

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**FUTBOLCULARDA DİKEY SIÇRAMA, SÜRAT VE AEROBİK**  
**DAYANIKLILIK PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN**  
**İNCELENMESİ**

**AHMET GÖKALP ÖNÜRME**

**HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Dr. Öğr. Üyesi GÖKHAN DELİCEOĞLU**

**2018 - KIRIKKALE**

## TEZ KABUL FORMU

Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir. Tez Savunma Tarihi:10.07.2018

Öğretim Üyesi  
Doç. Dr. İbrahim CİCİOĞLU  
Gazi Üniversitesi  
Spor Bilimleri Fakültesi  
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği  
Juri Başkanı

Doç. Dr. Özlem ORHAN  
Gazi Üniversitesi  
Spor Bilimleri Fakültesi  
Antrenörlük Eğitimi Bölümü  
Juri Üyesi

Dr. Öğretim Üyesi  
Kırıkkale Üniversitesi  
Spor Bilimleri Fakültesi  
Antrenörlük Eğitimi Bölümü  
Juri Üyesi

## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL ve ONAY .....</b>	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>II</b>
<b>KİŞİSEL KABUL .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÖNSÖZ.....</b>	<b>VII</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR .....</b>	<b>VIII</b>
<b>TABLolar LİSTESİ.....</b>	<b>X</b>
<b>ŞEKİLLER .....</b>	<b>XI</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>XII</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>XIII</b>
<b>BÖLÜM I GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Araştırmanın Amacı .....	4
1.2. Araştırmanın Ana Problemi .....	4
1.3. Araştırmanın Alt Problemleri.....	5
1.4. Araştırmanın Önemi.....	5
1.5. Sayıtlar .....	6
1.6. Sınırlılıklar .....	6
<b>BÖLÜM II GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>7</b>
2.1. DAYANIKLILIK.....	7
2.1.1. Dayanıklılığın Sınıflandırılması.....	8
2.1.1.1. Spor Dalına Özgü Dayanıklılık.....	8
Genel Dayanıklılık .....	8
Özel Dayanıklılık .....	9
2.1.1.2. Enerji Oluşumu Açısından Dayanıklılık.....	9
Aerobik Dayanıklılık.....	10
Anaerobik Dayanıklılık.....	10

2.1.1.3. Süre Açısından Dayanıklılık .....	11
Kısa Süreli Dayanıklılık.....	11
Orta Süreli Dayanıklılık .....	11
Uzun Süreli Dayanıklılık .....	12
2.1.1.4. Motorik Özelliklerle İlişki Açısından Dayanıklılık .....	12
Kuvvette Devamlılık .....	12
Süratte Devamlılık .....	13
2.1.1.5. Kasların Çalışma Biçimi Açısından Dayanıklılık.....	13
Statik Dayanıklılık. ....	13
Dinamik Dayanıklılık.....	13
2.1.2. Dayanıklılığı Etkileyen Faktörler.....	13
2.1.2.1. Merkezi Sinir Sistemi.....	14
2.1.2.2. Sporunun İrade Gücü.....	14
2.1.2.3. Aerobik Kapasite.....	15
2.1.2.4. Anaerobik Kapasite.....	15
2.2. SÜRAT.....	16
2.2.1. Sürati Etkileyen Faktörler .....	17
2.2.2. Sürat ve Kuvvet İlişkisi.....	17
2.3. SIÇRAMA .....	18
2.4. ENERJİ SİSTEMLERİ .....	19
2.4.1. Adenozin Trifosfat .....	19
2.4.2. Anaerobik Enerji Sistemleri.....	20
2.4.2.1. ATP-CP Sistemi (Fosfojen Sistemi) .....	20
2.4.2.2. Laktik Asit Sistemi (Anaerobik Glikoliz).....	21
2.4.3. Aerobik Sistem.....	21
2.4.3.1. Aerobik Glikoliz .....	22

2.4.3.2. Krebs Döngüsü.....	22
2.4.3.3. Elektron Taşıma Sistemi .....	23
2.5. KALP VE EGZERSİZ .....	23
2.5.1. Kalp Debisi (Kardiyak Çıkış) .....	24
2.5.2. Frank-Starling Yasası.....	25
2.5.3. Kalp Atım Hızı ve Düzenlenmesi .....	26
2.6. OKSİJEN TAŞIMA SİSTEMİ.....	27
2.6.1. Maksimal Oksijen Tüketimi.....	27
2.6.2. Anaerobik Eşik ve Ventilasyon Eşiği .....	29
2.6.3. Koşu Ekonomisi .....	30
2.7. KASLAR.....	30
2.7.1. Kaslarda Enerji Oluşumu .....	31
2.7.2. Kas Dokusunun Özellikleri.....	31
2.7.3. Kalp Kası.....	32
2.7.4. Düz Kaslar.....	32
2.7.5. İskelet Kasları .....	32
2.7.5.1. İskelet Kaslarının Fonksiyonları .....	33
2.7.5.2. İskelet Kaslarının Yapısı.....	33
2.7.5.2.1. Bağ Dokusu Bileşenleri.....	33
2.7.5.2.2. Miyofibril ve Miyoflamentler .....	34
2.7.5.2.3. T-Tübül ve Sarkoplazmik Retikulum Sistemi .....	34
2.7.6. Sinir-Kas Kavşağı .....	35
2.7.7. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması .....	35
2.7.8. Kas Kasılma Çeşitleri.....	36
2.7.8.1. İzometrik Kasılma .....	36
2.7.8.2. İzotonik Kasılma .....	37

2.7.8.3. Konsantrik Kasılma.....	37
2.7.8.4. Eksantrik Kasılma .....	38
2.7.9. Motor Ünite.....	38
2.7.10. Kas Lif Tipleri .....	39
2.7.10.1. Kas Lif Tiplerinin Özellikleri .....	39
2.7.11. Kassal Yorgunluk.....	40
<b>BÖLÜM III GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>43</b>
3.1. Araştırma Grubu.....	43
3.2. Veri Toplama Araçları .....	43
3.2.1. Boy Uzunluğu Ölçümü .....	44
3.2.2. Vücut Ağırlığı Ölçümü .....	44
3.2.3. Vücut Kitle İndeksi Hesaplaması.....	44
3.2.4. Dikey Sıçrama Testi.....	44
3.2.5. Sürat Ölçümü .....	45
3.2.6. Kalp Atım Hızı Ölçümü.....	45
3.2.7. Solunum Gazları Ölçümü.....	45
3.2.8. Koşu Bandı.....	45
3.3. Bruce Protokolü .....	45
3.4. Verilerin Toplanması .....	46
3.5. Verilerin Analizi .....	50
<b>BÖLÜM IV BULGULAR .....</b>	<b>51</b>
<b>BÖLÜM V TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>54</b>
<b>BÖLÜM VI ÖNERİLER.....</b>	<b>62</b>
<b>BÖLÜM VII KAYNAKLAR .....</b>	<b>63</b>

## KİŞİSEL KABUL

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığım “Futbolcularda Dikey Sıçrama, Sürat ve Aerobik Dayanıklılık Performansı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” adlı çalışmamı, ilmi ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazdığımı ve faydalandığım eserlerin bibliyografyada gösterdiklerimden ibaret olduğunu, bunlara atıf yaparak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu şeref ve haysiyetimle doğrularım.

Ahmet Gökalp ÖNÜRME

## ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, yoğun çalışma temposuna rağmen bana zaman ayıran tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DELİCEOĞLU' na, bu tez çalışmasına gönüllü olarak katılan MKE Ankaragücü U19 futbol takımı oyuncularına, ölçümler sırasında bana destek olan Türkiye Olimpiyat Hazırlık Merkezi performans biriminden Erkan Tortu' ya ve Burak Ustundağ' a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tüm hayatım boyunca yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen annem Hatice ÖNÜRME' ye, kardeşim Aslı ÖNÜRME' ye ve rahmetli babam İhsan Harun ÖNÜRME' ye sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.



## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ACh</b>	: Asetilkolin
<b>ADP</b>	: Adenozin Difosfat
<b>AMP</b>	: Adenozin Monofosfat
<b>ATP</b>	: Adenozin Trifosfat
<b>AY</b>	: Antrenman Yaşı
<b>BU</b>	: Boy Uzunluğu
<b>Ca<sup>2</sup></b>	: Kalsiyum
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>dk</b>	: Dakika
<b>FAD</b>	: Flavin Adenin Dinükleotit
<b>FIFA</b>	: Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği
<b>FT</b>	: Fast Twitch (Hızlı kasılan)
<b>g</b>	: Gram
<b>H<sub>2</sub>O</b>	: Su
<b>K<sup>+</sup></b>	: Potasyum
<b>KAH</b>	: Kalp Atım Hızı
<b>KAH<sub>max</sub></b>	: Maksimal Kalp Atım Hızı
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>m</b>	: Metre
<b>MKE</b>	: Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>mmol</b>	: Milimol
<b>MSS</b>	: Merkezi Sinir Sistemi
<b>n</b>	: Denek Sayısı
<b>Na<sup>+</sup></b>	: Sodyum
<b>NAD<sup>+</sup></b>	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit
<b>OBLA</b>	: Kan Laktat Birikiminin Başlangıcı
<b>Ort</b>	: Ortalama

<b>O<sub>2</sub></b>	: Oksijen
<b>RER</b>	: Respiratory Exchange Ratio
<b>RPE</b>	: Rated Perceived Exertion
<b>sn</b>	: Saniye
<b>SPSS</b>	: Statistical Package for the Social Sciences
<b>SS</b>	: Standart Sapma
<b>ST</b>	: Slow Twitch (Yavaş kasılan)
<b>TFF</b>	: Türkiye Futbol Federasyonu
<b>VA</b>	: Vücut Ağırlığı
<b>VKİ</b>	: Vücut Kitle İndeksi
<b>VO<sub>2</sub></b>	: Oksijen Tüketimi
<b>VO<sub>2</sub>max</b>	: Maksimal Oksijen Tüketimi

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Kas lif tiplerine ait özellikler.....	40
<b>Tablo 2.</b> Araştırma grubunu oluşturan futbolculara ait yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi ve antrenman yaşı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler .....	43
<b>Tablo 3.</b> Bruce Protokolü .....	46
<b>Tablo 4.</b> Futbolculardan elde edilen $VO_{2max}$ yetisinin yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları .....	51
<b>Tablo 5.</b> Futbolculardan elde edilen $V_E/VO_2$ yetisinin yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları .....	52
<b>Tablo 6.</b> Futbolculardan elde edilen $V_E/VCO_2$ yetisinin yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları .....	53

## ŞEKİLLER

**Şekil 1.** Koşu bandı Bruce Protokolü devam ederken bir sporcunun görseli ..... 50



## ÖZET

### Futbolcularda Dikey Sıçrama, Sürat ve Aerobik Dayanıklılık Performansı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Bu araştırma, futbolcularda dikey sıçrama, sürat ve aerobik dayanıklılık performansı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmaya MKE Ankaragücü U19 futbol takımında oynayan, yaş ortalamaları  $17,78 \pm 0,57$  yıl, boy uzunluğu ortalamaları  $178,42 \pm 5,77$  cm, vücut ağırlığı ortalamaları  $73,35 \pm 6,09$  kg ve antrenman yaşı ortalamaları  $6,07 \pm 2,01$  yıl olan 14 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Sporcuların dikey sıçrama yükseklikleri Optojump cihazı kullanılarak elde edildi. Sporcuların sürat değerleri 30 m sürat testi ile SmartSpeed fotocell kullanılarak elde edildi. Sporcuların solunum parametreleri koşu bandı ile Bruce protokolü uygulamasında Cosmed K5 kullanılarak elde edildi. Bruce testi sırasında KAH ölçümü için Cosmed marka KAH bandı kullanıldı. İstatistiksel analizler için SPSS 17.0 paket programı kullanıldı. Değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, Pearson korelasyon analizi kullanıldı. Aralarında ilişki olduğu belirlenen parametrelerden bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenleri yordama düzeylerini belirlemek amacıyla regresyon analizi kullanıldı. Uygulanan regresyon analizi sonuçlarına göre sürat, ortalama hız, squat sıçrama, sıçrama gücü ve KAHmax değerleri,  $VO_2max$  değerindeki değişimin %50' sini vermektedir. Sürat, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücü,  $V_E/VO_2$  değerindeki değişimi %62 oranında ve  $V_E/VCO_2$  değerindeki değişimi ise %56 oranında etkilemektedir. Çalışmamız sonucunda, sürat, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücünün aerobik dayanıklılık performansını etkilediği belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Dikey sıçrama, Sürat, Aerobik Dayanıklılık,  $VO_2max$

## SUMMARY

### **Investigation of the relationship between vertical jump, speed and aerobic endurance performance in footballers**

This research was conducted in order to determine the relationship between vertical jump, speed and aerobic endurance performance in footballers. The study of MKE Ankaragücü U19 football team, mean age averages  $17.78 \pm 0.57$  years, body length averages  $178.42 \pm 5.77$  cm, body weight averages  $73.35 \pm 6.09$  kg and training age averages  $6.07 \pm 2.01$  year 14 athletes participated voluntarily. The vertical jump heights of the athletes were obtained using the optojump device. The speed values of the athletes were achieved using SmartSpeed Fotocell with a 30 m speed Test. The respiratory parameters of athletes were obtained using the cosmed K5 in the implementation of Bruce protocol with treadmills. During the Bruce test also to measure HR, the Cosmed brand HR belt was used. SPSS 17.0 Package program was used for statistical analysis. Pearson correlation analysis was used to investigate the relationship between variables. A regression analysis was used to determine the levels of the dependent variables, the arguments of the parameters that were determined to be the relationship between them. According to the results of the regression analysis applied, speed, average velocity, squat jump, splash power and Kahmax values 50% of the change in value of VO<sub>2</sub>max. The change in speed, average speed, squat jump and splash power, and/VO<sub>2</sub> is 62% and the change in value of/VCO<sub>2</sub> is 56%. As a result of our study, it was determined that speed, average velocity, squat jump and splash power affect aerobic endurance performance.

**Keywords:** Vertical jump, Speed, Aerobic Endurance, VO<sub>2</sub>max

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Futbol, oyun kurallarına göre belirlenen, uygun ölçülerde bir oyun alanı ve yeterli sayıda oyuncu ile birbirine rakip iki takım halinde oynanan, oyun süresi boyunca kaleye gol atılması ya da gol atılmamasıyla sonucun belirlendiği, kaleci dışındaki oyuncuların el ve kol haricinde, vücutlarının her yerini kullanarak oynadığı bir spordur (İnal, 1998; Lees ve Nolan, 1998). Futbol maç süresi boyunca seyircileri ve oyuncuları, yeni durum ve şartlara taşıyan, kitleleri peşinden koşturan bir takım oyunudur (İnal, 1998). Dünyada ve Türkiye’ de en çok ilgi gören ve popülerite kazanmış olan spor dalının futbol olduğu belirtilmektedir (Akın ve ark., 2004; Günay ve Yüce, 2008; Deliceoğlu, 2009; Göral ve ark., 2012). Ayrıca Dünyanın her yerinde ve her yaşta oynanması ile birlikte (Cortis ve ark., 2009), FIFA’ ya kayıtlı 220 milyondan fazla erkek ve kadın oyuncusuyla (Giza ve ark., 2005), dünyada en popüler ve organize olmuş spordur (Reilly, 1997; Reilly ve ark., 2000; Giza ve ark., 2005).

