır. Bazı araştırmalar ise, kritik hız tespitinde kullanılan matematiksel modellerin üzerine odaklanarak farklı matematiksel modellerle tespit edilen kritik hız değerlerini incelemiştir.

Aerobik performans parametresi olarak kabul edilen kritik hız, antrenmanların yönlendirilmesi amacıyla da kullanılabilir olduğundan dolayı, farklı antrenman metotlarının kritik hız üzerindeki etkisi incelenmiştir. Özellikle egzersiz şiddeti kritik hız veya  $v_{Max.VO_2}$  değerine göre belirlenen farklı antrenman periyotlarının kritik hız değeri üzerindeki etkileri araştırılarak, kritik hız değeri temel alınarak oluşturulan antrenmanların kritik hız üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmıştır. Buradan da görüleceği üzere kritik hız, antrenman periyotlamasında kullanılabilen bir performans indisidir.

Aerobik performansı değerlendirmek için sıklıkla kullanılan parametrelerden biri de anaerobik eşik değeridir. Anaerobik eşik değeri, egzersizde anaerobik yolla enerji üretiminin baskın hale geldiği ve bunun sonucunda organizmada laktat üretiminin artmaya başladığı egzersiz şiddetini ifade etmektedir. Literatürde anaerobik eşik değeri ile ilgili birçok araştırma olmasına rağmen, bu kavramı kritik hız değeri ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili ile bağlantılı olarak ele alan herhangi bir çalışmanın mevcut olmadığı görülmektedir.

Günümüzün popüler sporu olan futbolda performans penceresine kritik hız değeri açısından bakıldığında, futbol oyuncularını üzerinde yapılan çalışmaların çok azının kritik hız kavramı ile ilgili olduğu görülmektedir. Futbol, atlama, sıçrama, yön değiştirmeli koşular, dönüşler, sprintler ve interval koşular gibi birçok aktiviteyi içinde barındıran bir

spordur. Oyunun değişken yapısından dolayı farklı sıklıklarla yüksek şiddetli koşu ve sprint gibi anaerobik aktiviteler uygulanmasına rağmen, futbol müsabaka süresinden dolayı aerobik enerji sisteminin baskın olduğu bir spordur. Bir futbol müsabakasında oyuncular tarafından kat edilen ortalama mesafenin 10 km. civarında olduğu ve bu mesafenin büyük bir kısmının da aerobik enerji sistemi kullanılarak kat edildiği göz önünde bulundurulduğunda, futbolda iyi bir aerobik performans seviyesine sahip olmanın önemi açıkça görölmektedir. Aerobik performans parametrelerinden biri olan kritik hız değerinin, futbol müsabakasındaki koşu hızı profili ile ilişkisi bu noktada ön plana çıkmaktadır.

Futbol müsabakasındaki aktivite profilleri, araştırmacılar tarafından ilgi duyulan konuların başında gelmiştir. Futbol müsabakasındaki aktivite profilleri ile farklı testlerle tespit edilen performans parametreleri arasındaki ilişki antrenman biliminde ilgi çeken araştırma konularındandır. Bununla beraber kritik hız değerinin futbol oyuncularının performansı ile ilişkisini belirlemeyi hedefleyen herhangi bir çalışma literatürde mevcut değildir. Bu açıdan bakıldığında futbol oyuncularının performanslarını zirveye çıkarmak amacıyla uygulanacak antrenmanlara rehberlik etmesi amacıyla, futbolda müsabaka performansı ile kritik hız değeri arasındaki ilişki sorgulanmaya muhtaçtır. Saha ortamında uygulanacak olan devamlı koşu testleriyle tespit edilecek olan kritik hız değerinin, antrenman biliminde sıklıkla kullanılan bir diğer performans parametresi olan anaerobik eşik değeri ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili ile olan ilişkisini ortaya çıkarmayı hedefleyen araştırmamız, antrenman biliminde bu alanda var olan önemli bir eksikliği de giderecektir. Araştırmamız bu anlamda antrenman bilimine katkı sunmayı amaçlamaktadır.

### **3. YÖNTEM**

Araştırmanın modeli, araştırmanın evreni ve örnekleme, verilerin toplanması ve analizi ile ilgili yapılacak işlemler bu bölümde anlatılmaktadır.

#### **3. 1. Araştırmanın Modeli**

Araştırmada, nicel araştırma yöntemlerinden olan korelasyonel (ilişkisel) araştırma yöntemi kullanılmıştır. Korelasyonel araştırmalarda araştırmacı veri toplama sürecinde hiçbir müdahalede bulunmaz ve sadece ilgili değişkenleri tespit ederek değişkenler arasındaki ilişkileri inceler (Fraenkel ve Wallen, 2008; Karasar, 2014). Korelasyonel araştırmalarda korelasyon katsayısı (r) tespit edilir ve bu katsayı üzerinden ilişki yorumlanır. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişen değerler alır. Korelasyon katsayısı 0 olması durumunda iki değişken arasında herhangi bir ilişki söz konusu değildir. Korelasyon katsayısının değeri 0 ile -1 arasındaysa söz konusu değişkenler arasındaki ilişki negatif, 0 ile +1 arasındaysa söz konusu değişkenler arasındaki ilişki pozitif olarak adlandırılır. İki değişken arasında pozitif ilişki varsa, değişkenlerden birisinin değeri artış veya azalma gösterdiğinde diğer değişkenin değeri de buna paralel olarak artış gösterir veya azalır. Değişkenler arasındaki ilişki negatif ise değişkenlerden herhangi birisinin değeri artış gösterdiğinde diğer değişkenin değeri azalır veya iki değişkenden birinin değeri azalıyorsa diğerinin değeri artış gösterir. Değişkenler arasındaki ilişki düzeyi ise düşük, orta ve yüksek düzeyde ilişki olarak üç kategoriye ayrılmaktadır. Korelasyon katsayısı 0 ile 0.3 arasındaysa düşük, 0.3 ile 0.7 arasındaysa orta, 0.7 ile 1 arasındaysa yüksek düzeyde bir ilişki söz konusudur.

#### **3. 2. Evren ve Örneklem**

##### **3. 2. 1. Evren**

Araştırma U-21 (21 yaş altı) kategorisinde oynayan genç futbolcular üzerinde yapılmıştır. Türkiye Futbol Federasyonunun talimatına göre, 2014-2015 futbol sezonunda U-21 liginde mücadele edecek olan futbol kulüpleri, 16-21 yaş arasındaki genç oyuncuları müsabakalarda oynatabileceklerdir. Araştırma, Ordu ilindeki bir profesyonel futbol kulübünün U-21 takımında futbol oynayan genç oyuncular üzerinde yapılmıştır. Ordu ilindeki 16-21 yaş aralığındaki genç futbolcu sayısı, Türkiye Futbol Federasyonu'nun resmi

internet sitesinden tespit edilmiştir. Bu bağlamda, araştırmanın evrenini Ordu ilindeki 16-21 yaş aralığındaki 558 genç futbol oyuncusu oluşturmaktadır.

### 3. 2. 2. Örneklem

Araştırmanın örneklem grubunu Ordu ilindeki bir profesyonel futbol kulübünün U-21 takımında futbol oynayan 16-21 yaş aralığındaki 10 genç futbol oyuncusu oluşturmaktadır. Ölçümler, çalışmaya gönüllü olarak katılan U-21 futbol takımının oyuncularını üzerinde uygulanmış ve tüm testlere iştirak eden 10 oyuncunun verileri analize tabi tutulmuştur. Araştırma grubunun tanımlayıcı özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Araştırma Grubunun Tanımlayıcı Özellikleri

Değişken	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Yaş (Yıl)	10	19,1	1,0	18	21
Boy uzunluğu (cm.)	10	174,6	4,1	168	181
Vücut ağırlığı (kg.)	10	70,1	3,8	63,5	76

### 3. 3. Verilerin Toplanması

Araştırmanın veri toplama süreci ve araştırmada kullanılan veri toplama araçları bu bölümde detaylı olarak açıklanmaktadır.

#### 3. 3. 1. Veri Toplama Araçları

##### 3. 3. 1. 1. Boy Uzunluğu ve Vücut Ağırlığı Ölçüm Cihazı

Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri, elektronik ölçüm cihazı (Seca 769, Seca, Almanya) ile yapılmıştır (Resim 1). Elektronik ölçüm cihazı boy uzunluğunu 0.1 cm., vücut ağırlığını ise 0.01 kg hassasiyetle ölçmüştür.



Resim 1. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçüm cihazı

### 3. 3. 1. 2. Çelik Metre

Kritik hız değerini belirlemek için sentetik çim yüzeyli futbol sahasında yapılan 1500 ve 3000 m. koşu testlerinde, koşu parkurunun mesafesini belirlemek için 50 m. uzunluğunda çelik metre kullanılmıştır (Resim 2). Çelik metre vasıtasıyla sentetik çim yüzeyli futbol sahasında 361.2 m. uzunluğunda koşu parkuru oluşturulmuştur.



Resim 2. Çelik metre

### 3. 3. 1. 3. Kronometre

Kritik hız değerini tespit etmek için uygulanan 1500 ve 3000 m. koşularında, oyuncuların test süresi, el kronometresi (Casio Hs-80Tw-1Df, Casio, Tokyo, Japonya) ile saniye cinsinden belirlenerek kaydedilmiştir (Resim 3).



Resim 3. Kronometre

### 3. 3. 1. 4. Kalp Atım Monitörü

Genç futbol oyuncularının anaerobik eşik testi ve futbol müsabakası sırasındaki kalp atım hızı değerleri, telemetrik kalp atım monitörleri (Polar RS300X, Polar, Finlandiya) kullanılarak tespit edilmiştir (Resim 4).



Resim 4. Kalp atım monitörü

### 3. 3.1. 5. CD Çalar

Anaerobik eşik değerini tespit etmek amacıyla uygulanan koşu hızı kademeli olarak artan koşu testinde, koşu hızını belirten ses sinyalleri CD çalar (PRT-208, Premier Elektronik, İstanbul, Türkiye) vasıtasıyla verilmiştir (Resim 5). Oyuncular CD çalar ile verilmiş olan koşu hızını gösteren her ses sinyalinde, test parkurundaki 20 m. işaretlerini yakalayıp, belirlenen koşu hızında tükenene kadar testi sürdürmüşlerdir.



Resim 5. CD çalar

### 3. 3. 1. 6. Portatif Kan Laktat Ölçüm Cihazı

Oyuncuların anaerobik eşik değerleri, portatif kan laktat ölçüm cihazı (Lactate Pro, Arkray, Japonya) ile belirlenmiştir (Resim 6). Portatif kan laktat ölçüm cihazı, ölçüme başlamadan önce bir defaya mahsus olarak, cihaza ait kontrol stripi ile test edilerek, test değerinin cihaz için belirtilen referans değerleri ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilmiştir ve cihaz bunun haricinde herhangi bir kalibrasyon işlemine ihtiyaç duymamaktadır. Portatif kan laktat ölçüm cihazına ölçüm yapmadan önce tek kullanımlık test stripleri takılmıştır. Oyuncuların işaret parmağı uçlarından alınan 5 µl kan numunesi striplere temas ettirilmiştir ve cihaz 60 sn. sonunda kan laktat değerini tespit etmiştir. Karmaşık kalibrasyon işlemlerine gerek duymaması ve az miktarda kan numunesi ile kan laktat değerinin tespitine imkan vermesi, cihazı kullanışlı hale getirmektedir.





Resim 6. Portatif kan laktat ölçüm cihazı

### 3. 3. 1. 7. GPS Cihazı

Oyuncuların futbol müsabakasındaki koşu hızı profilleri (müsabakadaki orta şiddetli koşu (13-17.9 km/s.) ve yüksek şiddetli koşu (> 18 km/s.) sayısı, müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH), müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH), müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM), müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM), müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM)) değerleri GPS cihazları ile belirlenmiştir (SPI\_Pro, GPSports, Canberra, Avustralya) (Resim 7). GPS cihazları kendine özgü tasarlanmış olan yeleklere yerleştirilmiştir. GPS cihazları küresel konumlama sistemi adı verilen uydudan aldığı sinyalleri yorumlayarak konum belirlemesi yapan cihazlardır ve bu sistemle oyuncuların müsabakadaki koşu hızı değerleri, 5 Hertz frekansıyla tespit edilmiştir. Tespit edilen veriler cihazın yazılımı ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır.



Resim 7. GPS cihazı ve cihazın yerleştirildiği yelek

### 3. 3. 2. Veri Toplama Süreci

Veri toplama sürecinden önce tüm oyuncular, çalışma ve çalışmada uygulanacak test protokolleri hakkında bilgilendirilmişlerdir. Araştırma grubunu oluşturan tüm oyuncular, çalışmaya ait asgari bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu okumuşlar ve onaylamışlardır. Çalışmaya ilişkin etik kurul raporu, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan alınmıştır (Ek 5).

#### 3. 3. 2. 1. Boy Uzunluğu ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Oyuncular şort, tişört giyinmiş halde ve çıplak ayakla boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçüm cihazına çıkarılarak, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı değerleri kaydedilmiştir. Boy uzunluğu değerleri 0.1 cm., vücut ağırlığı değerleri ise 0.01 kg. hassasiyetle ölçülmüştür.

#### 3. 3. 2. 2. Anaerobik Eşik Değerinin Tespiti

Anaerobik eşik değerinin tespiti için oyuncular, doğal çim yüzeyli futbol sahasında koşu hızı kademeli olarak artan bir test protokolü uygulamışlardır. Testten önce oyuncular, 10 dk. serbest ısınma ve germe egzersizleri uygulamışlardır. Anaerobik eşik koşu testi parkuru, 20 m.'lik bölümlere ayrılmış, beşgen bir koşu parkurundan oluşmaktadır. Oyuncular, koşu hızı değerini belirten ses sinyallerini her duyduklarında, beşgen test parkuru üzerindeki 20 m. işaretlerini yakalamak zorundadır. Üst üste iki kez 20 m. işaretini yakalayamayan oyuncu, üçüncü ses sinyalinde 20 m. işaretini yakalarsa teste devam etmiş, üst üste üç kez ses sinyalini yakalayamayan oyuncunun testi sonlandırılmıştır. Testin başlangıç koşu hızı 10 km/s. olup, her 3 dakikada koşu hızı 2 km/s. arttırılmıştır (Güvenç, Çolak ve Açıkkada, 2005). Her koşu hızı artışından önce 1 dk. ara verilmiş ve bu esnada uzman sağlık personeli tarafından oyuncuların işaret parmağı uçlarından alınan 5 µl kan numunesi portatif kan laktat ölçüm cihazının striplerine temas ettirilmiştir. Cihaz oyuncuların her koşu hızı değerindeki kan laktat değerini 60 sn. sonunda tespit etmiştir. Her koşu hızı değerine ait kan laktat değerleri kullanılarak, 4 mmol/lt. kan laktat değerine tekabül eden koşu hızı, linear interpolasyon yöntemiyle tespit edilmiştir ve bu koşu hızı, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) değeri olarak belirlenmiştir. Kalp atım hızı değerleri ise, kalp atım monitörleri yardımıyla test boyunca kaydedilmiştir. 3 dk. süren koşu periyotlarındaki kalp atım hızı değerlerinin ortalamaları, her koşu hızı değerine ait kalp atım hızı değeri olarak tespit edilmiştir. Her koşu hızı değerine ait kalp atım hızı değerlerinden hareketle, anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) değeri de linear interpolasyon yöntemiyle belirlenmiştir.

### 3. 3. 2. 3. Kritik Hız Değerinin Tespiti

Bu çalışmada kritik hız değerleri 1500 ve 3000 m. koşularıyla tespit edilmiştir (Denadai ve diğ., 2005). Oyuncular, anaerobik eşik koşu testinden 1 hafta sonra, ilk olarak 1500 m. koşu testini, 1500 m. koşu testinden 3 gün sonra ise 3000 m. koşu testini yapmışlardır. Testler sentetik çim yüzeyli futbol sahasında oluşturulan 361,2 m. uzunluğundaki koşu parkurunda yapılmıştır. Testlerin başlangıç ve bitiş noktaları çelik metreyle ölçülerek belirlenmiştir. Oyuncular testlerden önce 10 dk. serbest ısınma ve germe egzersizleri uygulamışlardır. Oyunculara, test hakkına bilgi verilmiş ve maksimum efor sarf ederek testi en kısa sürede tamamlamaları söylenmiştir. Oyuncular testlerin başlangıç noktalarından çıktıkları anda, el kronometresi ile test süresi başlatılmıştır. Test boyunca oyuncular maksimum efor göstermeleri için, sözel olarak motive edilmişlerdir. Oyuncular testlerin bitiş noktasına geldiklerinde, el kronometresi durdurularak, test süreleri kaydedilmiştir. Oyuncuların 1500 ve 3000 m. koşu süreleri ile koşu mesafeleri arasında uygulanan doğrusal regresyon analizi ile kritik hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerleri tespit edilmiştir. Koşu süreleri ile koşu mesafeleri arasında yapılan doğrusal regresyon analizi sonucunda, regresyon doğrusunun eğimi kritik hız değerini ve doğrunun grafiğın dikey ekseninde kestiği nokta ise anaerobik mesafe kapasitesi değerini vermiştir. Kritik hız değeri tespit edildikten sonra, anaerobik eşik koşu testindeki her koşu hızına ait kan laktat ve kalp atım hızı değerleri kullanılarak, kritik hız kan laktat (KHL) ve kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) değerleri, linear interpolasyon ve linear ekstrapolasyon yöntemleriyle belirlenmiştir.

### 3. 3. 2. 4. Futbol Müsabakasındaki Koşu Hızı Profillerinin Tespiti

Kritik hız koşu testlerinin sona ermesinden 1 hafta sonra, oyuncular nizami ölçülere sahip doğal çim yüzeyli futbol sahasında, 11 kişilik takımlar halinde futbol müsabakası yapmışlardır. Oyuncular müsabakadan önce serbest ısınma ve germe egzersizleri uygulamışlardır. Müsabakadan önce, kaleci haricindeki 10 oyuncuya GPS cihazı yerleştirilen yelekler giydirilmiştir. Müsabakada koşu hızı profilleri incelenen takımda oyuncu değişikliği yapılmamıştır ve 10 oyuncu müsabakayı tamamlamıştır. GPS cihazları ile kaydedilen veriler cihazın yazılımı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve oyuncuların futbol müsabakasındaki koşu hızı profilleri (müsabakadaki orta şiddetli koşu (13-17.9 km/s.) ve yüksek şiddetli koşu (> 18 km/s.) sayısı, müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH), müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH), müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM), müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM), müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM)) değerleri, tespit edilmiştir.

Oyunculara takılan kalp atım monitörleri ile müsabaka boyunca kaydedilen kalp atım hızı değerleri, cihazın yazılımıyla bilgisayar ortamına aktarılmış ve oyuncuların müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) ve müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değerleri tespit edilmiştir.

### 3. 4. Verilerin Analizi

Araştırmanın veri toplama sürecinde elde edilen tüm veriler SPSS istatistik paket programında analiz edilmiştir (SPSS 17.0, SPSS Inc., Chicago, ABD). Oyuncuların kritik hız (KH) ve anaerobik mesafe kapasitesi (ADC) değerleri, 1500 ve 3000 m. koşu süreleri ve mesafeleri arasında yapılan doğrusal regresyon analizi ile tespit edilmiştir (Ek 9).  $y = a + b.x$  olarak ifade edilen doğrusal regresyon analizi formülünde, a ile ifade edilen regresyon sabiti anaerobik mesafe kapasitesi (ADC), x ile ifade edilen bağımsız değişkenin katsayısı olan b ise kritik hız (KH) değerini vermektedir. Parametrelere ait verilerin dağılımının normalliğine ilişkin olarak, Shapiro-Wilk normallik testi uygulanmıştır. Shapiro-Wilk normallik testi sonucuna göre, oyuncuların anaerobik eşik koşu hızı değerleri ile kritik hız, kritik hız kan laktat, müsabakadaki ortalama ve maksimum koşu hızı, müsabakadaki orta ve yüksek şiddetli koşu sayısı, müsabakada orta ve yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe, ve müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleri arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analiziyle, anaerobik eşik kalp atım hızı değerleri ile kritik hız kalp atım hızı, müsabakadaki ortalama ve maksimum kalp atım hızı değerleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analiziyle belirlenmiştir. Ayrıca, kritik hız kalp atım hızı ile müsabakadaki ortalama ve maksimum kalp atım hızı, kritik hız ile müsabakadaki ortalama ve maksimum koşu hızı, müsabakadaki orta ve yüksek şiddetli koşu sayısı, müsabakada orta ve yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe ve müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleri arasındaki ilişkiler de Pearson korelasyon analiziyle tespit edilmiştir. Tüm analizler  $p < 0.05$  istatistiksel anlamlılık düzeyinde uygulanmıştır.

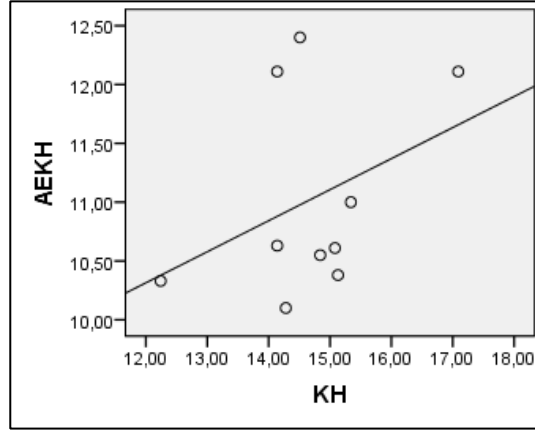
#### 4. BULGULAR

Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik, kritik hız ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili parametrelerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Araştırma Grubunu Oluşturan Genç Futbol Oyuncularının Anaerobik Eşik (AE), Kritik Hız (KH) ve Futbol Müsabakasındaki Koşu Hızı Profili Parametrelerine Ait Değerler

Değişkenler	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
AEKH(km/s.)	10	11,0	0,9	10,1	12,4
AEKAH (atım/dk.)	10	157,5	11,9	143,0	176,0
KH (km/s.)	10	14,7	1,2	12,2	17,1
ADC (m.)	10	158,2	83,1	75,4	357,1
KHKAH (atım/dk.)	10	178,3	7,7	162,0	189,0
KHL (mmol/lt.)	10	9,5	3,1	4,5	13,8
MOKH (km/s.)	10	7,0	0,6	5,7	7,8
MMKH (km/s.)	10	28,9	2,0	24,4	31,0
MOKAH (atım/dk.)	10	167,8	10,0	158,4	179,3
MMKAH (atım/dk.)	10	184,9	7,5	175,0	197,0
MOŞK	10	2459,2	495,3	1819	3169
MYŞK	10	1048,9	348,8	616,1	1636,8
MOŞKM (m.)	10	2018,1	383,3	1504,1	2635,8
MYŞKM (m.)	10	1007,1	363,5	497,0	1587,0
MTM (m.)	10	10287,6	647,5	9402,6	11341,9

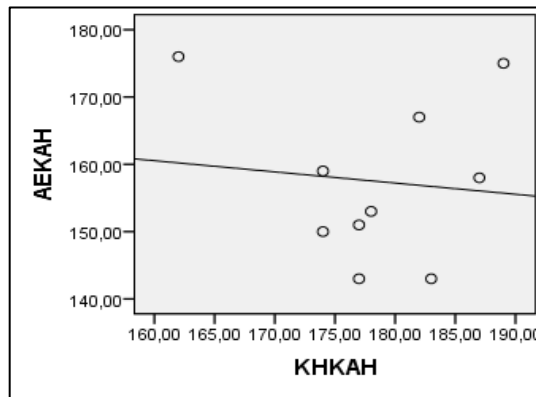
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile kritik hız (KH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 1'de verilmiştir.



Grafik 1. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile kritik hız (KH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 1 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile kritik hız (KH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,253$ ;  $p > 0,05$ ).

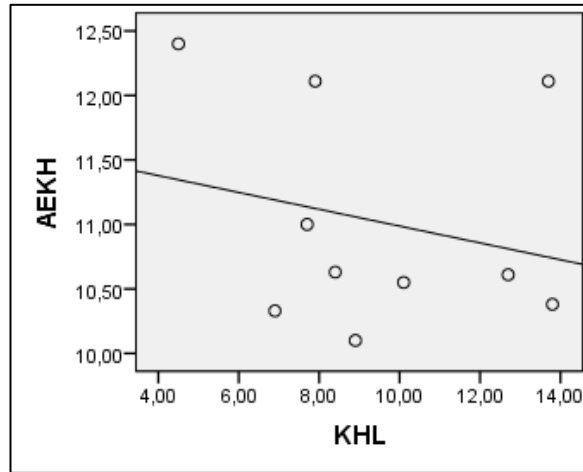
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 2'de verilmiştir.



Grafik 2. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 2 incelendiğinde, anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = -0,107$ ;  $p > 0,05$ ).

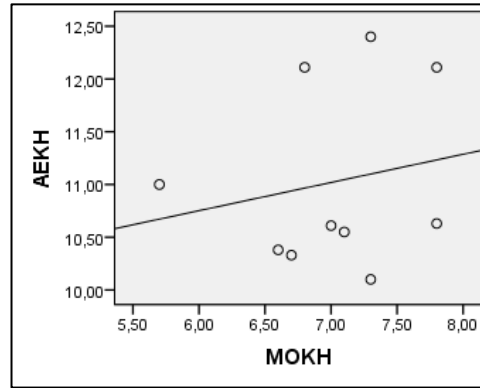
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile kritik hız kan laktat (KHL) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 3'te verilmiştir.



Grafik 3. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile kritik hız kan laktat (KHL) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 3 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile kritik hız kan laktat (KHL) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = -0,280$ ;  $p > 0,05$ ).

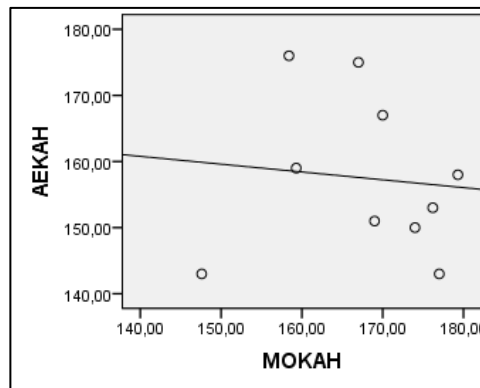
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 4'te verilmiştir.



Grafik 4. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 4 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,242$ ;  $p > 0,05$ ).

Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 5'te verilmiştir.

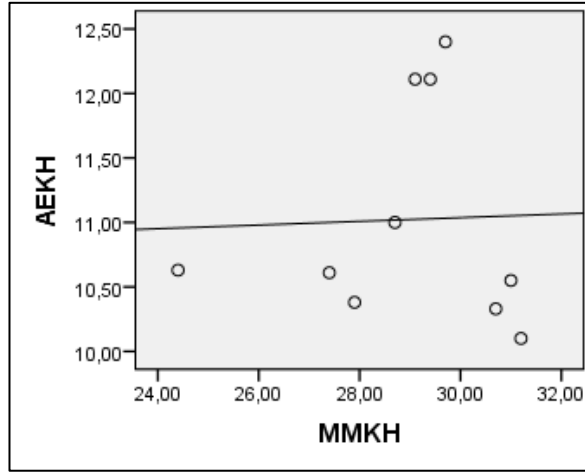


Grafik 5. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları



Grafik 5 incelendiğinde, anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = -0,099$ ;  $p > 0,05$ ).

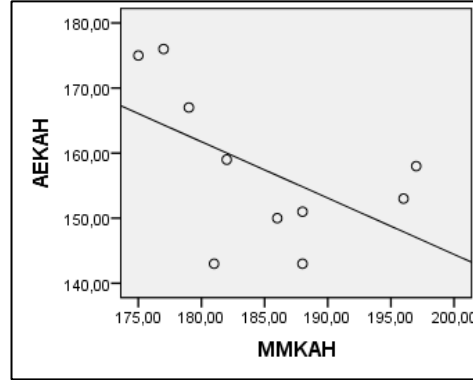
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 6'da verilmiştir.



Grafik 6. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 6 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = -0,292$ ;  $p > 0,05$ ).

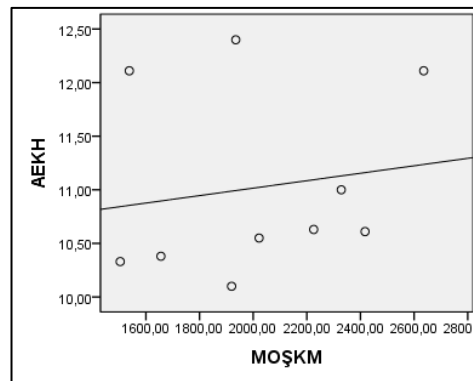
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 7’de verilmiştir.



Grafik 7. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 7 incelendiğinde, anaerobik eşik kalp atım hızı (AEKAH) ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = -0,546$ ;  $p > 0,05$ ).