Aralıklı sporlar olarak tanımlanabilen birçok spor branşında, oyunun yapısı ve istekleri doğrultusunda aerobik ve anaerobik enerji sistemleri, oyunun farklı zamanlarındaki submaksimal ve maksimal eforların gerçekleştirilmesi ile birlikte, aktivitenin yoğunluğuna göre devreye girmektedirler (Reilly ve Borrie, 1992; Lemmink ve ark., 2004).

Takriben 100-110 m uzunluğunda ve 60-70 m genişliğindeki bir alanda ve 45 dakikalık iki yarı halinde oynanan ve bazı organizasyonlarda kazananı belirlemek için bu süreye 15 dakikalık iki yarının daha eklendiği futbol, birçok kondisyonel özelliği içerisinde bulundurmaktadır. Bu uzun performans süresi ve büyük oyun alanı, futbolun bir aerobik dayanıklılık sporu olduğunun göstergesidir (Wang, 1995; Pinasco ve Carson, 2005; Stølen ve ark., 2005). 45’ er dakika süre ile iki yarı şeklinde oynanan futbol, ana hatlarıyla aerobik bir yapı üzerine, düzensiz aralıklarla sürat, kuvvet, süratte devamlılık, kuvvette devamlılık, patlayıcılık ve koordinasyonun, oyunun yapısına ve beceri özelliklerine bağlı olarak teknik ve taktik

içerisinde sergilendiği özelliğindedir (Açıkada ve ark., 1996). Futbolda performansın belirlenmesinde teknik, takım taktiği, fiziksel uygunluk, biyomekanik, mental ve fizyolojik olarak bir çok faktör yer almaktadır (Helgerud ve ark., 2001; Arnason ve ark., 2004; Little ve Williams, 2006; Günaydın ve ark., 2016). Genel olarak incelendiğinde ise aerobik ve anaerobik enerji yolunun birlikte kullanılarak oynandığı görülmektedir. Buna bağlı olarak da antrenman içerikleri mevkilere göre değişmekte ve her iki enerji yolunun kapasitesini geliştirmeye yönelik uygulanmaktadır (Akın ve ark., 2004).

Futbol maçları esnasında futbolcuların sergilemiş oldukları faaliyetlerin analizini yapan bir çok çalışmada, üst düzey bir erkek futbol oyuncusunun bir maç süresince sahada 9-13 km uzunluğunda bir mesafeyi kat ettiği belirtilmiştir (Ekblom, 1986; Bangsbo, 1994; Rienzi ve ark., 2000; Mohr ve ark., 2003; Krstrup ve ark., 2005; Mohr ve ark., 2005; Bangsbo ve ark., 2006a; Barros ve ark., 2007; Di Salvo ve ark., 2007; Zubillaga ve ark., 2007; Bradley ve ark., 2009; Di Mascio ve Bradley, 2013). Maç sırasında gerçekleştirilen aktivitelerin çoğu topsuz yapılan ve aerobik temelli hareketlere dayansa da, doğrudan oyuna dahil olunan aktivitelerin büyük bir bölümünü anaerobik olarak yapılan hareketler oluşturmaktadır (Reilly ve ark., 2000). Rekabete dayalı futbol oyunu, iyi gelişmiş aerobik ve anaerobik uygunluk gerektiren, yüksek yoğunluklu ve aralıklı bir fiziksel aktivitedir (Ekblom, 1986; Reilly, 1997). Bireysel oyun pozisyonu, rekabet seviyesiyle ilişkili taktik rol ve durumsal etki, bir oyunda yapılan yüksek yoğunluklu çalışmayı etkilemektedir (Bangsbo, 2014). Tipik olarak rekabet durumunun söz konusu olduğu maç sırasında, bir futbol oyuncusu tarafından ortalama olarak her 30 saniyede bir kez yüksek yoğunlukta olan bir efor ve her 90 saniyede bir kez sprint gerçekleştirilmektedir. Aslında, anaerobik aktiviteler oyunun kritik anlarını oluşturmakta ve oyun skorunu değiştirebilecek pozisyonlara katkı yapmaktadırlar (Reilly ve ark., 2000). 90 dakikalık bir futbol maçı sırasında, maksimal kalp atım hızının (KAHmax) yüzdesi olarak ölçülen ortalama çalışma yoğunluğu anaerobik eşiğe yakındır (Stølen ve ark., 2005).

Futbol, aerobik ve anaerobik eforların peş peşe gerçekleştirildiği (Shephard, 1999; Ünal ve ark., 2001; Temoçin ve ark., 2004); kuvvet, sürat, esneklik, çeviklik, denge, koordinasyon, kassal ve kardiyovasküler dayanıklılık gibi motorik ve fizyolojik özelliklerin birlikte kullanıldığı bir spordur. Bu özellikler ise kalıtım, yaş,



cinsiyet, çevre koşulları ve antrenman gibi faktörler tarafından etkilenmektedir (Ünal ve ark., 2001).

Elit seviyedeki futbol oyuncularının yüksek aerobik dayanıklılık uygunluğuna sahip olması modern futbolda bir ön şart olarak kabul edilmektedir (McMillan ve ark., 2005). Dayanıklılık performansı için önemli ölçütlerden birisi de, aktif olarak çalışan kaslara gönderilebilen ve kullanılabilen en yüksek miktardaki diğer bir ifadeyle maksimal seviyedeki oksijen miktarıdır. Bu durum maksimal oksijen tüketimi ( $VO_2max$ ) olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca,  $VO_2max$  dayanıklılık sporlarında enerji oluşumuna katılan aerobik yolun bir belirtisi olduğu için aerobik güç ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (Ergen, 2007). Maksimal aerobik güç, kardiyorespiratuvar dayanıklılığın en önemli belirleyicisidir. Çünkü belirli bir kişinin, oksijen alım oranı aralığının mutlak üst sınırını teşkil etmektedir. Diğer önemli belirleyicilerin ise laktat eşiği (anaerobik eşik) ve koşu ekonomisi (verimlilik) olduğu belirtilmektedir (Pate ve Kriska, 1984). Aerobik uygunluk ( $VO_2max$ , laktat eşikleri ve koşu ekonomisi), koşu bandı egzersizleri ile tükenme gerçekleşinceye kadar, çeşitli laboratuvar protokolleri kullanılarak doğru bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Laboratuvar testleri ile elde edilen değerler altın standart olarak kabul edilmekte fakat aerobik uygunluğun ölçümü için kullanılan işlemler zaman almakta, eğitilmiş personelin yanı sıra pahalı ekipman gerektirmektedir (Cooper, 1968; Aziz ve ark., 2005; Hoff, 2005; Castagna ve ark., 2006a).

Futbol sürekli olarak gelişme gösteren bilim ve teknolojiye faydalanarak, geçmiş yıllara oranla oldukça fazla ilerleme göstermiştir. Çoğu ülke ve futbol kulübü de bu gelişim sürecine dahil olmuştur (Aybek ve ark., 2004). Bilimsel gelişmelerde görülen artışla birlikte futbol artık çok daha hızlı, taktik ağırlıklı, güce dayalı ve sürekli gelişim gösteren bir oyun olmuştur (Nas, 2010). Futbolda görülen bu gelişimle birlikte profesyonel ve amatör futbolcuların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve oluşturulacak antrenman planlarında bunların dikkate alınması, konuya sistematik bir yaklaşımı zorunlu hale getirmektedir (Besler ve ark., 2010). Sporcuların fizyolojik kapasitelerini bilmek ise sporculara uygulanacak antrenmanları düzenlemek ve şiddetini belirlemek açısından her zaman önemli olmuştur (Gür., 1992). Futbolcularda  $VO_2max$ ' ın belirlenmesi; oyuncuların yeteneklerini değerlendirirken, oyuncu seçiminde, fiziksel kondisyon programlarının

tasarımında, fiziksel maç performanslarının tahmininde ve izlenmesinde faydalıdır (Da Silva ve ark., 2008). Kan laktat konsantrasyonları (KLK), oksijen tüketimi ( $VO_2$ ), kalp atım hızı (KAH), solunum hacminin tüketilen oksijene oranı ( $V_E/VO_2$ ), solunum hacminin üretilen karbondioksit oranı ( $V_E/VCO_2$ ), solunum değişim oranı (RER) ve algılanan zorluk düzeyi (RPE) gibi parametreler birer antrenman şiddeti belirleme yöntemidir (Kayıtken ve ark., 2012).

Özellikle yoğun bir fiziksel egzersiz, homeostazis dengede bozulmaya yol açarak yorgunluğa neden olmaktadır (Stupnicki ve ark., 2010). Yorgunluk, kuvvet veya güç çıkışı üretilirken maksimum kapasitedeki herhangi bir azalma olarak tanımlanmaktadır (Vøllestad, 1997). Yorgunluğa neden olan süreçler aniden oluşmayıp, egzersiz ile başlamakta ve egzersiz sonlanana kadar devam etmektedirler (Şayli ve ark., 2011).

Yorgunluk neticesinde kaslarda görülen maksimal performanstaki azalmanın, esasen kasın canlılığını devam ettirmek için kullanılan bir savunma sistemi olduğu söylenebilir. Yorgunluğun başlangıç zamanı ve vücudun yorgunluğa vermiş olduğu cevap, tükenme zamanı açısından önemli görülmektedir. Sportif formu yükseltme ve koruma amacıyla yapılan antrenmanların temel hedefi, yorgunluğa karşı dayanıklılığı geliştirmektir. Yüklenmeler sırasında iskelet-kas sisteminin bütünlüğünde herhangi bir zarara yol açmadan, performans artışı sağlamak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, antrenman esnasında uygun yüklenme ve dinlenme aralığına özen gösterilmesi gerekmektedir (Aslankeser, 2010).

### **1.1. Araştırmanın Amacı**

Araştırmanın amacını, futbolcularda dikey sıçrama, sürat ve aerobik dayanıklılık performansı arasındaki ilişkinin incelenmesi oluşturmaktadır.

### **1.2. Araştırmanın Ana Problemi**

Futbolcularda dikey sıçrama, sıçrama gücü, ortalama hız, sürat ve aerobik dayanıklılık performansı arasında ilişki var mıdır?

### 1.3. Araştırmanın Alt Problemleri

Araştırma grubundan elde edilen  $VO_2\text{max}$  değerleri ile dikey sıçrama, sıçrama gücü, ortalama hız, sürat ve  $KAH\text{max}$  değerleri arasında ilişki var mıdır?

Araştırma grubundan elde edilen  $V_E/VO_2$  değerleri ile dikey sıçrama, sıçrama gücü, ortalama hız ve sürat değerleri arasında ilişki var mıdır?

Araştırma grubundan elde edilen  $V_E/VCO_2$  değerleri ile dikey sıçrama, sıçrama gücü, ortalama hız ve sürat değerleri arasında ilişki var mıdır?

### 1.4. Araştırmanın Önemi

Futbolda hem yetenekli sporcuları seçme konusunda, hem de sporcuların fiziksel özelliklerini, kapasitelerini tespit etme ve geliştirme konusunda, maç analizi ve performans testlerinin önemi artmış durumdadır. Özellikle dayanıklılık ve kuvvet gibi kondisyonel özelliklerin geliştirilmesine yönelik bulunan yeni yöntemlerin futbolcular üzerinde oluşturduğu farklı etkileri ölçmek ve değerlendirmek amacı ile çeşitli testlerin geliştirilip kullanılması, futbolda performans, testler ve yeni antrenman yöntemleri alanlarında son yıllarda bir çok araştırmanın yapılmasına da olanak sunmuştur (Köklü ve ark., 2009).

Mevkiler arasında yapılan çalışmalar, takım içinde farklı görevler üstlenen oyuncuların maç sırasında farklı hareket profilleri sergilediklerini göstermektedir. Ayrıca yapılan çalışmalar, orta saha oyuncularının futbol maçı sırasında diğer mevki oyuncularına göre daha fazla mesafede etkin olduğunu ve orta saha oyuncularının diğer mevki oyuncularından daha yüksek seviyede dayanıklılık kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu sebeplerden dolayı oyuncu seçiminde antrenörlerin, oyuncunun sahip olduğu fizyolojik ve fiziksel özelliklere dikkat ederek, futbolcularının mevkilerini buna göre belirlemeleri gerektiği ifade edilmektedir. Futbolcuların oynadıkları mevkilerin ihtiyacını karşılayacak performans kapasitesine sahip olup olmadıklarının tespiti ve bu doğrultuda antrenman yapmaları futbolcular açısından önemli görülmektedir (Alemdaroğlu ve ark., 2010).

Bir bütün olarak değerlendirildiğinde, futbolcuların gelişmiş motorik özelliklere sahip olmasının, futbola has teknik becerilerine anlamlı düzeyde etki edebileceği

belirtilmektedir (Tokgöz ve Dalkıran, 2015). Futbolcuların teknik kapasitelerinin de, fiziksel performansları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu unutulmamalıdır (Çiçek ve ark., 2004). Futbolda teknik ve taktik gelişimin yanında fizyolojik yönden aerobik ve anaerobik gücün önemli bir yeri bulunmaktadır. Aerobik ve anaerobik gücün futbolda ihtiyaç duyulan seviyelere çıkarılması ve zaman zaman testlerle sahip olunan seviyenin kontrolü gerekmektedir. Futbolda asıl amaç teknik, taktik ve kondisyonel gelişimin, futbolun ihtiyaç duyduğu aktiviteleri gerçekleştirebilecek seviyelere çıkarılması ve bu seviyede devamlılığı sağlamaktır (Kaplan, 1997).

Futbolcuların yüksek seviyedeki fizyolojik karakteri, bilim insanları ve antrenörler tarafından ilgi ile izlenmekte ve bu olgunun önemi de giderek artmaktadır. Bu durum bir dizi bilimsel çalışmayı gerektirmekte ve yeni yeni araştırma alanları ortaya çıkartmaktadır. Sporculara uygulanan farklı antrenman programlarının amacı, onların sahip olduğu fizyolojik kapasite ve fiziksel yetenekleri geliştirmektir. Fizyolojik veriler antrenman programlarının düzenlenmesinde kullanılmaktadır. Bu yüzden sporcuların performanslarının özel durumlarını, en iyi biçimde belirleyebilmek için fizyolojik karakterini analiz etmek gerekir. Kısaca hangi fizyolojik unsurların futbolcu için ne düzeyde bir öneme sahip olduğunu bilmek, antrenman programlarının gerçekleştirilmesi için çok büyük bir önem teşkil etmektedir (Küçük, 2009).

### **1.5. Sayıtlar**

Araştırma grubunu oluşturan MKE Ankaragücü U19 futbol takımı oyuncularını test uygulaması sırasında maksimum performanslarını teste yansıtmışlardır.

### **1.6. Sınırlılıklar**

Bu araştırma Ankara ilinde bulunan MKE Ankaragücü U19 futbol takımının 14 oyuncusu, testte kullanılan ölçüm araçları ve tez konusu ile sınırlandırılmıştır.

## BÖLÜM II

### GENEL BİLGİLER

Bu kısımda dayanıklılık, sürat ve sıçrama parametreleri ile enerji sistemleri, kalp, oksijen taşıma sistemi ve kaslara ait kuramsal kavramlara yer verilmiştir.

#### 2.1. DAYANIKLILIK

Dayanıklılık verili bir egzersiz şiddetinde kişinin kassal yorgunluk olmadan ya da yorgunluk oluşmasına karşın aktiviteyi sürdürebilmesi olarak ifade edilebilir (Ergen ve ark., 2007).

Dayanıklılık organizmanın bütünüyle, uzun süreli sportif alıştırmalarda yorgunlukla baş ederek performansını sürdürebilme ve yüksek yoğunlukta olan yüklenmelere karşı performansını olabildiğince uzun süre devam ettirebilme yeteneğidir (Sevim, 2010).