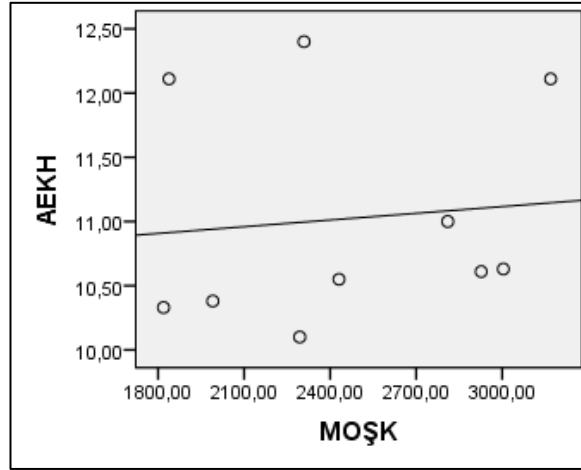
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 8’de verilmiştir.



Grafik 8. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 8 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,383$ ;  $p > 0,05$ ).

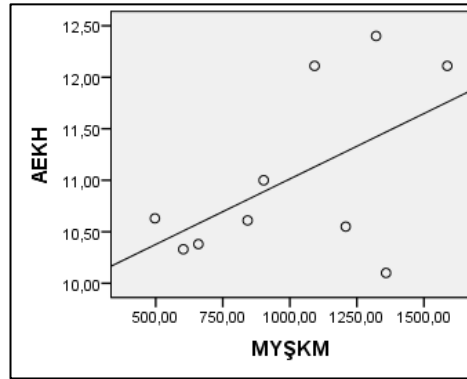
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı (MOŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 9'da verilmiştir.



Grafik 9. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı (MOŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 9 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı (MOŞK) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,383$ ;  $p > 0,05$ ).

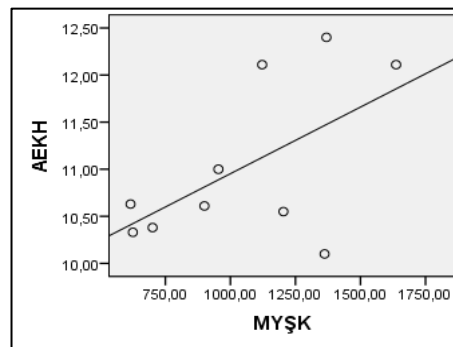
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 10'da verilmiştir.



Grafik 10. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 10 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,298$ ;  $p > 0,05$ ).

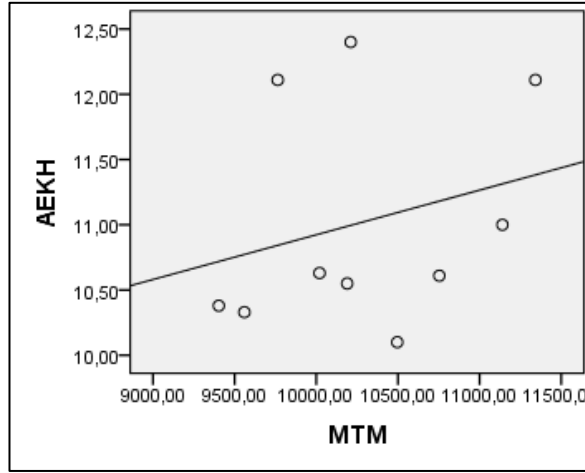
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı (MYŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 11'de verilmiştir.



Grafik 11. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı (MYŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 11 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı (MYŞK) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,407$ ;  $p > 0,05$ ).

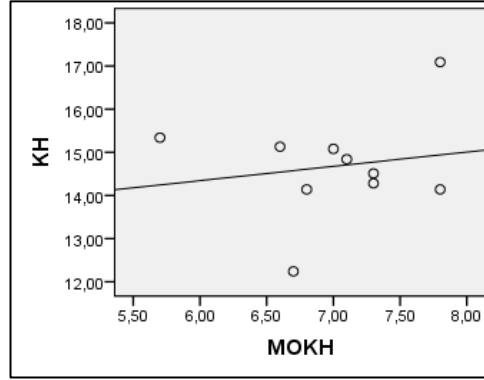
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 12'de verilmiştir.



Grafik 12. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 12 incelendiğinde, anaerobik eşik koşu hızı (AEKH) ile müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,353$ ;  $p > 0,05$ ).

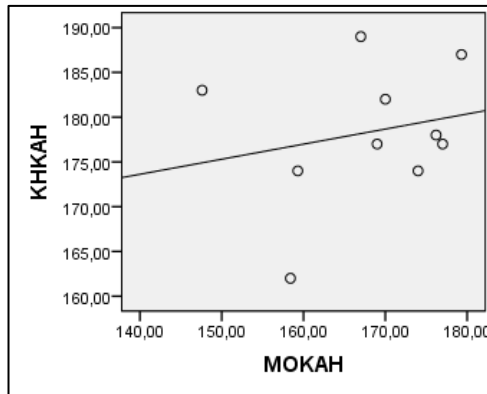
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 13'te verilmiştir.



Grafik 13. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 13 incelendiğinde, kritik hız (KH) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı (MOKH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,168$ ;  $p > 0,05$ ).

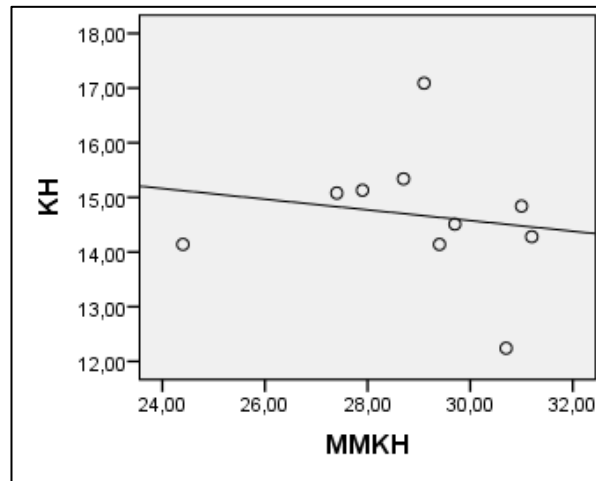
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 14'te verilmiştir.



Grafik 14. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 14 incelendiğinde, kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı (MOKAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,219$ ;  $p > 0,05$ ).

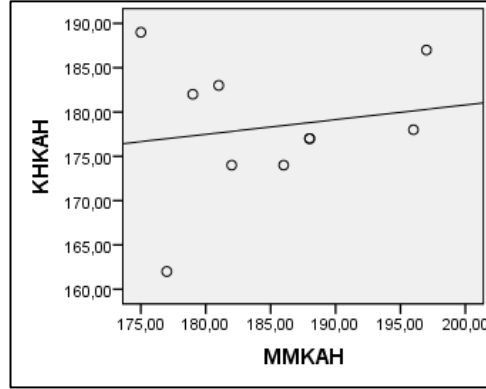
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 15'te verilmiştir.



Grafik 15. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 15 incelendiğinde, kritik hız (KH) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı (MMKH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = -0,163$ ;  $p > 0,05$ ).

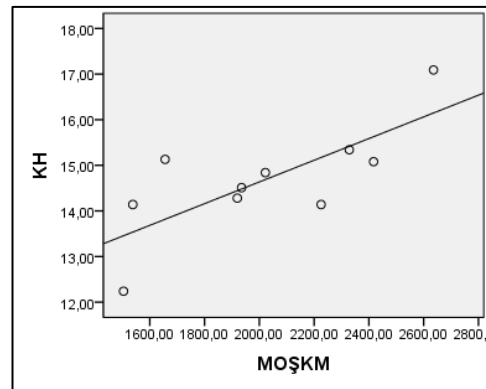
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 16'da verilmiştir.



Grafik 16. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 16 incelendiğinde, kritik hız kalp atım hızı (KHKAH) ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı (MMKAH) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,162$ ;  $p > 0,05$ ).

Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 17'de verilmiştir.

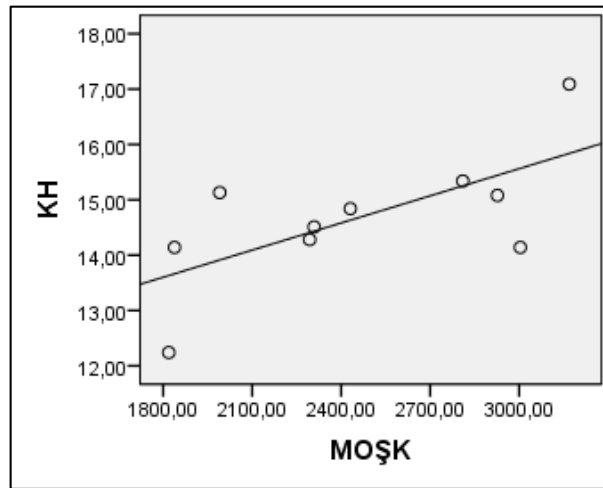


Grafik 17. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları



Grafik 17 incelendiğinde, kritik hız (KH) ile müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MOŞKM) değerleri arasında yüksek düzeyde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmektedir ( $r = 0,748$ ;  $p < 0,05$ ).

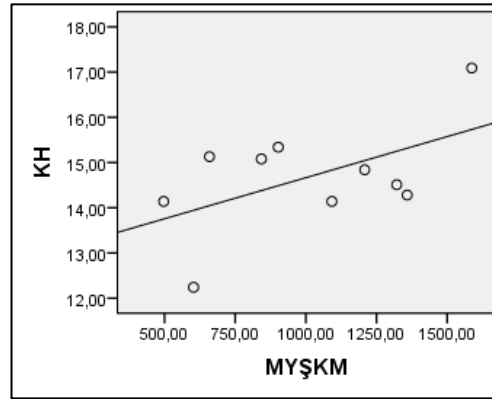
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı (MOŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 18'de verilmiştir.



Grafik 18. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı (MOŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 18 incelendiğinde, kritik hız (KH) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı (MOŞK) değerleri arasında orta düzeyde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmektedir ( $r = 0,665$ ;  $p < 0,05$ ).

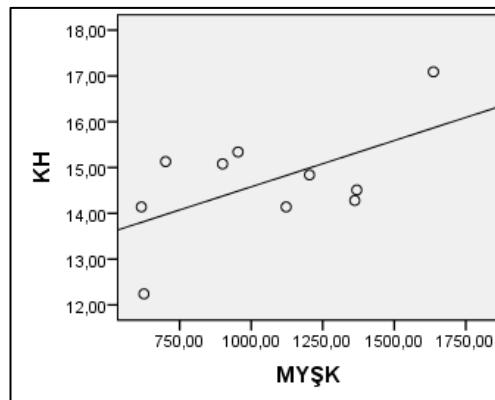
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 19'te verilmiştir.



Grafik 19. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 19 incelendiğinde, kritik hız (KH) ile müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe (MYŞKM) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,542$ ;  $p > 0,05$ ).

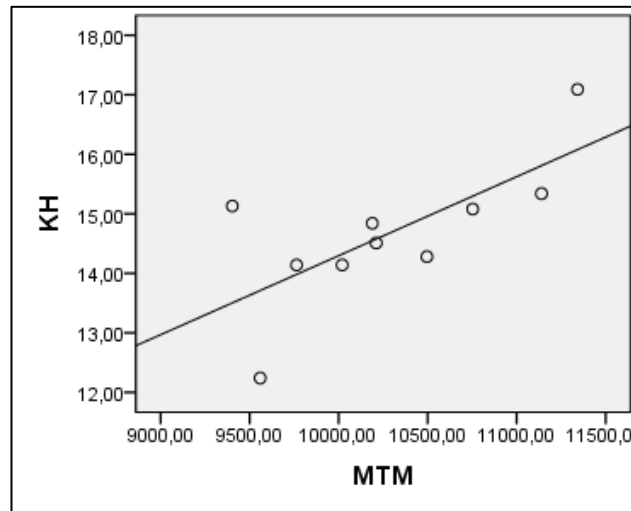
Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı (MYŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 20'de verilmiştir.



Grafik 20. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı (MYŞK) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 20 incelendiğinde, kritik hız (KH) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı (MYŞK) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ( $r = 0,578$ ;  $p > 0,05$ ).

Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları Grafik 21’de verilmiştir.



Grafik 21. Araştırma grubunu oluşturan genç futbol oyuncularının kritik hız (KH) ile müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM) değeri arasındaki ilişkiye ait korelasyon analizi sonuçları

Grafik 21 incelendiğinde, kritik hız (KH) ile müsabakada toplam kat edilen mesafe (MTM) değerleri arasında yüksek düzeyde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmektedir ( $r = 0,706$ ;  $p < 0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Bu araştırmada genç futbolcuların anaerobik eşik, kritik hız ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profilleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırmamızda kritik hız değeri ( $14.7 \pm 1.2$  km/s.) ile anaerobik eşik koşu hızı değeri ( $11.0 \pm 0.9$  km/s.) arasında ilişki tespit edilememiştir ( $r = 0.377$ ,  $p > 0.05$ ). Housh ve diğerleri (1991) kan laktat birikiminin başlangıç noktası ( $179.6 \pm 31.8$  watt) ile kritik güç ( $230.0 \pm 22.1$  watt) arasında anlamlı ilişki ( $r = 0.616$ ) ve farklılık olduğunu tespit etmiştir. Okudan ve Gökbel (2003), ise linear yöntemle belirlenen ventilatuvar eşik ile kritik güç değeri arasında orta düzeyde bir ilişki tespit ederken ( $r = 0.457$ ,  $p < 0.05$ ), kan laktat birikiminin başlangıç noktası ve kalp atım hızı sapma noktası ile kritik güç arasında ilişki tespit edememiştir ( $r = -0.336$ ,  $r = 0.331$ ,  $p > 0.05$ , sırasıyla). Bu açıdan bakıldığında, Gökbel ve Okudan (2003)'in araştırması ile araştırmamız paralellik taşımaktadır. Ventilatuvar eşik ile kritik güç değeri arasında ilişki tespit edilmesine rağmen, kan laktat birikimin başlangıç noktası ile kalp atım hızı sapma noktası arasında ilişki tespit edilememesi, bazı sporcularda solunum sisteminin kalp-dolaşım sistemine göre kritik güç değerindeki değişime karşı daha hassas olmasından kaynaklanabilir. Araştırmamıza benzer olarak, Smith ve Jones (2001) ise, kritik hız değeri ( $14.4 \pm 1.1$  km/s.), maksimal laktat steady state değeri ( $13.8 \pm 1.1$  km/s.) ve laktat turnpoint değerine tekabül eden koşu hızı değeri ( $13.7 \pm 0.6$  km/s.) arasında ilişki tespit edememiştir ve bu duruma sebep olarak araştırmaya katılan deneklerin fiziksel uygunluk düzeylerinin homojen olmamasını göstermiştir.