Dayanıklılık sportif işin yapıldığı esnada anaerobik ve aerobik metabolizmanın yeterliliği ve yorgunluğa karşı dayanma yeteneği ve bir kasın veya kas grubunun uzun bir süre içerisinde kasılarak, sürekli olarak enerji açığa çıkarma yetisi olarak açıklanmaktadır (Demirci, 2013; Dünder, 2013).

Dayanıklılık fizyolojik etmenlerle birlikte psikolojik etmenleri de içerisinde bulunduran kompleks yapıda bir faktördür. Dayanıklılık genellikle kabul edildiği gibi uzun mesafe içeren spor branşlarının haricinde, belirli bir kas kuvvetinin sürdürülebilmesini gerektiren etkinlikleri ifade ederken de kullanılmaktadır (Ergen ve ark., 2007).

Dayanıklılık aynı zamanda belirli bir yeğinlikteki çalışmanın ortaya konacağı sürenin sınırları için önemli bir belirleyicidir. Bununla birlikte kişinin verimini sınırlandıran ve aynı zamanda onu etkileyen başlıca etmenlerden biri de yorgunluktur. Kişi kolayca yorulmuyorsa veya yorgun olmasına rağmen yapmış olduğu çalışmayı sürdürebiliyorsa bu kişinin dayanıklı olduğu kabul edilmektedir. Bir sporcunun dayanıklılık kazanabilmesi yaptığı sporun özelliklerine uyum sağlamasıyla gerçekleşebilir. Kişinin dayanıklılığı; sürat, kas kuvveti, bir hareketin etkin bir biçimde gerçekleşebilmesini sağlayan beceriler, işlevsel potansiyelleri

ekonomik olarak kullanma becerisi, çalışmanın gerçekleşmesi esnasında içinde bulunulan psikolojik durum v.b. gibi birçok etmene dayanmaktadır (Bompa, 2011).

Dayanıklılık performansın önemli bir unsurudur. Bu sebeple yorgunluğa karşı direnci ve bununla birlikte çabuk dinlenme yeteneğini belirlemektedir (Demir, 2005).

Dayanıklılık; fizyolojik, koordinatif, biyomekanik ve psikolojik boyutları olan hızlı bir şekilde yenilenebilmeyi gerektiren bir motorik özelliktir. Aynı zamanda dayanıklılık yoğun ve geniş kapsamlı antrenmanların yürütülmesinde, performans sporu açısından önemli bir verimlilik bileşenidir. Sporcuda artış gösteren bir dayanıklılık; fiziksel verim yeteneğinde artma, dinlenebilirlik yeteneğinde gelişim, sakatlanma riskinde azalma, psikolojik yüklenebilirlikte artma, tepki ve hareket süratinde devamlılık ve yorgunluğa bağlı olan teknik hatalarda azalma sağlamaktadır (Şahin, 2015).

### **2.1.1. Dayanıklılığın Sınıflandırılması**

Dayanıklılık; spor dalına özgü dayanıklılık, enerji oluşumu açısından dayanıklılık, süre açısından dayanıklılık, motorik özelliklerle ilişki açısından dayanıklılık ve kasların çalışma biçimi açısından dayanıklılık olmak üzere beş temel başlık altında sınıflandırılmaktadır.

#### **2.1.1.1. Spor Dalına Özgü Dayanıklılık**

Spor dalına özgü dayanıklılık, genel ve özel dayanıklılık olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir.

#### **Genel dayanıklılık**

Genel dayanıklılık, herhangi bir spor dalıyla ilgili değildir. Tüm vücudun yorgunluğa karşı koyabilme gücü olarak ifade edilmektedir. Bütün spor branşlarında sporcuların temel olarak belirli bir genel dayanıklılık düzeyine sahip olması gerekmektedir. Sonrasında ise temelde var olan bu dayanıklılık yapısı üzerine, gerçekleştirilen spor dalına ait olan çalışmalar yapılmaktadır (Arı, 2010). Genel

dayanıklılıkta akciğerlerin kapasitesinde artma olurken, kalp kapakçığında güçlenme ve aktif kılcal damarların sayısında artış sağlanmaktadır (Oral ve ark., 2016).

### **Özel dayanıklılık**

Çeşitli spor dallarında farklı olan oyun yapısı gereği, gerçekleştirilen spor dalına özgü ve özelliklerine uygun, spor dalının gerektirdiği teknik ve taktik uygulamalar ile ortaya konulan kombine bir dayanıklılık olarak ifade edilmektedir (Sevim, 2010). Örneğin kano sporunda kol kasları çok aktif çalışırken, bisiklet sporunda bacak kasları çok aktif bir şekilde çalışmaktadır.

Özel dayanıklılık, her spor branşının özelliklerine ya da her spor branşındaki motor hareketlerin tekrarına dayanmaktadır. Özel dayanıklılık bazı spor branşlarının özellikleri arasında sayılıyor olsa da tek başına belirleyici olmamaktadır. Bu dayanıklılık türünün yarışmaların ortaya çıkarmış olduğu stres oluşturucu etmenler, zor sporsal görevlerin sergilenmesi veya uygulanan antrenman metodundan etkilenebileceği belirtilmektedir (Bompa, 2011).

Genel dayanıklılıkta solunum ve dolaşım sistemi dayanıklılığı daha fazla ön çıkarken, özel dayanıklılık kavramından ise kuvvet ve süratte devamlılığın daha fazla ön planda olduğu anlaşılmaktadır. Buna bağlı olarak bir futbol maçı göz önüne getirildiğinde, genel dayanıklılığı az veya sınırlı olan futbolcuların yapılan hücumlar sırasında yeterli olabilecek hızda toparlanma imkanı olmayacaktır. Fakat aerobik kapasitesi yüksek olan futbolcular maç içerisinde daha iyi dinlenerek toparlanma imkanına sahip olacaktır. Bu durum bazı futbolcularda tamamıyla genel ve özel dayanıklılığın bir arada bulunmamasından dolayı açığa çıkmaktadır. (Günay ve Yüce, 2008).

#### **2.1.1.2. Enerji Oluşumu Açısından Dayanıklılık**

İş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerjinin oluşumu, vücuda alınan besinler yoluyla sağlanmaktadır. Fakat vücuda alınan besinler doğrudan enerjiye dönüştürülememekte ve öncelikli olarak kimyasal bir madde olan ATP' ye (Adenozin Trifosfat) dönüştürülmektedir. Bu dönüşüm sonucunda oluşan ATP' nin

parçalanarak bir fosfatın ayrılmasıyla birlikte enerji açığa çıkmaktadır. Bu kimyasal olayın gerçekleşmesi iki farklı yolla oluşmaktadır. Besin maddelerinin oksijensiz bir ortamda parçalanması ile oluşan ATP maddesinin enerjiye dönüşmesi anaerobik enerjiyi, oksijenli bir ortamda parçalanarak oluşan ATP' nin enerjiye dönüşmesi ise aerobik enerjiyi meydana getirmektedir (Oral ve ark., 2016). Enerji oluşumu açısından dayanıklılık, aerobik ve anaerobik dayanıklılık olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir.

### **Aerobik Dayanıklılık**

Aerobik enerji sisteminde yapılan iş ve harcanan enerji denge halindedir. Kişinin oksijen borçlanmasına girmeden, kimyasal reaksiyonların oluşmasına imkan verecek yeterli miktarda oksijenli ortamda, ortaya koyduğu performans aerobik dayanıklılıktır. Aerobik dayanıklılık özellikle uzun süreli yüklenmelerde performans için en önemli belirleyicidir ve enerji maddelerinin yeterli miktarda oksijenle yaptığı oksidasyonla sürdürülmektedir. Bir başka deyişle enerji sağlayan maddelerin oksidasyonu için yeterli miktarda oksijen sağlanabiliyorsa aerobik dayanıklılıktan söz edilmektedir (Oral ve ark., 2016).

### **Anaerobik Dayanıklılık**

Futbol, basketbol ya da hentbol karşılaşmalarında hızlı hücum esnasında ani olarak yapılan çıkış ve süratli koşullarda yoğun olarak anaerobik enerji oluşumu kullanılmaktadır. Fakat bu ani çıkış ve süratli koşullar sonrasında, geriye hafif koşu ile dönme, savunma bölgesinden hücum bölgesine geçerken yapılan düşük tempolu paslaşma ve yavaş bir şekilde top sürme sırasında aerobik enerji oluşumu kullanılmaktadır. Oyun içerisinde gelişen bu çeşitlilikten de anlaşılacağı üzere, sportif oyunlar esnasında enerji oluşum sistemlerine birlikte ihtiyaç duyulmakta ve enerji gereksinimi hem aerobik hem de anaerobik yolla sağlanmaktadır (Oral ve ark., 2016).



### **2.1.1.3. Süre Açısından Dayanıklılık**

Süre açısından dayanıklılık, kısa süreli, orta süreli ve uzun süreli dayanıklılık olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir.

#### **Kısa Süreli Dayanıklılık**

Kırkbeş saniye ile iki dakika arasındaki çalışmalarda geçerli olan, anaerobik kapasitenin ağırlıklı olduğu spor branşlarını kapsayan dayanıklılık türü, kısa süreli dayanıklılık olarak ifade edilmektedir (Günay ve Yüce, 2008; Sevim, 2010). Kısa süreli dayanıklılıkta, hücresel enerji depoları ve anaerobik enzimlerin düzeyi önemli görülmektedir (Günay ve Yüce, 2008). Kısa süreli dayanıklılık kapsamında sınıflandırılan spor türlerinde, sporsal verimin sergilenmesi için gereken enerjinin karşılanması sırasında, anaerobik süreç yoğun bir yer kaplamaktadır (Bompa, 2011).

#### **Orta Süreli Dayanıklılık**

İki ile sekiz dakika arasındaki çalışmalarda geçerli olan, anaerobik ve aerobik süreçlerin birlikte etkin olduğu fakat aerobik sisteme doğru geçişin gözlemlendiği dayanıklılık türü, orta süreli dayanıklılık olarak ifade edilmektedir (Kale ve Erşen, 2003; Günay ve Yüce, 2008; Sevim, 2010). Yeğlilik, uzun süreli dayanıklılık gerektiren spor türlerine göre daha yüksektir. O<sub>2</sub> kaynakları organizmanın ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılayamamakta ve bu nedenle sporcuda O<sub>2</sub> borcu oluşmaktadır. Anaerobik sistem tarafından üretilen enerji, sürat miktarı ile orantılıdır (Bompa, 2011). Orta süreli dayanıklılıkta gelişim sağlamak amacıyla, vücudun O<sub>2</sub> alım kapasitesinin geliştirilmesi ve kasların O<sub>2</sub> borcu altında çalışmaya uyum sağlaması gerekmektedir (Sevim, 2010). Orta süreli dayanıklılıkta; anaerobik kapasitenin seviyesi, aerobik kapasitenin seviyesi, kalp ve dolaşım sistemi, glikojen depolarının düzeyi ve mitokondriyal kapasite önemli görülmektedir (Günay ve Yüce, 2008).

## **Uzun Süreli Dayanıklılık**

Sekiz dakika ve üzerindeki sürelerde yapılan çalışmalarda geçerli olan, aerobik kapasitenin hakim olduğu spor branşlarını kapsayan dayanıklılık türü ise uzun süreli dayanıklılık olarak ifade edilmektedir (Kale ve Erşen, 2003; Günay ve Yüce, 2008; Sevim, 2010).

Metabolizma ihtiyacının farklılığı sebebiyle uzun süreli dayanıklılıkta, geçen süreye göre enerji maddelerinin katkısı değişmektedir. Yüklenme süresi 30 dakikaya kadar olan dayanıklılık çalışmalarında ihtiyaç duyulan ağırlıklı enerji maddesi glikozdur. Yüklenme süresi 30 dakika ile 90 dakika arasında olan dayanıklılık çalışmalarında ihtiyaç duyulan ağırlıklı enerji maddesi glikoz ve yağdır. Yüklenme süresi 90 dakika ve üzerinde olan dayanıklılık çalışmalarında ihtiyaç duyulan temel enerji taşıyıcısı yağdır (Sevim, 2010).

### **2.1.1.4. Motorik Özelliklerle İlişki Açısından Dayanıklılık**

Motorik özelliklerle ilişki açısından dayanıklılık; kuvvette devamlılık ve süratte devamlılık olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir.

Futbolcuların oynadıkları mevkilere göre motorik özellikleri yönünden farklılıklar bulunduğu için, antrenmanlar sırasında da bu farklılıklara uygun programların yaptırılması önerilmektedir (Kartal ve ark., 2016). Fakat günümüz futbol oyun konseptine bağlı olarak, futbolda defans, orta saha ve forvet oyuncularını arasında fiziksel ve motorik özellikler bakımından farklılıkların azaldığı da göz ardı edilmemeli ve antrenman yaklaşımlarında bu husus dikkate alınmalıdır (Aslan ve Koç, 2015).

### **Kuvvette Devamlılık**

Devamlı olarak kuvvet gerektiren aktivitelerde, organizmanın yorgunluğa karşı koyabilme yeteneğidir (Demir, 2005). Kişinin bir ağırlığa karşı, performans kaybına uğramadan, uzun süre yorgunluğa dayanabilme yeteneği olarak da tanımlanmaktadır (Gezgez, 2016).

## **Süratte Devamlılık**

Kişinin belirli bir sürati maksimum süre koruyabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gezgez, 2016).

Reaksiyon ve hareket sürati sonucunda oluşan ivmeyi devam ettirebilme gücü olarak da ifade edilmektedir (Aksoy, 2012a).

### **2.1.1.5. Kasların Çalışma Biçimi Açısından Dayanıklılık**

Kasların çalışma biçimi açısından dayanıklılık; statik ve dinamik dayanıklılık olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir.

#### **Statik Dayanıklılık**

Kasların mümkün olduğunca uzun bir süre için kasılmış olarak kalabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gezgez, 2016).

#### **Dinamik Dayanıklılık**

Kasların tekrarlı bir şekilde kasılma ve serbest bırakılma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gezgez, 2016).

### **2.1.2. Dayanıklılığı Etkileyen Faktörler**

Futbolda başarılı olabilmenin ana etkenleri incelendiğinde, şüphesiz ki temel motorik özellikler içerisinde bulunan dayanıklılık özelliğini daha fazla detaylandırmak ve antrenman programlarını yaparken, değişik antrenman yöntemlerini de deneyerek en doğru programı belirlemek ve antrenmanlarda en yüksek verime ulaşmak gerekmektedir (Kesler ve ark., 2011). Dayanıklılık özelliği; yaş, cinsiyet, antrenman durumu, yüklenme süresi gibi faktörlerin yanı sıra genel anlamda MSS, sporcunun irade gücü, aerobik kapasite ve anaerobik kapasite

tarafından etkilenmektedir (Kale ve Erşen, 2003; Günay ve Yüce, 2008; Bompa, 2011; Günay ve ark., 2018).

### **2.1.2.1. Merkezi Sinir Sistemi**

MSS'nin uyarım ve engelleme olmak üzere iki temel süreci bulunmaktadır. Uyarım, fiziksel etkinlik için istenilen ve uyarıcı etkisi olan bir süreçken, engelleme ise sınırlandırma sürecidir. Antrenmanda bu iki süreç sürekli olarak yer değiştirmektedir (Bompa 2011). Antrenman kapasitesinin azalmasına sebep olan yorgunluk, MSS' de oluşmaktadır. Bundan dolayı MSS' nin çalışma kapasitesinde gerçekleşen düşüş, yorgunluk için temel bir sebep oluşturmaktadır (Günay ve ark., 2018).