Araştırmamızda kritik hız değerinin, anaerobik eşik koşu hızı değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $14.7 \pm 1.2$ ,  $11.0 \pm 0.9$  km/s., sırasıyla). Çalışmamıza benzer olarak, Billat ve diğerleri (1999), kritik hız değerinin laktat eşiği değerinden daha yüksek olduğunu ( $14.1 \pm 1.1$ ,  $13.0 \pm 0.8$  km/s.,  $p < 0.05$ , sırasıyla), buna karşın iki parametre arasında ilişki olmadığını belirlemiştir ( $r = 0.72$ ,  $p > 0.05$ ). Clingeffer, Mc Naughton ve Davoren (1994) kritik güç değerinin 4 mmol/lt. laktat değerine tekabül eden kan laktat birikiminin başlangıç noktasından anlamlı derecede daha yüksek olduğunu bulmuştur. Benzer şekilde, literatürde egzersiz şiddeti bölgelerinden ağır şiddetli egzersiz bölgesinin alt tabanını anaerobik eşik değerinin, ağır şiddetli egzersiz bölgesinin üzerinde yer alan yüksek şiddetli egzersiz bölgesinin alt tabanını ise kritik hız değerinin oluşturduğu göz önünde bulundurulduğunda, araştırmamızdaki bulguların literatür ile paralellik taşıdığı görölmektedir.

Anaerobik eşik kalp atım hızı ile kritik hız kalp atım hızı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişki tespit edilememiştir ( $r = -0.107$ ,  $p > 0.05$ ). Kritik

hız kalp atım hızı değeri, anaerobik eşik kalp atım hızı değerinden yüksek olmasına rağmen, iki değer arasında paralellik görülmemiştir. Anaerobik eşik koşu hızı değeri ( $11.0 \pm 0.9$  km/s.) ile kritik hız kan laktat değeri ( $9.5 \pm 3.1$  mmol/l.) arasında ilişki görülmemesi de bu durumu destekler niteliktedir ( $r = -0.236$ ,  $p > 0.05$ ).

Berthoin ve diğerleri (2003) ise,  $9.5 \pm 0.7$  yaş ortalamasına sahip çocuklarda,  $vMax.VO_2$  değeri ile kritik hız değeri arasında yüksek düzeyde ilişki ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.001$ ) bulunurken, kritik hız değerinin  $vMax.VO_2$ 'nin %85'ine tekabül ettiğini tespit etmiştir. Billat ve diğerleri (1998) uzun mesafe koşucularında, laktat eşik değerinin  $vMax.VO_2$  değerinin  $72.2 \pm 3.9$ 'ine, kritik hız değerinin ise  $vMax.VO_2$  değerinin  $86 \pm 1.5$ 'ine tekabül ettiğini ve ayrıca  $vMax.VO_2$  değerinin %90'ındaki koşu hızında tükenene kadar uygulanan koşu testinde, koşu süresinin laktat eşik ve kritik hız değerleri ile ilişkili olduğunu tespit etmiştir ( $r = 0.535$ ,  $r = 0.647$ ,  $p < 0.05$ , sırasıyla). Bu bulgular kritik hız değerinin  $Max.VO_2$  değeriyle yakından ilişkili bir aerobik performans parametresi olduğunu destekler niteliktedir.

Denadai ve diğerleri (2005) ise elit düzeydeki erkek profesyonel futbolcular üzerinde yaptığı araştırmada,  $3.5$  mmol/l. değerine tekabül eden kan laktat birikiminin başlangıç noktası ve maksimal laktat steady state değeri ile kritik hız değeri arasında yüksek düzeyde ilişki tespit etmiştir ( $r = 0.80$ ,  $r = 0.90$ ,  $p < 0.05$ , sırasıyla). Çalışmamızda anaerobik eşik koşu hızı değeri olarak,  $4.0$  mmol/l. sabit laktat değerine tekabül eden koşu hızı dikkate alınmıştır ve anaerobik eşik koşu hızı değeri ile kritik hız değeri arasında ilişki tespit edilmemiştir. Araştırmamızın denek grubu genç futbol oyuncularından oluşurken, söz konusu araştırma profesyonel erkek futbolcular üzerinde uygulanmıştır. Oyuncuların performans düzeyleri dikkate alındığında bu durum sonuçlar üzerinde etkili olmuş olabilir. Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Bordon ve Manzi (2011),  $4$  mmol/l. laktat değerine tekabül eden koşu hızı ile yüksek şiddette yapılan antrenman süresi arasında orta düzeyde ilişki bulmuştur ( $r = 0.65$ ,  $p < 0.001$ ). . Literatürde bazı çalışmalarda anaerobik eşik ile kritik hız değeri arasında ilişki bulunurken, bazı çalışmalarda ise ilişki bulunamamıştır. Literatüre bakıldığında, bu konuda kesin bir kanıya varmanın mümkün olmadığı söylenebilir.

Anaerobik eşik değerinin aerobik dayanıklılık gerektiren spor branşlarında, özellikle de futbolda, performans düzeyini ve uygulanan antrenmanların performans üzerindeki etkisini belirten bir parametre olduğu bilinmektedir. Kritik hız değeri, steady state ile non-steady state egzersiz şiddeti arasındaki sınırı oluşturmaktadır ve bu değer üzerinde antrenman şiddetinde tamamen kaslarda depo halde bulunan ve anaerobik mesafe kapasitesi olarak bilinen anaerobik enerji rezervlerinin kullanımı söz konusudur. Kritik hız değerinin üzerinde egzersize devam edildiğinde, kademeli olarak  $Max.VO_2$  değerine

ulaşılmaktadır. Kritik hız değerinin altındaki egzersiz şiddetlerinde, egzersizde tükenme oluşmayacağı ve egzersize sürekli olarak devam edilebileceği literatürde ifade edilmektedir. Bu bilgilerden kritik hız değerinin, aerobik dayanıklılık gerektiren sportif aktivitelerde performansı gösteren bir parametre olduğu söylenebilir

Ziogas, Patras, Stergiou ve Georgoulis (2011) tarafından yapılan araştırmada, Yunanistan 1., 2. ve 3. liginde futbol oynayan profesyonel futbol oyuncularının anaerobik eşik ( $13.2 \pm 0.7$ ,  $12.6 \pm 0.7$ ,  $12.3 \pm 0.8$  km/s., sırasıyla) ve laktat eşiğine tekabül eden kalp atım hızı değerlerinin ( $170 \pm 10$ ,  $167 \pm 11$ ,  $168 \pm 11$  atım/dk., sırasıyla), araştırmamızda tespit edilen anaerobik eşik koşu hızı ( $11.0 \pm 0.9$  km/s.) ve anaerobik eşik kalp atım hızı ( $157.5 \pm 11.9$  atım/dk.) değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Söz konusu araştırmada profesyonel oyuncular araştırma grubunu oluşturmuştur ve anaerobik eşik değerleri karşılaştırıldığında performans farklılığının araştırma sonuçlarına net bir şekilde yansıdığı söylenebilir. Araştırmamızda anaerobik eşik koşu hızı değerinin ( $11.0 \pm 0.9$  km/s.), müsabakadaki ortalama koşu hızı değerinden ( $7.0 \pm 0.6$  km/s.) yüksek olduğu görülmektedir. Oyuncuların futbol müsabakasındaki ortalama koşu hızının anaerobik eşik koşu hızı değerinden düşük olmasının, müsabakanın içerisinde yüksek şiddetli koşular ve sprintler uygulanmasına rağmen, oyun temposunun düşük olması nedeniyle fazla sayıda uygulanan düşük şiddetli koşuların ortalama koşu hızı değerini düşürmesinden kaynaklandığı ileri sürülebilir. Müsabakadaki maksimum koşu hızı değerinin ( $28.9 \pm 2.0$  km/s.) anaerobik eşik koşu hızı değerinden ( $11.0 \pm 0.9$  km/s.) yüksek olmasının, futbol müsabakasında uygulanan yüksek şiddetli koşular ve sprintlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Oyuncuların anaerobik eşik kalp atım hızı ( $157.5 \pm 11.9$  atım/dk.) değeri ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı ( $167.8 \pm 10.0$  atım/dk.) ve müsabakadaki maksimum kalp atım hızı ( $184.9 \pm 7.5$  atım/dk.) değerleri arasında ilişki tespit edilememiştir ( $r = -0.099$ ,  $r = -0.546$ ,  $p > 0.05$ , sırasıyla). Ayrıca müsabakadaki ortalama kalp atım hızı değeri ile anaerobik eşik kalp atım hızı değerleri birbirine yakın iken, müsabakadaki maksimum kalp atım hızı değerinin anaerobik eşik kalp atım hızı değerinden yüksek olmasının yüksek şiddetli koşular ve sprintler esnasında kalp atım hızı değerinin yükselmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Rebelo, Brito, Seabra, Oliveira ve Krusturp (2014) genç futbol oyuncularının müsabakadaki ortalama kalp atım hızı değerini  $168 \pm 12$  atım /dk., maksimum kalp atım hızı değerini ise  $198 \pm 9$  atım/dk. olarak tespit etmiştir ve bu bulgular futbol müsabakasında farklı şiddetlerde uygulanan interval koşular nedeniyle kalp atım hızı değerinin müsabaka içerisinde değişkenlik gösterdiğini vurgular niteletikte olup, bu konuda ileri sürdüğümüz yargıyı destekler niteliktedir.

Anaerobik eşik koşu hızı ( $11.0 \pm 0.9$  km/s.) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı ( $2459.2 \pm 495.3$ ) ve müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe ( $2018.1 \pm 383.3$  m.), müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı ( $1048.9 \pm 348.8$ ), müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe ( $1007.1 \pm 363.5$  m.) ve müsabakada kat edilen toplam mesafe ( $10287.6 \pm 647.5$  m.) değerleri arasında ilişki tespit edilememiştir ( $r = 0.156$ ,  $r = 0.101$ ,  $r = 0.578$ ,  $r = 0.541$ ,  $r = 0.260$ ,  $p > 0.05$ , sırasıyla). Araştırmamızın aksine, Helgerud, Engen, Wisloff ve Hoff (2001) aerobik antrenman periyodu sonunda laktat eşğine tekabül eden koşu hızında oluşan artışa, futbol müsabakasında kat edilen toplam mesafedeki artışın eşlik ettiğini tespit etmiştir. Araştırmamızda anaerobik eşik koşu hızı ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı ve müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe değerleri arasında ilişki olmamasının, futbol müsabakasının oyun temposundan kaynaklanan sebeplerden dolayı, oyuncuların daha az efor ve orta şiddetli koşu uygulamalarından ve müsabaka zamanının büyük bir bölümünü yürüme ve jogging gibi düşük şiddetli aktivitelerle geçirmiş olmalarından kaynaklandığı ileri sürülebilir.

Araştırmamızda oyuncuların kritik hız değeri ( $14.7 \pm 1.2$  km/s.) ile müsabakadaki ortalama koşu hızı ( $7.0 \pm 0.6$  km/s.) değeri arasında ilişki tespit edilemezken ( $r = 0.168$ ,  $p > 0.05$ ), kritik hız değerinin müsabakadaki ortalama koşu hızı değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Futbol müsabakası, içerisinde yüksek şiddetli koşu ve sprint gibi anaerobik aktiviteleri barındırmasına rağmen, aerobik aktivitelerin baskın olduğu bir yapıdadır. Aerobik aktivitelerin fazla olmasından dolayı, oyuncuların müsabakadaki ortalama koşu hızı değerinin kritik hız değerinden düşük olması normal kabul edilebilir bir durum olarak görülebilir. Bangsbo ve diğerleri (1991), bir futbol müsabakasında oyuncuların ortalama 3600 m. yürüme, 5200 m. jogging koşusu, 2100 m. uzun adımlarla yürüme ve 300 m. sprint aktivitesi yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu bulgular da futbol müsabakasında aerobik aktivitelerin baskın olduğunu açıkça göstermektedir.

Kritik hız değeri ile müsabakadaki ortalama koşu hızı değeri arasındaki ilişkiye benzer şekilde, kritik hız kalp atım hızı değerinin ( $178.3 \pm 7.7$  atım/dk.) ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı değerinden ( $167.8 \pm 10.0$  atım/dk.) daha yüksek olduğu, ancak iki parametre arasında herhangi bir ilişki tespit edilemediği görülmektedir. Oyuncuların kalp atım hızı cevaplarının farklı olmasının, müsabakadaki koşu hızı değerlerinin kritik hız değerinden daha düşük olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Eniseler (2005), elit düzeyde profesyonel futbol oyuncularının futbol müsabakasındaki ortalama kalp atım hızı değerlerinin  $157 \pm 19$  atım/dk. olduğunu tespit etmiştir ve bu değer araştırılmamızdaki müsabakadaki ortalama kalp atım hızı değerinden ( $167.8 \pm 10.0$  atım/dk.) düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılığın, oyuncuların düzeyinin farklı olmasından, dolayısıyla performans farklılığından kaynaklanabileceği söylenebilir. Kritik hız kalp atım hızı

değerinin ( $178.3 \pm 7.7$  atım/dk.) söz konusu araştırmada tespit edilen müsabakadaki ortalama kalp atım hızı değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Futbol müsabakasında gösterilen efora bağlı olarak müsabakadaki ortalama kalp atım hızı değerinin değişebileceği ve iki parametre arasındaki farklılığın bu bağlamda azalabileceği veya artabileceği söylenebilir.

Simões ve diğerleri (2005) kritik hız değeri ile laktat minimum koşu hızı, kalp atım hızı sapma noktasına tekabül eden koşu hızı, 3000, 500 m ve 10 km. koşu hızı değerleri arasında ilişki tespit etmişlerdir ( $r = 0.896$ ,  $r = 0.711$ ,  $r = 0.995$ ,  $r = 0.680$ ,  $r = 0.902$ ,  $p < 0.001$ , sırasıyla). 3000 m. ve 10 km. gibi aerobik dayanıklılık gerektiren koşuların hız değeri ile kritik hız değeri arasında görülen yüksek düzeyde ilişki, aerobik dayanıklılık gerektiren aktivitelerde kritik hız değerine bakılarak dayanıklılık performansı hakkında yorum yapılabileceğini göstermektedir. Futbol müsabakasında farklı şiddetlerde koşuların belirli aralıklarla uygulanması nedeniyle araştırmamızda kritik hız değeri ile müsabakadaki ortalama koşu hızı değeri arasında ilişkiye rastlanılmazken, kritik hız değeri kullanılarak aerobik dayanıklılık seviyesinin artırılmasının müsabakadaki ortalama koşu hızı değerine de olumlu yansıtacağı ileri sürülebilir.