Sinir uyarımının atımı, gücü ve sıklığı MSS' nin durumuna bağlıdır. Denetimli uyarım baskın ise sinirsel uyarılar çok etkilidir. Bu durumda ise yüksek bir verim düzeyi gerçekleşir. Yüksek şiddetli çalışmanın sürdürülmesi durumunda, sinir hücresi kendisini dış uyarıdan korumak amacıyla engelleme durumuna geçer. Bu durumda bazı sinir hücreleri ateşleme hızlarını eşik düzeyin oldukça altına düşürmekte ve çalışan kasların oluşturduğu güç azalmaktadır (Bompa, 2011).

### **2.1.2.2. Sporunun İrade Gücü**

İrade gücü, dayanıklılık antrenmanının en önemli öğelerinden biridir. Sporcular en çok, yorgunluğun ortaya çıktığı ve çalışmanın sürdürülmesi gerektiği koşullarda irade gücüne ihtiyaç duyarlar. Özellikle şiddetin, antrenmanın önemli bileşenlerinden biri olduğu durumlarda, irade gücü daha da önemli bir hale gelmektedir (Bompa, 2011; Günay ve ark., 2018). Bir sporcunun performansı, fiziksel durumunun yanı sıra kazanma arzusu ile de yakından ilişkilidir. Sıkıntı verici hislerin artış gösterdiği bir dönemde kaslara giden merkezi komutları başlatabilme, kazanma arzusu ile mümkün olmaktadır (Widmaier ve ark., 2010).

### **2.1.2.3. Aerobik Kapasite**

Aerobik kapasite, egzersiz esnasında gerekli olan enerjiyi sağlamak amacıyla kullanılacak oksijeni kaslara iletebilme kapasitesidir. Bu sebeple aerobik kapasite için akciğerler ile birlikte kardiyovasküler ve hematolojik komponentlerin fizyolojik kapasiteleri ve egzersiz esnasında faal olan kaslardaki oksidatif mekanizmaların çalışma düzeyi büyük önem taşımaktadır. Dayanıklılık sporcularında, kardiyovasküler ve respiratuvar dayanıklılık, aerobik kapasiteyi ifade etmekte ve aerobik kapasitenin belirleyicisi olarak pulmoner sistem, kardiyovasküler sistem ve nöromusküler sistemin işlevsel uyumu kabul edilmektedir. Bununla birlikte kan damarlarının yeterli olması, kan hacmi ile alyuvar sayısı, kanın hemoglobin miktarı ve kas hücrelerinin aktivite sırasında oksijeni kullanabilme düzeyi de önemli faktörler arasında yer almaktadır (Yıldız, 2012).

### **2.1.2.4. Anaerobik Kapasite**

Anaerobik kapasite, maksimal ve maksimal üstü fiziksel aktivite esnasında iskelet kaslarının, anaerobik enerji transfer sistemlerini kullanarak oluşturduğu iş kapasitesine denilmektedir. Bu oluşturulan işin birim zamandaki değeri de anaerobik güç olarak belirtilmektedir (Yıldız, 2012). Vücudun anaerobik kapasitesi, şiddeti yüksek olan egzersizlerde yorgunluk oluşumuna karşın egzersize devam edebilme ve MSS süreçlerine bağlıdır. Yüksek bir aerobik kapasite, pozitif transfer yoluyla anaerobik kapasiteye aktarılabilir. Aerobik kapasitesinde artış olan bir sporcunun anaerobik kapasitesinde de artış olmaktadır. Böylelikle sporcular, kan laktik asit seviyesi artmadan ve O<sub>2</sub> borcu oluşmadan daha uzun süre etkili bir performans sergileyebilirler. Ayrıca sporcuların sahip olduğu yüksek aerobik kapasite, özellikle takım sporlarında O<sub>2</sub> borcu oluşuktan sonra, daha kısa bir sürede toparlanmayı sağlamaktadır (Günay ve ark., 2018).

## 2.2. SÜRAT

Sürat, sporcunun kendisini en yüksek hızda bir yerden bir yere hareket ettirebilmesi, sporcu tarafından yapılan hareketlerin mümkün olduğu kadar yüksek bir hızla uygulanabilmesi ve sporcunun vücudunu veya vücudunun bir kısmını hızlı bir şekilde hareket ettirebilmesi yeteneği olarak ifade edilmektedir (Günay ve Yüce, 2008; Sevim, 2010; Günay ve Yüce, 2008; Günay ve ark., 2018).

Mekanik bakış açısına göre sürat, mesafe ile zaman arasındaki oran ile açıklanmaktadır. Sürat (hız) terimi, tepki süresi, zaman birimi başına hareket etme sıklığı ve verilen bir mesafe üzerinde yol alma hızı olmak üzere üç ögeyi içermektedir. Bu üç etmen arasındaki korelasyon ise kişinin, sürat gerektiren bir alıştırmadaki verimini belirlemede öncülük etmektedir (Bompa, 2011).

Genel sürat, herhangi bir hareketi (motor tepki) hızlı bir biçimde sergileyebilme yetisi olarak ifade edilmektedir. Özel sürat ise bir alıştırma veya beceriyi çok yüksek bir hızda sergileyebilme niteliği olarak ifade edilmektedir. Özel sürat ile spor dalına özgü olarak tüm sürat özelliklerinin (alaktik, laktik ve süratte dayanıklılık) birlikte gelişimi sağlanır. Bu gelişim özellikle tepki süresini ve çevikliği geliştirici alıştırmalar ile sağlanmaktadır (Bompa, 2011).

Futbol oyunu sırasındaki sürat, yön değiştirmeli sürat ve yön değiştirmesiz sürat olarak gerçekleşmektedir. Futbolun oyun yapısı gereği ihtiyaç duyulan yön değiştirmeli sürat (çabukluk), ani duruş (pozitif ivmelenme), yön değiştirme ve tekrar hızlanmayı (negatif ivmelenme) içerisinde bulundurmaktadır. Futbolda diğer bir sürat şekli olan yön değiştirmesiz sprint süratinde ise reaksiyon sürati, çıkış, pozitif ivmelenme ve maksimal sürat yer almaktadır. Futbol için en önemli görülen sürat bölümlerini ise reaksiyon sürati, çıkış ve ivmelenme sürati oluşturmaktadır (Eniseler, 2009). Bir futbolcunun sürate başlaması durarak, hareket halinde yani koşarak sıçrayıp düşme sonrası, ani duruş ve dönüş veya çıkış sonrasında gerçekleşir (Aksoy, 2012a).

Motorik parametrelerin önemli bir ögesi olan sürat, futbolda performansı etkileyen önemli bir özelliktir. Süratin gelişimi için planlı ve programlı antrenmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. İlkeleri ve antrenman dinamiği, sürat gelişimine elverişli antrenmanlar ile performans geliştirmekte ve buna bağlı olarak da

başarı olumlu yönde etkilenmektedir (Günay ve Yüce, 2008; Günay ve ark., 2018). Futbolcunun, toplu ya da topsuz olarak rakibinden daha hızlı koşabilmesi, rakip oyuncuya üstünlük sağlamasının yanı sıra rakip oyuncu ile arasında olabilecek beceri farklılığını da ortadan kaldıracaktır (Kamar ve ark., 2011).

### **2.2.1. Sürati Etkileyen Faktörler**

Sporcuların vücut hacmi ve fonksiyonlarında meydana gelen olumlu değişimler, sürati de olumlu yönde etkilemektedir. Bununla birlikte adım uzunluğu, adım frekansı, organların uzunluğu (ayak ve kol uzunluğu vb.), O<sub>2</sub> kapasiteleri gibi faktörlerin hız üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Hız ile dinlenme, metabolik özellikler, kan dolaşımı, nöromusküler fonksiyonlar, koordinasyon, yaş, boy, vücut ağırlığı, cinsiyet ve cinsiyet hormonları, kas kuvveti, dayanıklılık, esneklik, kas lif tipleri ve genetik özellikler de sürati etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Günay ve Yüce, 2008; Günay ve ark., 2018).