Kritik hız değeri ( $14.7 \pm 1.2$  km/s.) ile müsabakadaki maksimum koşu hızı değeri değeri ( $28.9 \pm 2.0$  km/s.) arasında ilişki bulunmamıştır ( $r = -0.163$ ,  $p > 0.05$ ). Buna karşın müsabakadaki maksimum koşu hızı değerinin kritik hız değerinden daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Müsabaka içerisinde yüksek şiddetli koşular ve sprintler uygulanmasından dolayı müsabakadaki maksimum koşu hızı değerinin kritik hız değerinden yüksek olması durumunun ortaya çıktığı düşünülebilir. Blondel ve diğerleri (2001)'nin 20 m. mesafe üzerinden tespit ettiği maksimum koşu hızı değerlerinin ( $31.7 \pm 1.7$  km/s.) ve kritik hız değerlerinin ( $14.4 \pm 1.1$  km/s.), araştırmamızda tespit edilen müsabakadaki maksimum koşu hızı ( $28.9 \pm 2.0$  km/s.) ve kritik hız değerlerine ( $14.7 \pm 1.2$  km/s.) yakınlığı dikkat çekmektedir. Ayrıca söz konusu araştırmada tespit edilen kritik hız değerlerinin,  $v_{Max.VO_2}$ 'nin %90'ındaki koşu hızında uygulanan koşu testindeki tükenme süresi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir ( $r = 0.69$ ,  $p < 0.05$ ). Florence ve Weir (1997), kritik hız değerinin ( $4.43 \pm 0.48$  m/sn.) maraton koşusunun süresi ( $231.9 \pm 27.4$  m/sn.) ile yüksek ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir ( $r^2=0.76$ ). Aynı çalışmada kritik hız değerinin ( $4.43 \pm 0.48$  m/sn.), ventilatuvar eşik değerinden ( $4.04 \pm 0.48$  m/sn.) yüksek olduğu ( $p < 0.05$ ), ayrıca kritik hız ve ventilatuvar eşik değerlerinin maraton koşu hızından ( $3.07 \pm 0.35$  m/sn.) yüksek olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Anaerobik eşik koşu hızı değerinin kritik hız değerinden düşük, müsabakadaki ortalama koşu hızı değerinden yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda, çalışmamız Florence ve Weir (1997)'in çalışmasına benzerlik göstermektedir.



Kritik hız değeri ( $14.7 \pm 1.2$  km/s.) ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı ( $2459,2 \pm 495,3$ ,  $r = 0.665$ ,  $p < 0.05$ ) ve müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe ( $2018,1 \pm 383,3$  m.,  $r = 0.748$ ,  $p < 0.05$ ), müsabakada toplam kat edilen mesafe ( $10287.6 \pm 647.5$  m.,  $r = 0.706$ ,  $p < 0.05$ ) değerleri arasında ilişki tespit edilmiştir. Buna karşın kritik hız değeri ( $14.7 \pm 1.2$  km/s.) ile müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı ( $1048.9 \pm 348.8$ ,  $r = 0.578$ ,  $p > 0.05$ ) ve müsabakada yüksek şiddetli koşu ile kat edilen mesafe ( $1007.1 \pm 363.5$  m.,  $r = 0.542$ ,  $p > 0.05$ ) değerleri arasında ilişki tespit edilememiştir. Müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı değerleri müsabakada uygulanan 18 km/s. üzerindeki koşulardan meydana gelmektedir ve yapısı itibariyle bu koşular anaerobik koşulardır. Müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı değerleri ise, 13 km/s. ile 17.9 km/s. hız aralığındaki koşuları kapsamaktadır ve bu koşularda aerobik enerji sisteminin katılımı daha baskındır. Ayrıca müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleri açısından değerlendirildiğinde, futbol müsabakası içerisinde yüksek şiddetli koşuları barındırmasına rağmen oyun süresi itibariyle aerobik yapıdadır ve aerobik aktiviteler oyunun büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Stølen ve diğerleri (2005) futbol müsabakasında maksimal kalp atım hızı değerinin yüzdeliği olarak ifade edildiğinde, müsabakadaki ortalama egzersiz şiddetinin anaerobik eşik değerine yakın olduğunu belirtmiştir. Gamelin ve diğerleri (2006), kritik hız değerinin 1 saat koşu performansı ile yüksek ilişkili olduğunu tespit etmiştir ( $p < 0.05$ ). Kolbe ve diğerleri (1995), kritik güç değeri ile 1 km. ( $r = -0.75$ ,  $p < 0.001$ ), 10 km. ( $r = -0.85$ ,  $p < 0.00001$ ) ve 21.1 km. ( $r = -0.79$ ,  $p < 0.001$ ) koşu süreleri arasında ilişki olduğunu tespit etmiştir. Kranenburg ve Smith (1996) ise, 9.8 km. koşusundaki koşu hızı ile kritik hız değeri arasında yüksek düzeyde ilişki olduğunu belirlerken ( $r = 0.92$ ,  $p < 0.001$ ), Black, Durant, Jones ve Vanhatalo (2014) kritik güç değeri ile 16.1 km. bisiklet sürüş süresi arasında yüksek düzeyde ve negatif bir ilişki bulmuştur ( $r = -0.83$ ,  $p < 0.01$ ). Bosquet ve diğerleri (2002), 1500 m. ve 5000 m. koşusunda dünya rekoru dereceler ile elde edilen kritik hız değerinin, 10.000 m. koşusu dünya rekorunun ortalama koşu hızına eşit olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu bulgular kritik hız değerinin aerobik dayanıklılık performansı ile yüksek ilişkili olduğunu destekler niteliktedir. Müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı ve müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe değerlerinin kritik hız değeri ile ilişkili olması göz önünde bulundurulduğunda, çalışmamız söz konusu çalışmalara paralellik göstermektedir. Buradan kritik hız değerinde meydana gelen değişimlere, özellikle kat edilen mesafe değerlerinin eşlik ettiği sonucuna ulaşılabilir.

Billat ve diğerleri (1999), kritik hız değeri ile  $v\text{Max.VO}_2$  değerinin birbirine yakın olduğunu ( $16.96 \pm 0.92$  km/s.,  $17.22 \pm 1.12$  km/s.,  $p > 0.05$ , sırasıyla), ayrıca iki parametrenin birbiriyle yakın ilişkili olduğunu tespit etmiştir ( $r = 0.88$ ,  $p < 0.05$ ). Apor

(1988), Macaristan 1. futbol liginde mücadele eden takımların lig sonu sıralaması ile Max.VO<sub>2</sub> değerleri arasında ilişki tespit etmiştir ve ligi ilk dört sırada bitiren takımların Max.VO<sub>2</sub> değerlerini sırasıyla 66.6, 64.3, 63.3, 58.1 ml/kg/dk. olarak tespit etmiştir. Bangsbo (1994) futbol müsabakasında kat edilen mesafe ile Max.VO<sub>2</sub> değeri arasında ilişki olduğunu belirtmiştir. Wisloff, Helgerud ve Hoff (1998) ise Norveç 1. futbol liginde şampiyon olan takımın oyuncularının, lig sıralamasında alt sırada yer alan takımın oyuncularına göre daha yüksek Max.VO<sub>2</sub> değerlerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular müsabakada kat edilen mesafe değerinin oyuncuların aerobik performans seviyeleri ile yakın ilişkili olduğunu ve müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı, müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe ve müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleriyle yakın ilişkili olması nedeniyle kritik hız değerinin futbolda aerobik dayanıklılık parametresi olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Rampinini ve diğerleri (2010) profesyonel ve amatör futbolcular arasında, Yo-Yo aralıklı toparlanma seviye 1 (2231 ± 294 m., 1827 ± 292 m., p < 0.05, sırasıyla) ve seviye 2 (958 ± 99 m., 613 ± 125 m., p < 0.001, sırasıyla) testlerinde kat edilen mesafe bakımından, farklılık olduğunu ortaya koymuşlardır. Yo-Yo aralıklı toparlanma testleri futbol oyuncularının aerobik dayanıklılık seviyelerini tespit etmede yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu testlerin sonucunda oyuncuların Max.VO<sub>2</sub> değerleri tahmin edilebilmektedir. Aerobik performans seviyesinin önemli bir göstergesi olan Yo-Yo aralıklı toparlanma testlerinin profesyonel ve amatör futbolcular arasında farklılaşması, literatürde birçok çalışmada Max.VO<sub>2</sub> değeriyle yakından ilişkili olduğu ortaya konulan kritik hız değerinin, müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı, müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe ve müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleri ile olan ilişkisine benzer bir bulgudur.

Üst düzey futbolda müsabakada kat edilen mesafe değerlerinin 10 km. değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, futbol oyuncularının aerobik dayanıklılık seviyelerinin yüksek olması gerekmektedir. Aerobik dayanıklılık parametresi olan kritik hız değerinin, uzun mesafe koşularındaki performans ile yakından ilişkili olduğu gerçeğinden yola çıkılarak, kritik hız değeri kullanılarak antrenman periyotlarının düzenlenmesi mümkün olabilir. Araştırmamızda müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı ve müsabakada orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe değerleri ile kritik hız değerinin ilişkili olması, aerobik performansı üst seviyeye çıkarma açısından kritik hız değerinin kullanılabilirliğini desteklemektedir. Ayrıca kritik hız değerinin müsabakadaki ortalama koşu hızı değerinden yüksek olması, oyunun temposundaki değişikliklere bağlı olmasına rağmen, 90 dk. süren futbol müsabakasındaki ortalama koşu hızının kritik hız değerinin altında olduğunu ortaya koyar niteliktedir. Bu bulgudan hareketle, kritik hız değerine tekabül eden koşu hızında uygulanacak antrenmanlarla orta şiddetli koşu ile kat edilen

mesafe değerinin, dolayısıyla da aerobik dayanıklılık seviyesinin yükseltilebilmesi mümkün olabilecektir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 6. 1. Sonuçlar

Genç futbolcuların anaerobik eşik, kritik hız ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili arasındaki ilişkilerin araştırıldığı bu çalışmada, anaerobik eşik koşu hızı ile kritik hız değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir ilişki görülmemiştir. Kalp atım hızı değerleri açısından bakıldığında, anaerobik eşik kalp atım hızı değeri ile kritik hız kalp atım hızı değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir ilişki olmadığı görülmüştür. Kritik hız kan laktat değeri ile anaerobik eşik koşu hızı değeri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Anaerobik eşik koşu hızı değeri ile müsabakadaki ortalama koşu hızı değeri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde anaerobik eşik kalp atım hızı ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Anaerobik eşik kalp atım hızı ile müsabakadaki maksimum kalp atım hızı değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Benzer şekilde anaerobik eşik koşu hızı değeri ile müsabakadaki maksimum koşu hızı değeri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca anaerobik eşik koşu hızı değeri ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı, müsabakada orta şiddetli koşuyla kat edilen mesafe, müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı, müsabakada yüksek şiddetli koşuyla kat edilen mesafe ve müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

Kritik hız değeri ile müsabakadaki ortalama koşu hızı değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Kritik hız kalp atım hızı değeri ile müsabakadaki ortalama kalp atım hızı ve müsabakadaki maksimum kalp atım hızı değeri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Kritik hız değeri ile müsabakada orta şiddetli koşuyla kat edilen mesafe ve müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleri arasında yüksek düzeyde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülürken, kritik hız değeri ile müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı arasında görülen ilişkinin orta düzeyde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı ve müsabakada yüksek şiddetli koşuyla kat edilen mesafe değerleri ile kritik hız değerleri arasında ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

## 6. 2. Öneriler

### 6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

1. Kritik hız değeri genç futbol oyuncularının aerobik dayanıklılık performanslarını yükseltmek amacıyla uygulanacak antrenmanları planlamak için aerobik performans parametresi olarak kullanılabilir.
2. Kritik hız değerindeki ve üzerindeki koşu hızlarında antrenmanlar uygulanarak oyuncuların aerobik performans düzeylerinin yükseltilmesi sonucunda, futbol müsabakasındaki orta şiddetli koşu sayısı, orta şiddetli koşu ile kat edilen mesafe ve toplam kat edilen mesafe değerleri yükseltilebilir.
3. Genç futbol oyuncularının teknik ve taktik antrenmanlarındaki egzersiz şiddeti kritik hız değeri vasıtasıyla düzenlenerek, oyuncuların performans gelişimine katkıda bulunulabilir.
4. Kritik hız değerinin müsabakadaki ortalama koşu hızı değerinden ve kritik hız kalp atım hızı değerinin müsabakadaki ortalama kalp atım hızı değerinden yüksek olması göz önünde bulundurularak, antrenmanlar kritik hız ve üzerindeki egzersiz şiddetlerinde uygulanarak, müsabaka performansının yükseltilmesine katkıda bulunulabilir.
5. Literatürdeki araştırmalara benzer şekilde araştırmamızda kritik hız değerinin anaerobik eşik koşu hızı değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu değerlerin egzersiz şiddeti bölgelerinin sınırlarını teşkil eden değerler olduğu göz önünde bulundurulduğunda, anaerobik eşik koşu hızı ve kritik hız değerleri arasındaki bölümü oluşturan ağır şiddetli egzersiz bölgesinde yer alan egzersiz şiddetlerindeki interval antrenmanlarla aerobik performans yükseltilebilir.
6. Kritik hız değerinin müsabakadaki yüksek şiddetli koşu sayısı ve müsabakada yüksek şiddetli koşuyla kat edilen mesafe değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye sahip olmadığı düşünüldüğünde, müsabakadaki yüksek şiddetli koşu ve sprint performansının yükseltilmesi için steady state ile non-steady state egzersiz şiddeti arasındaki sınırı oluşturan kritik hız değerinden daha yüksek şiddetlerdeki anaerobik egzersizlerden yararlanılabilir.
7. Kritik hız değerinin müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı, müsabakada orta şiddetli koşuyla kat edilen mesafe ve müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleri ile pozitif ilişkili olması göz önüne alındığında, kritik hız değerinin submaksimalindeki ve supramaksimalindeki egzersiz şiddetleri kullanılarak müsabakadaki orta şiddetli koşu sayısı, müsabakada orta şiddetli koşuyla kat edilen mesafe ve müsabakada toplam kat edilen mesafe değerleri yükseltilebilir.

8. Kritik hız değerindeki ve üzerindeki egzersiz şiddetlerinde uygulanacak futbola özgü aktiviteleri içeren tekrarlı sprintlerle ve interval antrenmanlarla müsabaka performansının yükseltilmesi sağlanabilir.
9. Günümüzde futbol müsabakalarında analiz sonuçlarına erişim kolaylaşmıştır. Bu bağlamda müsabakanın devre arasında oyuncuların koşu hızı değerleri kritik hız açısından değerlendirilerek, oyuncuların kritik hız değerinin altında ve üzerinde uyguladıkları aktivite sayılarından yola çıkılarak, oyuncuların yorgunluk düzeyleri hakkında bilgi sahibi olunabilir. Bu anlamda oyuncu değişiklikleri yapılarak antrenörler tarafından oyuna müdahale edilebilir.

### **6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler**

1. Genç futbol oyuncuları üzerinde uygulanan araştırmamız, farklı kategorilerde futbol oynayan amatör ve profesyonel futbolcular üzerinde uygulanabilir.
2. Araştırmamızda futbol sahasında uygulanan anaerobik eşik ve kritik hız test protokolleri koşu bandında ve bisiklet ergometresinde uygulanarak elde edilen değerlerin futbol müsabakasındaki koşu hızı profili ile ilişkisi araştırılabilir.
3. Araştırmamızda doğal çim yüzeyli futbol sahasında yapılan futbol müsabakası, sentetik çim yüzeyli futbol sahasında uygulanarak farklı saha zeminlerinin parametreler üzerindeki etkisi araştırılabilir.
4. Futbol oyuncuları mevkilerine göre kategorize edilerek, kritik hız ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili arasındaki ilişkiler bu açıdan değerlendirilebilir.
5. Farklı aerobik performans parametreleri ile kritik hız ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili arasındaki ilişkiler araştırılabilir.
6. Futbol müsabakasının son bölümlerinde kat edilen mesafe değerlerinin kritik hız değerleri ile ilişkisine bakılarak oyuncuların yorgunluk seviyeleri, kritik hız değeri açısından değerlendirilebilir.
7. Farklı seviyedeki liglerde futbol oynayan oyuncular, kritik hız değeri ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili açısından değerlendirilebilir.
8. Farklı antrenman metotlarının anaerobik eşik, kritik hız değeri ve futbol müsabakasındaki koşu hızı profili üzerindeki etkisi araştırılabilir.
9. Daha fazla sayıda futbol müsabakası analiz edilerek, futbol müsabakasındaki koşu hızı profili ile kritik hız ve anaerobik eşik değeri arasındaki ilişkiler değerlendirilebilir.
10. Futbola özgü dar alan oyunlarındaki performans düzeyi ile kritik hız ve anaerobik eşik değeri arasındaki ilişki araştırılabilir.

## 7. KAYNAKLAR

- Apor, P. (1988). Successful formulae for fitness training. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W.J. Murphy (Eds.), *Science and Football* (pp. 95-107). London: E & FN Spon.
- Baldari, C. and Guidetti, L. (2000). A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of max lactate steady state. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(10), 1798-1802.
- Bangsbo, J., Nørregaard, L. and Thorsøe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16(2), 110-116.
- Bangsbo, J. (1994). Physiological demands. In B. Ekblom (Ed.), *Football (Soccer)* (pp. 43-59). London: Blackwell.
- Barros, R. M. L., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., et al. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 233.
- Black, M. I., Durant, J., Jones, A. M. and Vanhatalo, A. (2014). Critical power derived from a 3-min all-out test predicts 16.1-km road time-trial performance. *European Journal of Sport Science*, 14(3), 217-223.
- Beck, W. R., Zagatto, A. M. and Gobatto, C. A. (2014). Repeated sprint ability tests and intensity–time curvature constant to predict short-distance running performances. *Sport Sciences for Health*, 10(2), 105-110.
- Berthoin, S., Baquet, G., Dupont, G., Blondel, N. and Mucci, P. (2003). Critical velocity and anaerobic distance capacity in prepubertal children. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(4), 561-575.
- Berthoin, S., Baquet, G., Dupont, G. and Van Praagh, E. (2006). Critical velocity during continuous and intermittent exercises in children. *European Journal of Applied Physiology*, 98(2), 132-138.
- Billat, V. L., Renoux, J. C., Pinoteau, J., Petit, B. and Koralsztein, J. P. (1994). Times to exhaustion at 100% of velocity at  $\dot{V}O_2$ max and modelling of the time-limit/velocity relationship in elite long-distance runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 69(3), 271-273.
- Billat, V. L., Renoux, J. C., Pinoteau, J., Petit, B. and Koralsztein, J. P. (1995). Times to exhaustion at 90,100 and 105% of velocity at  $\dot{V}O_2$ max (Maximal aerobic speed) and critical speed in elite longdistance runners. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 103(2), 129-135.

- Billat, V. L., Binsse, V., Petit, B. and Koralsztein, J. J. (1998). High level runners are able to maintain a  $\text{VO}_2$  steady-state below  $\text{VO}_2\text{max}$  in an all-out run over their critical velocity. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 106(1), 38-45.
- Billat, V. L., Blondel, N. and Berthoin, S. (1999). Determination of the velocity associated with the longest time to exhaustion at maximal oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(2), 159-161.
- Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V. and Linsel, G. (2001). Relationship Between Run Times to Exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of  $\text{vVO}_2\text{max}$  and Velocity Expressed Relatively to Critical Velocity and Maximal Velocity. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 27-33.
- Bloomfield, J., Polman, R. and O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63.
- Bosquet, L., Léger, L. and Legros, P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Medicine*, 32(11), 675-700.
- Bosquet, L., Duchene, A., Lecot, F., Dupont, G. and Leger, L. (2006).  $V_{\text{max}}$  estimate from three-parameter critical velocity models: validity and impact on 800 m running performance prediction. *European Journal of Applied Physiology*, 97(1), 34-42.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. and Krusturup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
- Brickley, G., Doust, J. and Williams, C. A. (2002). Physiological responses during exercise to exhaustion at critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1-2), 146-151.
- Bull, A. J., Housh, T. J., Johnson, G. O. and Perry, S. R. (2000). Effect of mathematical modeling on the estimation of critical power. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 526-530.
- Bull, A. J., Housh, T. J., Johnson, G. O. and Rana, S. R. (2008). Physiological responses at five estimates of critical velocity. *European Journal of Applied Physiology*, 102(6), 711-720.
- Burnley, M. and Jones, A. M. (2007). Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sport Science*, 7(2), 63-79.
- Carey, D. G., Pliego, G. J. and Raymond, R. L. (2008). A comparison of different heart rate deflection methods to predict the anaerobic threshold. *European Journal of Sport Science*, 8(5), 315-323.



- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L. and Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer. *Sports Medicine*, 38(10), 839-862.
- Carling, C. (2010). Analysis of physical activity profiles when running with the ball in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 319-326.
- Carter, H. and Dekerle, J. (2014). Metabolic stress at cycling critical power vs. running critical speed. *Science and Sports*, 29(1), 51-54.
- Castagna, C., D'Ottavio, S. and Abt, G. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 775-780.
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Bordon, C. and Manzi, V. (2011). Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: A case study. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 66-71.
- Chidnok, W., Dimenna, F. J., Bailey, S. J., Vanhatalo, A., Morton, R. H., Wilkerson, D. P., et al. (2012). Exercise tolerance in intermittent cycling: application of the critical power concept. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(5), 966-976.
- Clingeffer, A., Mc Naughton, L. R. and Davoren, B. (1994). The use of critical power as a determinant for establishing the onset of blood lactate accumulation. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 68(2), 182-18.
- Clark, I. E., West, B. M., Reynolds, S. K., Murray, S. R. and Pettitt, R. W. (2013). Applying the critical velocity model for an off-season interval training program. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(12), 3335-3341.
- Çelik, Ö., Koşar, Ş. N., Korkusuz, F. and Bozkurt, M. (2005). Reliability and validity of the modified Conconi test on concept II rowing ergometers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 871-877.
- De Almeida, P. A. S., Ferreira, G. R., Morais, D. C., Barbosa, E. S., Cardoso, A. T., Rocha, C. C. D., Da Silva, S. F. (2008). Behavior parameters of control aerobic training during field tests. *Fitness and Performance Journal*, 7(6), 406-412.
- Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., et al. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59.
- De Lucas, R. D., Caputo, F., Mancini, E. C. and Denadai, B. S. (2002). The validity of critical speed determined from track cycling for identification of the maximal lactate steady state. *Biology of Sport*, 19(3), 239-242.
- De Lucas, R. D., Dittrich, N., Junior, R. B., De Souza, K. M. and Guglielmo, L. G. A. (2012). Is the critical running speed related to the intermittent maximal lactate steady state? *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(1), 89.

- Denadai, B. S., Gomide, E. B. G. and Greco, C. C. (2005). The relationship between onset of blood lactate accumulation, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 364-368.
- Di Prampero, P. E. (1999). The concept of critical velocity: a brief analysis. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(2), 162-164.
- Dunlop, G. (2013). A novel approach to the application of critical velocity within soccer. Unpublished master dissertation, University of Glasgow, Scotland, UK.
- Eniseler, N. (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 799-804.
- Ettema, J. (1966). Limits of human performance and energy-production. *Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie*, 22(1), 45-54.
- Florence, S.-I. and Weir, J. P. (1997). Relationship of critical velocity to marathon running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(3), 274-278.
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (2008). *How to design and evaluate research in education* (7th ed.). New York: Mc-Graw Hill.
- Fukuda, D. H., Smith, A. E., Kendall, K. L., Dwyer, T. R., Kerksick, C. M., Beck, T. W., et al. (2010). The effects of creatine loading and gender on anaerobic running capacity. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1826-1833.
- Gaesser, G. A., Carnevale, T. J., Garfinkel, A., Walter, D. O. and Womack, C. J. (1995). Estimation of critical power with nonlinear and linear models. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(10), 1430-1438.
- Gaesser, G. A. and Poole, D. C. (1996). The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24(1), 35-70.
- Galbraith, A., Hopker, J., Jobson, S. and Passfield, L. (2011). A novel field test to determine critical speed. *Journal of Sports Medicine and Doping Studies*, 1(1), 1-4.
- Gamelin, F. X., Coquart, J., Ferrari, N., Vodougnon, H., Matran, R., Leger, L., et al. (2006). Prediction of one-hour running performance using constant duration tests. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 735-739.
- Gobatto, C. A., De Mello, M. A. R., Sibuya, C. Y., De Azevedo, J. R. M., Dos Santos, L. A. and Kokubun, E. (2001). Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 130(1), 21-27.

- Güvenç, A., Çolak, R. ve Açıkada, C. (2005). 12-15 Yaş arası antrenmanlı çocuklarda cinsiyet ve yaşın laktat ve kalp atım hızı cevaplarına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 16(1), 1-18.
- Hawley, J. A. (2002). Adaptations of skeletal muscle to prolonged, intense endurance training. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 29(3), 218-222.
- Hill, D. W. (1993). The critical power concept. *Sports Medicine*, 16(4), 237-254.
- Hill, D. and Ferguson, C. (1999). A physiological description of critical velocity. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(3), 290-293.
- Hill, D., Vingren, J., Nakamura, F. and Kokobun, E. (2011). Relationship between speed and time in running. *International Journal of Sports Medicine*, 32(7), 519.
- Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T. and Coutts, A. J. (2009). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 111-115.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L., Kemi, O. and Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221.
- Hopkins, W., Edmond, I., Hamilton, B., Macfarlane, D. and Ross, B. (1989). Relation between power and endurance for treadmill running of short duration. *Ergonomics*, 32(12), 1565-1571.
- Housh, D. J., Housh, T. J. and Bauge, S. M. (1990). A methodological consideration for the determination of critical power and anaerobic work capacity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 61(4), 406-409.
- Housh, T., Johnson, G., McDowell, S., Housh, D. and Pepper, M. (1991). Physiological responses at the fatigue threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 12(03), 305-308.
- Housh, T. J., Devries, H. A., Housh, D. J., Tichy, M. W., Smyth, K. D. and Tichy, A. (1991). The relationship between critical power and the onset of blood lactate accumulation. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(1), 31-36.
- Housh, T. J., Cramer, J. T., Bull, A. J., Johnson, G. O. and Housh, D. J. (2001). The effect of mathematical modeling on critical velocity. *European Journal of Applied Physiology*, 84(5), 469-475.
- Hughson, R., Orok, C. and Staudt, L. (1984). A High Velocity Treadmill Running Test to Assess Endurance Running Potential. *International Journal of Sports Medicine*, 5(01), 23-25.

- Ignjatović, A., Hofmann, P. and Radovanović, D. (2008). Non-invasive determination of the anaerobic threshold based on the heart rate deflection point. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 6(1), 1-10.
- Jenkins, D. G. and Quigley, B. M. (1992). Endurance training enhances critical power. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(11), 1283-1289.
- Jones, A. M. and Doust, J. (2001). Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data, vol 2. Exercise physiology. In R. Eston & T. Reilly (Eds.), *Limitations to submaximal exercise performance* (pp. 280-311). London, Routledge.
- Jones, A. M., Vanhatalo, A., Burnley, M., Morton, R. H. and Poole, D. C. (2010). Critical power: implications for determination of  $\dot{V}O_{2\max}$  and exercise tolerance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(10), 1876-1890.
- Kachouri, M., Vandewalle, H., Billat, V., Huet, M., Thomaïdis, M., Jousselin, E., et al. (1995). Critical velocity of continuous and intermittent running exercise. An example of the limits of the critical power concept. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 73(5), 484-487.
- Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemi* (27. Baskı). Ankara: Nobel.
- Kolbe, T., Dennis, S. C., Selley, E., Noakes, T. D. and Lambert, M. I. (1995). The relationship between critical power and running performance. *Journal of Sports Sciences*, 13(3), 265-269.
- Kranenburg, K. J. and Smith, D. J. (1996). Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(5), 614-618.
- Linnarsson, D., Karlsson, J., Fagraeus, L. and Saltin, B. (1974). Muscle metabolites and oxygen deficit. *Journal of Applied Physiology*, 36(4), 399-402.
- Loures, J. P., Filho, C. A. K., Holtz, V., Franco, E. I. K., Zagatto, A. M. and Papoti, M. (2012). Correlation between the Curvature Constant Parameter ( $W'$ ) from the Velocity-Exhaustion Time Relationship, Maximal Accumulated Oxygen Deficit and Performance in Professional Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 15(5).
- McLellan, T. and Cheung, K. (1992). A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and the critical power. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(5), 543-550.
- Midgley, A. W., McNaughton, L. R. and Wilkinson, M. (2006). Is there an Optimal Training Intensity for Enhancing the Maximal Oxygen Uptake of Distance Runners? *Sports Medicine*, 36(2), 117-132.

- Mohr, M., Krusturup, P. and Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Mohr, M., Krusturup, P. and Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 593-599.
- Monod, H. and Scherrer, J. (1965). The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics*, 8(3), 329-338.
- Moritani, T., Nagata, A., Devries, H. A. and Muro, M. (1981). Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics*, 24(5), 339-350.
- Morton, R. H. (1996). A 3-parameter critical power model. *Ergonomics*, 39(4), 611-619.
- Morton, R. H. and Billat, V. (2000). Maximal endurance time at VO<sub>2</sub>max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(8), 1496-1504.
- Morton, R. H. (2006). The critical power and related whole-body bioenergetic models. *European Journal of Applied Physiology*, 96(4), 339-354.
- Mucci, P. and Lesaignoux, Y. (2008). Inspiratory-muscle training and critical velocity. *Science and Sports*, 23(5), 255-257.
- Okudan, N. ve Gökbel, H. (2003). Kritik güç ile maksimal oksijen tüketimi ve anaerobik eşik arasındaki ilişkiler. *Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 19, 9-14.
- Özyener, F., Rossiter, H. B., Ward, S. A. and Whipp, B. J. (2001). Influence of exercise intensity on the on-and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. *The Journal of Physiology*, 533(3), 891-902.
- Penteado, R., Salvador, A. F., Corvino, R. B., Cruz, R., Lisbôa, F. D., Caputo, F., et al. (in press). Physiological responses at critical running speed during continuous and intermittent exhaustion tests. *Science and Sports*.
- Pepper, M. L., Housh, T. J. and Johnson, G. O. (1992). The accuracy of the critical velocity test for predicting time to exhaustion during treadmill running. *International Journal of Sports Medicine*, 13(02), 121-124.
- Poole, D. C., Ward, S. A., Gardner, G. W. and Whipp, B. J. (1988). Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics*, 31(9), 1265-1279.
- Poole, D. C., Ward, S. A. and Whipp, B. J. (1990). The effects of training on the metabolic and respiratory profile of high-intensity cycle ergometer exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 59(6), 421-429.
- Rampinini, E., Sassi, A., Azzalin, A., Castagna, C., Menaspà, P., Carlomagno, D., et al. (2010). Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 401-409.

- Ramsbottom, R., Brewer, J. and Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 22(4), 141-144.
- Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J. and Krustup, P. (2014). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 148-156.
- Reilly, T., Bangsbo, J. and Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683
- Rostgaard, T., Iaia, F. M., Simonsen, D. S. and Bangsbo, J. (2008). A test to evaluate the physical impact on technical performance in soccer. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 283-292.
- Roston, W. L., Whipp, B. J., Davis, J. A., Cunningham, D. A., Effros, R. M. and Wasserman, K. (1987). Oxygen uptake kinetics and lactate concentration during exercise in humans. *The American Review of Respiratory Disease*, 135(5), 1080-1084.
- Schnitzler, C., Heck, G., Chatard, J.-C. and Ernwein, V. (2010). A simple field test to assess endurance in inexperienced runners. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2026-2031.
- Simões, H., Denadai, B. S., Baldissera, V., Campbell, C. and Hill, D. (2005). Relationships and significance of lactate minimum, critical velocity, heart rate deflection and 3 000 m track-tests for running. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(4), 441-451.
- Smith, C. G. and Jones, A. M. (2001). The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *European Journal of Applied Physiology*, 85(1), 19-26.
- Smith, A., Fukuda, D., Kendall, K., Graef, J., Moon, J. and Stout, J. (2009). The combined effects of a pre-workout supplement and three weeks of high-intensity interval training on critical velocity, anaerobic running capacity, training volume, and body composition in men and women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6, 1-2.
- Smith, A. E., Fukuda, D. H., Kendall, K. L. and Stout, J. R. (2010). The effects of a pre-workout supplement containing caffeine, creatine, and amino acids during three weeks of high-intensity exercise on aerobic and anaerobic performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(10)

- Smith, A. E., Kendall, K. L., Fukuda, D. H., Cramer, J. T. and Stout, J. R. (2011). Determination of aerobic and anaerobic performance: a methodological consideration. *Physiological Measurement*, 32(4), 423.
- Soares-Caldeira, L. F., Okuno, N. M., Sales, M. M., Campbell, C. S. G., Simões, H. G. and Nakamura, F. Y. (2012). Similarity in physiological and perceived exertion responses to exercise at continuous and intermittent critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1637-1644.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. and Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Taylor, S. A. and Batterham, A. M. (2002). The reproducibility of estimates of critical power and anaerobic work capacity in upper-body exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 87(1), 43-49.
- Vanhatalo, A., Jones, A. M. and Burnley, M. (2011). Application of critical power in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 128-136.
- Wagner, P. D. (1996). Determinants of maximal oxygen transport and utilization. *Annual Review of Physiology*, 58(1), 21-50.
- Vandewalle, H., Vautier, J. F., Kachouri, M., Lechevalier, J. M. and Monod, H. (1997). Work-exhaustion time relationships and the critical power concept. A critical review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 37(2), 89-102.
- Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Harada, T., Moritani, T., Mutoh, Y., et al. (1993). Does Critical Swimming Velocity Represent Exercise Intensity at Maximal Lactate Steady State? *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 66(1), 90-95.
- Walsh, M. L. (2000). Whole body fatigue and critical power. *Sports Medicine*, 29(3), 153-166.
- Whipp, B. J. and Wasserman, K. (1972). Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant-load work. *Journal of Applied Physiology*, 33(3), 351-356.
- Whipp, B. J. (1987). Dynamics of pulmonary gas exchange. *Circulation*, 76(6), 18-28.
- Wisloff, U., Helgerud, J. and Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 462-467.
- Xu, F. and Rhodes, E. C. (1999). Oxygen uptake kinetics during exercise. *Sports Medicine*, 27(5), 313-327.
- Zagatto, A., Kalva-Filho, C., Loures, J., Kaminagakura, E., Redkva, P. and Papoti, M. (2013). Anaerobic running capacity determined from the critical velocity model is not significantly associated with maximal accumulated oxygen deficit in army runners. *Science and Sports*, 28(6), 159-165.

Ziogas, G. G., Patras, K. N., Stergiou, N. and Georgoulis, A. D. (2011). Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 414-419.



## **8. EKLER**

## EK 1: Anaerobik Eşik Testi Veri Formu

Oyuncu Adı-Soyadı					
10 km/s.	100 m.				
	200 m.				
	300 m.				
	400 m.				
	500 m.				
	Ort. KAH				
	Laktat				
12 km/s.	100 m.				
	200 m.				
	300 m.				
	400 m.				
	500 m.				
	600 m.				
	Ort. KAH				
Laktat					
14 km/s.	100 m.				
	200 m.				
	300 m.				
	400 m.				
	500 m.				
	600 m.				
	Ort. KAH				
Laktat					
16 km/s.	100 m.				
	200 m.				
	300 m.				
	400 m.				
	500 m.				
	600 m.				
	Ort. KAH				
Laktat					
18 km/s.	100 m.				
	200 m.				
	300 m.				
	400 m.				
	500 m.				
	600 m.				
	Ort. KAH				
Laktat					
20 km/s.	100 m.				
	200 m.				
	300 m.				
	400 m.				
	500 m.				
	600 m.				
	Ort. KAH				
Laktat					
22 km/s.	100 m.				
	200 m.				
	300 m.				
	400 m.				
	500 m.				
	600 m.				
	Ort. KAH				
Laktat					





**EK 4. Araştırma İzin Belgesi**

24/11/2014



Erdal ARI isimli araştırmacının 'Genç Futbolcularda Anaerobik Eşik, Kritik Hız ve Müsabakadaki Koşu Hızı Profili Arasındaki İlişkilerin Araştırılması' isimli doktora tez araştırmasına ait testlerin kulübümüzün U21 takımında uygulanması talebi kulübümüz tarafından uygun görülmüştür.

Av.Adem Türkmen  
Orduspor Kulübü  
Başkan Yardımcısı



ORDUSPOR KULÜBÜ  
Durugöl Mahallesi Vali Kemal Yazıcıoğlu Orduspor Tesisleri 52200 / ORDU  
Tel: 0 452 234 78 64 - Faks: 0 452 234 65 15 - e-posta: [info@orduspor.org.tr](mailto:info@orduspor.org.tr)  
[www.orduspor.org.tr](http://www.orduspor.org.tr) - [www.facebook.com/orduspor](https://www.facebook.com/orduspor) - [www.twitter.com/ordusporclub](https://www.twitter.com/ordusporclub)

## EK 5: Etik Kurul Başvuru Formu

	<p style="text-align: center;"><b>KTÜ TIP FAKÜLTESİ</b> <b>KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b></p> <p style="text-align: center;">Araştırma / Tez Bildirim Formu (YÖNETMELİK DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALAR)</p>	FORM 21	
		Rev.Tarihi 17.06.2013	

**1. Araştırmanın / Tezin genel tanımı:**

**1. a. Araştırmanın / Tezin Adı:**  
Genç Futbolcularda Anaerobik Eşik, Kritik Hız ve Müsabakadaki Koşu Hızı Profili Arasındaki İlişkilerin Araştırılması

**Araştırmanın / Tezin Etik Kurul Kayıt Numarası:** 2014/156

**1. b. Araştırmanın Sorumlusu:** Erdal ARI

**1. c. Araştırma ile ilgili kişiler / Tez sahibi ve Öğretim Üyeleri**

Adı Soyadı	Kurum
1. Erdal ARI	KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü
2. Yrd. Doç. Dr. Hamit CİHAN	KTÜ BESYO

**1. d. Çalışmanın niteliği:**  
**YÖNETMELİK DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALAR**

**LYÖNTEM KLİNİK ARAŞTIRMALARI\***

A. GÖZLEMSEL YÖNTEM KLİNİK ARAŞTIRMASI  
 B. GİRİŞİMSSEL YÖNTEM KLİNİK ARAŞTIRMASI

**II. TANIMLAYICI / ANALİTİK KLİNİK ARAŞTIRMALAR\*\***

A. GÖZLEMSEL TANIMLAYICI KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
 B. GİRİŞİMSSEL TANIMLAYICI KLİNİK ARAŞTIRMALAR

**III. DİĞER KLİNİK ARAŞTIRMALAR**

Anket çalışması  
 Dosya ve görüntü kayıtları kullanılarak yapılan retrospektif arşiv taramaları  
 Kan, idrar, doku, görüntü gibi biyokimya, mikrobiyoloji, patoloji ve radyoloji koleksiyon materyalleriyle yapılacak çalışmalar  
 Rutin tetkik ve tedavi işlemleri sırasında elde edilmiş materyallerle yapılacak çalışmalar  
 Hemşirelik faaliyetlerinin sınırları içerisinde yapılacak araştırmalar  
 Egzersiz gibi vücut fizyolojisi ile ilgili araştırmalar  
 Antropometrik ölçümlere dayalı yapılan çalışmalar ve yaşam alışkanlıklarının değerlendirilmesi araştırmaları

**1. e. Araştırmanın Statüsü**

Uzmanlık / Doktora tezi  
 Yüksek Lisans tezi  
 Akademik amaçlı çalışma

**EK 6: Araştırma Grubunu Oluşturan Genç Futbolcuların Fiziksel Özellikleri ve Anerobik Eşik Verileri**

Oyuncu	Yaş	Boy Uzunluğu	Vücut Ağırlığı	AEKH (km/s.)	AEKAH (atım/dk.)
1	21	169	63,5	10,1	158
2	19	177	66	10,6	151
3	18	181	76	10,4	143
4	18	176	69,8	12,1	175
5	20	172	69	10,3	176
6	19	177	74	12,4	167
7	18	178	72,1	12,1	159
8	19	174	73	11	153
9	20	168	68,9	10,6	143
10	19	174	68,5	10,6	150
<b>Ortalama</b>	19,1	174,6	70,1	11	157,5
<b>Standart Sapma</b>	1	4,1	3,8	0,9	11,9

**EK 7: Araştırma Grubunu Oluşturan Genç Futbolcuların Kritik Hız Değerlerine Ait Veriler**

Oyuncu	1500 m. (sn.)	3000 m. (sn.)	KH (km/s.)	ADC (m.)	KH Laktat (mmol./lt.)	KHKAH (atım/dk.)
1	359	737	14,3	75,4	8,9	187
2	317	681	14,8	193,7	10,1	177
3	329	686	15,1	117,6	13,8	183
4	293	609	17,1	109,2	13,7	189
5	336	777	12,2	357,1	6,9	162
6	334	706	14,5	153,2	4,5	182
7	327	709	14,1	216,0	7,9	174
8	330	682	15,3	93,8	7,7	178
9	333	691	15,1	104,7	12,7	177
10	341	723	14,1	161,0	8,4	174
<b>Ortalama</b>	329,9	700,1	14,7	158,2	9,5	178,3
<b>Standart Sapma</b>	16,9	43,7	1,2	83,1	3,1	7,7

**EK 8: Araştırma Grubunu Oluşturan Genç Futbolcuların Müsabakadaki Koşu Hızı Profillerine Ait Veriler**

Oyuncu	MOKH (km/s.)	MMKH (km/s.)	MOKAH (atım/dk.)	MMKAH (atım/dk.)	MOŞK	MOŞKM (m.)	MYŞK	MYŞKM (m.)	MTM (m.)
1	7,3	31,2	179,3	197	2294	1919,5	1362	1358,6	10495,8
2	7,1	31	169	188	2431	2021,9	1203,6	1208,3	10189
3	6,6	27,9	147,6	181	1991	1655,9	700,8	659,1	9402,6
4	7,8	29,1	167	175	3169	2635,8	1636,8	1587	11341,9
5	6,7	30,7	158,4	177	1819	1504,1	625,2	602,8	9559,4
6	7,3	29,7	170	179	2309	1935	1369,2	1321,5	10210,9
7	6,8	29,4	159,3	182	1838	1538	1122	1092,1	9763,5
8	5,7	28,7	176,2	196	2810	2328,4	954	902,4	11139,5
9	7	27,4	177	188	2927	2417,1	900	842,6	10753,3
10	7,8	24,4	174	186	3004,1	2225,7	616,1	497	10019,7
<b>Ortalama</b>	7,0	29,0	167,8	184,9	2459,2	2018,1	1049,0	1007,1	10287,6
<b>Standart Sapma</b>	0,6	2,0	10,0	7,5	495,3	383,4	348,8	363,5	647,5



## EK 9: İstatistiksel Analiz Sonuçları

**Kritik Hız Değerinin Tespiti Amacıyla Her Oyuncunun 1500 ve 3000 m. Koşularındaki Koşu Mesafesi ve Süresi Değerleri Arasında Uygulanan Doğrusal Regresyon Analizleri**

Oyuncu 1

### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	548,0000	267,28636	2

### Correlations

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

### Variables Entered/Removed<sup>a</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	. <sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1	.	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	75,397	,000		.	.
	time	3,968	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 2****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	499,0000	257,38687	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	<sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1	.	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	193,681	,000		.	.
	time	4,121	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 3****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	507,5000	252,43712	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	<sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1	.	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	117,647	,000		.	.
	time	4,202	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 4****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	451,0000	223,44574	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	<sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1			

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	109,177	,000		.	.
	time	4,747	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 5****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	556,5000	311,83409	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	<sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1			

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	357,143	,000		.	.
	time	3,401	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 6****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	520,0000	263,04372	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	<sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1			

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	153,226	,000		.	.
	time	4,032	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 7****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	518,0000	270,11479	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	<sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1			

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	215,969	,000		.	.
	time	3,927	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 8****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	506,0000	248,90159	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	<sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1	.	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time



**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	93,750	,000		.	.
	time	4,261	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 9****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	512,0000	253,14423	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	. <sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1			

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	104,749	,000		.	.
	time	4,190	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

**Oyuncu 10****Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
totaldistance	2250,0000	1060,66017	2
time	532,0000	270,11479	2

**Correlations**

		totaldistance	time
Pearson Correlation	totaldistance	1,000	1,000
	time	1,000	1,000
Sig. (1-tailed)	totaldistance	.	,000
	time	,000	.
N	totaldistance	2	2
	time	2	2

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	time <sup>b</sup>	.	Enter

a. Dependent Variable: totaldistance

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	.	.	1,000	.	1	0	.

a. Predictors: (Constant), time

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1125000,000	1	1125000,000	.	<sup>b</sup>
	Residual	,000	0	.	.	.
	Total	1125000,000	1	.	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

b. Predictors: (Constant), time

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	160,995	,000		.	.
	time	3,927	,000	1,000	.	.

a. Dependent Variable: totaldistance

## Verilerin Dağılımının Normalliğine İlişkin Shapiro-Wilk Testi Sonuçları

## Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
AEKH	,277	10	,029	,830	10	,033
AEKAH	,150	10	,200*	,918	10	,341
KH	,229	10	,146	,918	10	,337
KHL	,172	10	,200*	,930	10	,447
KHKAH	,188	10	,200*	,939	10	,540
MOKAH	,169	10	,200*	,922	10	,373
MMKAH	,150	10	,200*	,936	10	,506
MOKH	,154	10	,200*	,933	10	,475
MMKH	,151	10	,200*	,906	10	,256
MOŞK	,161	10	,200*	,922	10	,375
MYŞK	,141	10	,200*	,943	10	,588
MOŞKM	,128	10	,200*	,955	10	,724
MYŞKM	,131	10	,200*	,960	10	,786
MTM	,147	10	,200*	,961	10	,794

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Anaerobik Eşik, Kritik Hız ve Müsabakadaki Koşu Hızı Profili Parametreleri Arasındaki İlişkiye Ait Spearman Korelasyon Analizi Sonuçları**

			<b>Correlations</b>			
			AEKH	KH	KHL	MOKH
Spearman's rho	AEKH	Correlation Coefficient	1,000	,253	-,280	,242
		Sig. (2-tailed)	.	,481	,434	,501
		N	10	10	10	10
KH	KH	Correlation Coefficient	,253	1,000	,559	-,089
		Sig. (2-tailed)	,481	.	,093	,808
		N	10	10	10	10
KHL	KHL	Correlation Coefficient	-,280	,559	1,000	,122
		Sig. (2-tailed)	,434	,093	.	,737
		N	10	10	10	10
MOKH	MOKH	Correlation Coefficient	,242	-,089	,122	1,000
		Sig. (2-tailed)	,501	,808	,737	.
		N	10	10	10	10
MMKH	MMKH	Correlation Coefficient	-,292	-,292	-,297	,049
		Sig. (2-tailed)	,413	,413	,405	,894
		N	10	10	10	10
MOŞK	MOŞK	Correlation Coefficient	,383	,559	,345	,555
		Sig. (2-tailed)	,275	,093	,328	,096
		N	10	10	10	10
MYŞK	MYŞK	Correlation Coefficient	,407	,401	,042	,396
		Sig. (2-tailed)	,243	,250	,907	,257
		N	10	10	10	10
MOŞKM	MOŞKM	Correlation Coefficient	,383	,693	,358	,396
		Sig. (2-tailed)	,275	,026	,310	,257
		N	10	10	10	10
MYŞKM	MYŞKM	Correlation Coefficient	,298	,389	,103	,396
		Sig. (2-tailed)	,403	,266	,777	,257
		N	10	10	10	10
MTM	MTM	Correlation Coefficient	,353	,608	,091	,329
		Sig. (2-tailed)	,318	,062	,803	,353
		N	10	10	10	10

## Correlations

			MMKH	MOŞK	MYŞK	MOŞKM
Spearman's rho	AEKH	Correlation Coefficient	-,292	,383	,407	,383
		Sig. (2-tailed)	,413	,275	,243	,275
		N	10	10	10	10
	KH	Correlation Coefficient	-,292	,559	,401	,693*
		Sig. (2-tailed)	,413	,093	,250	,026
		N	10	10	10	10
	KHL	Correlation Coefficient	-,297	,345	,042	,358
		Sig. (2-tailed)	,405	,328	,907	,310
		N	10	10	10	10
	MOKH	Correlation Coefficient	,049	,555	,396	,396
		Sig. (2-tailed)	,894	,096	,257	,257
		N	10	10	10	10
	MMKH	Correlation Coefficient	1,000	-,503	,527	-,455
		Sig. (2-tailed)	.	,138	,117	,187
		N	10	10	10	10
	MOŞK	Correlation Coefficient	-,503	1,000	,188	,964**
		Sig. (2-tailed)	,138	.	,603	,000
		N	10	10	10	10
	MYŞK	Correlation Coefficient	,527	,188	1,000	,273
		Sig. (2-tailed)	,117	,603	.	,446
		N	10	10	10	10
	MOŞKM	Correlation Coefficient	-,455	,964**	,273	1,000
		Sig. (2-tailed)	,187	,000	,446	.
		N	10	10	10	10
	MYŞKM	Correlation Coefficient	,564	,176	,988**	,261
		Sig. (2-tailed)	,090	,627	,000	,467
		N	10	10	10	10
MTM	Correlation Coefficient	-,030	,721*	,588	,830**	
	Sig. (2-tailed)	,934	,019	,074	,003	
	N	10	10	10	10	

## Correlations

			MYŞKM	MTM
Spearman's rho	AEKH	Correlation Coefficient	,298	,353
		Sig. (2-tailed)	,403	,318
		N	10	10
KH	KH	Correlation Coefficient	,389	,608
		Sig. (2-tailed)	,266	,062
		N	10	10
KHL	KHL	Correlation Coefficient	,103	,091
		Sig. (2-tailed)	,777	,803
		N	10	10
MOKH	MOKH	Correlation Coefficient	,396	,329
		Sig. (2-tailed)	,257	,353
		N	10	10
MMKH	MMKH	Correlation Coefficient	,564	-,030
		Sig. (2-tailed)	,090	,934
		N	10	10
MOŞK	MOŞK	Correlation Coefficient	,176	,721*
		Sig. (2-tailed)	,627	,019
		N	10	10
MYŞK	MYŞK	Correlation Coefficient	,988**	,588
		Sig. (2-tailed)	,000	,074
		N	10	10
MOŞKM	MOŞKM	Correlation Coefficient	,261	,830**
		Sig. (2-tailed)	,467	,003
		N	10	10
MYŞKM	MYŞKM	Correlation Coefficient	1,000	,600
		Sig. (2-tailed)	.	,067
		N	10	10
MTM	MTM	Correlation Coefficient	,600	1,000
		Sig. (2-tailed)	,067	.
		N	10	10

**Anaerobik Eşik, Kritik Hız ve Müsabakadaki Koşu Hızı Profili Parametreleri Arasındaki İlişkiye Ait Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları**

		Correlations						
		KH	KHL	MOKH	MMKH	MOŞK	MYŞK	MOŞKM
KH	Pearson Correlation	1	,624	,168	-,163	,665*	,578	,748*
	Sig. (2-tailed)		,054	,642	,652	,036	,080	,013
	N	10	10	10	10	10	10	10
KHL	Pearson Correlation	,624	1	,150	-,221	,343	,044	,386
	Sig. (2-tailed)	,054		,679	,539	,332	,903	,271
	N	10	10	10	10	10	10	10
MOKH	Pearson Correlation	,168	,150	1	-,201	,346	,363	,280
	Sig. (2-tailed)	,642	,679		,577	,328	,303	,433
	N	10	10	10	10	10	10	10
MMKH	Pearson Correlation	-,163	-,221	-,201	1	-,510	,505	-,364
	Sig. (2-tailed)	,652	,539	,577		,132	,137	,301
	N	10	10	10	10	10	10	10
MOŞK	Pearson Correlation	,665*	,343	,346	-,510	1	,234	,979**
	Sig. (2-tailed)	,036	,332	,328	,132		,516	,000
	N	10	10	10	10	10	10	10
MYŞK	Pearson Correlation	,578	,044	,363	,505	,234	1	,363
	Sig. (2-tailed)	,080	,903	,303	,137	,516		,303
	N	10	10	10	10	10	10	10
MOŞKM	Pearson Correlation	,748*	,386	,280	-,364	,979**	,363	1
	Sig. (2-tailed)	,013	,271	,433	,301	,000	,303	
	N	10	10	10	10	10	10	10
MYŞKM	Pearson Correlation	,542	,041	,324	,574	,172	,996**	,309
	Sig. (2-tailed)	,106	,910	,362	,083	,636	,000	,385
	N	10	10	10	10	10	10	10
MTM	Pearson Correlation	,706*	,211	,063	,006	,799**	,585	,885**
	Sig. (2-tailed)	,023	,558	,862	,987	,006	,076	,001
	N	10	10	10	10	10	10	10
AEKAH	Pearson Correlation	-,137	-,365	,243	,473	-,138	,418	-,092
	Sig. (2-tailed)	,707	,299	,499	,167	,704	,230	,801
	N	10	10	10	10	10	10	10
KHKAH	Pearson Correlation	,798**	,426	,303	,054	,393	,706*	,478
	Sig. (2-tailed)	,006	,220	,395	,883	,261	,023	,163
	N	10	10	10	10	10	10	10
MOKAH	Pearson Correlation	,160	-,222	,184	-,075	,640*	,304	,637*
	Sig. (2-tailed)	,658	,537	,612	,837	,046	,392	,048

N		10	10	10	10	10	10	10
MMKAH	Pearson Correlation	-,002	-,097	-,353	,029	,191	-,040	,192
	Sig. (2-tailed)	,996	,789	,317	,936	,597	,913	,596
N		10	10	10	10	10	10	10

## Correlations

		MYŞKM	MTM	AEKAH	KHKAH	MOKAH	MMKAH
KH	Pearson Correlation	,542	,706 <sup>+</sup>	-,137	,798 <sup>**</sup>	,160	-,002
	Sig. (2-tailed)	,106	,023	,707	,006	,658	,996
	N	10	10	10	10	10	10
KHL	Pearson Correlation	,041	,211	-,365	,426	-,222	-,097
	Sig. (2-tailed)	,910	,558	,299	,220	,537	,789
	N	10	10	10	10	10	10
MOKH	Pearson Correlation	,324	,063	,243	,303	,184	-,353
	Sig. (2-tailed)	,362	,862	,499	,395	,612	,317
	N	10	10	10	10	10	10
MMKH	Pearson Correlation	,574	,006	,473	,054	-,075	,029
	Sig. (2-tailed)	,083	,987	,167	,883	,837	,936
	N	10	10	10	10	10	10
MOŞK	Pearson Correlation	,172	,799 <sup>**</sup>	-,138	,393	,640 <sup>+</sup>	,191
	Sig. (2-tailed)	,636	,006	,704	,261	,046	,597
	N	10	10	10	10	10	10
MYŞK	Pearson Correlation	,996 <sup>**</sup>	,585	,418	,706 <sup>+</sup>	,304	-,040
	Sig. (2-tailed)	,000	,076	,230	,023	,392	,913
	N	10	10	10	10	10	10
MOŞKM	Pearson Correlation	,309	,885 <sup>**</sup>	-,092	,478	,637 <sup>+</sup>	,192
	Sig. (2-tailed)	,385	,001	,801	,163	,048	,596
	N	10	10	10	10	10	10
MYŞKM	Pearson Correlation	1	,552	,420	,683 <sup>+</sup>	,277	-,026
	Sig. (2-tailed)		,098	,227	,029	,439	,942
	N	10	10	10	10	10	10
MTM	Pearson Correlation	,552	1	,122	,518	,690 <sup>+</sup>	,309
	Sig. (2-tailed)	,098		,738	,125	,027	,384
	N	10	10	10	10	10	10
AEKAH	Pearson Correlation	,420	,122	1	-,107	-,099	-,546
	Sig. (2-tailed)	,227	,738		,768	,785	,103
	N	10	10	10	10	10	10
KHKAH	Pearson Correlation	,683 <sup>+</sup>	,518	-,107	1	,219	,162
	Sig. (2-tailed)	,029	,125	,768		,543	,655



	N	10	10	10	10	10	10
MOKAH	Pearson Correlation	,277	,690*	-,099	,219	1	,656*
	Sig. (2-tailed)	,439	,027	,785	,543		,040
	N	10	10	10	10	10	10
MMKAH	Pearson Correlation	-,026	,309	-,546	,162	,656*	1
	Sig. (2-tailed)	,942	,384	,103	,655	,040	
	N	10	10	10	10	10	10

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

## 9. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

1983 yılında Ordu'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ordu'da tamamladı. Lisans eğitimini 2003-2007 yılları arasında Kırıkkale Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi Bölümünde tamamlayarak futbol branşında UEFA B lisans almaya hak kazandı. Yüksek lisans eğitimini 2008-2010 yılları arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında tamamladı. 2007-2009 yılları arasında Adalet Bakanlığı'nda teknisyen, 2009-2012 yılları arasında ise Giresun Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü'nde antrenör olarak çalıştı. 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında doktora eğitimine başladı. 2012 yılında Ordu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'na Öğretim Görevlisi olarak atandı. Halen aynı görevini sürdürmekte olan araştırmacı bekar olup, İngilizce bilmektedir.

### İLETİŞİM BİLGİLERİ:

**Adres** : Öğr. Gör. Erdal ARI, Ordu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu  
Cumhuriyet Yerleşkesi, 52200, Altınordu, ORDU

**E-posta** : erdalari@odu.edu.tr

**Telefon** : 0452 226 52 49