### **2.2.2. Sürat ve Kuvvet İlişkisi**

Süratin gelişmesi, en fazla dinamik kuvvetin gelişmesi ile sağlanmaktadır. Yüksek bir dirence karşı uygulanan egzersizler için süratin temel bileşeni kuvvettir. Düşük bir dirence karşı uygulanan egzersizler için süratin temel bileşeni çabukluktur. Bu durum sürat düzeyini geliştirmek için farklı iki tip antrenmanın gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu iki tip antrenmanın kas kitlesini arttırma (hipertrofi) antrenmanı ve çabukluk antrenmanı (hareketlerin maksimal sıklığına uymaya imkan sağlayan kas içi ve kaslar arası koordinasyon antrenmanları) olduğu ifade edilmektedir. Sürat ve kuvvet antrenmanları ile glikolitik kapasite, ATP ve CP miktarı artar ve anaerobik enzimler ve kapasiteleri (fosforilaz, fosfofruktokinaz, laktat dehidrogenaz) arttırılır (Günay ve ark., 2018).

### 2.3. SİÇRAMA

Sıçrama yeteneği biyokimyasal olarak bireyin fosfojen sistemi ve yüksek hızda bu fosfojen kaynakları kullanabilme yeteneğine bağlıdır (Beam ve Adams, 2013). Sıçrama yapmak için itme hareketine başlamadan önce, konsantrik olarak kasılacak kaslara hareket açıklığı sağlamak amacıyla aşığı yönlü olarak bir hareket yapılmakta ve sıçrama yüksekliği dik bir karşı hareket olarak gerçekleşmektedir. Her iki ayağın yer ile olan teması kesildikten sonra, ulaşılan yükseklikten bireyin yere düşmesi ile birlikte sıçrama hareketi sona ermektedir. Birey bu hareketle birlikte kalça, diz ve ayak bileği ekstansörlerinin eksantrik aktivasyonu ile vücudunun tamamını aşığıya doğru yavaşlatmalıdır (Arvas ve ark., 2006). Sıçrama sırasında üretilen gücün; havada kalma süresi, sıçramadaki yer değişiklikleri ve beden kütesinden alınan kuvvet bileşenlerine bağlı olduğu ifade edilmektedir (Beam ve Adams).

Bir futbolcu maç süresi boyunca top kazanmak ve topa müdahale edebilmek için atlamak ve sıçramak zorundadır. Bu sebeple bu tekniğini topa ve rakibe göre hesaplamak ve ayarlamak durumundadır. Bunun için futbol oyuncusu için zamanlama, elastikiyet ve hareketlilik çok önemlidir (Aksoy, 2012b).

Futbolcunun sıçrama gücü, özel amaçlı bir güc antrenmanı ile ölçülü şekilde geliştirilebilir. Sıçrama gücü baldır kaslarının maksimal gücü ve diz germe kasları (quadriceps femoris) ile ilişkilidir. Futbolcu sadece tek bacak veya iki bacakla sıçrama sırasında değil, bütün hareket imkanlarında ve her durumda (koşu ve sıçrama, hamle sonrası sıçrama, sıçrayış ardından tekrar sıçrama, sıçrama sonrası koşu ve tekrar sıçrama vb.) sıçrama ve müdahaleleri bağlantılı bir şekilde gerçekleştirebilmelidir. Özellikle futbola özgü sıçrama antrenmanlarında da bunlara dikkat edilmelidir (Günay ve Yüce, 2008).

Alt ekstremitenin kas kuvveti ve patlayıcı kuvveti çoğu spor aktivitesindeki performansı etkileyen nöromüsküler değişkenlerdir ve bundan dolayı sıçrama performansının belirlenmesi yapılacak antrenman uygulamaları açısından önem taşımaktadır (Paasuke ve ark., 2001). Pliometrik çalışmaların, dikey sıçrama performansı ve anaerobik gücü geliştirmek için popüler bir antrenman şekli olduğu belirtilmektedir (Luebbbers ve ark., 2003; Wang ve Zhang, 2016).



## 2.4. ENERJİ SİSTEMLERİ

Enerji, gıdalarda karbonhidrat, yağ ve protein formunda depolanır. Bu temel gıda bileşenleri, depolanmış enerjiyi serbest bırakmak için hücrelerimizde parçalanabilir (Wilmore ve Costill, 1994; Gelir ve ark., 2016). Beslenme, tüm hücrel ve dolayısıyla bedensel etkinlikler için zorunlu olan enerjinin sağlanmasında gereklidir. Bu enerjinin sağlanması amacıyla besinler kimyasal enerjiye dönüştürülmelidir. Besinlerden üretilen kimyasal enerji ATP olarak depolanır. Vücutta meydana gelen tüm enerji dönüşümlerinin toplamına, metabolizma denilmektedir. (Plowman ve Smith, 2011). Organizma için gerekli olan enerjinin, oksijenli ortamda gerçekleşen bir dizi kimyasal reaksiyon ile elde edilmesine aerobik metabolizma, oksijensiz ortamda gerçekleşen bir dizi kimyasal reaksiyon ile elde edilmesine ise anaerobik metabolizma denilmektedir. ATP' nin yeniden sentezlenebilmesi için gerekli olan enerji, aerobik metabolizma ya da anaerobik metabolizma vasıtasıyla temin edilmektedir (Ergen ve ark., 2007; Günay ve Yüce, 2008; Günay ve ark., 2013; Günay ve ark., 2018).

### 2.4.1. Adenozin Trifosfat

Maksimum performans değerlendirilirken temel hedef, fiziksel aktivite esnasında iskelet kaslarında aerobik ve anaerobik metabolizmayla oluşturulan enerji miktarının değerlendirilmesidir. İskelet kas dokusunda depo halinde bulunan yüksek enerjili fosfat bağlarının yer aldığı bir bileşik olan ATP' deki son bağın indirgenmesi ile birlikte enerji açığa çıkmakta ve buna bağlı olarak kas kasılması ile birlikte insan hareketleri oluşmaktadır (Yıldız, 2012). ATP bütün hücrelerin sitoplazmalarında ve nükleoplazmalarında bulunmaktadır. Hücreler enerji gerektiren fizyolojik mekanizmaların tamamında enerjiyi direkt olarak ATP' den elde etmektedir (Gelir ve ark., 2016).

ATP' nin yapısı kompleks bir bileşik olan adenozin ile üçlü fosfat grubu olarak adlandırılan daha az komplike kısımdan oluşmaktadır. Bizim amacımız için kimyasal önemi fosfat gruplarında yer almaktadır. ATP' nin yapısı basit olarak Adenozin→P+P+P şeklinde gösterilebilir. Uçta bulunan iki fosfat grubu arasındaki

bağ, “Yüksek Enerji Bağı” olarak ifade edilmektedir. Bu bağlardan birinin parçalanması, yani molekülün geri kalan kısmından ayrılması ile bir mol ATP’ den 7-12 kilokalori enerji açığa çıkmakta ve bununla birlikte adenzin difosfat (ADP) ile inorganik fosfat (Pi) oluşmaktadır. ATP’ nin yıkımı sırasında ortaya çıkan bu enerji, kas hücresi tarafından kullanılabilir anlık enerji kaynağını belirtmektedir (Fox ve Mathews, 1981; Wilmore ve Costill, 1994; Dündar, 1998; Ergen ve ark., 2007; Günay ve ark., 2013).

## **2.4.2. Anaerobik Enerji Sistemleri**

ATP’ nin yenilenmesi için gerekli enerjinin sağlandığı metabolik sistemlerden ATP-CP sistemi ile laktik asit sistemi, anaerobik enerji sistemleridir. Anaerobik metabolizma yani ATP’ nin anaerobik yolla yenilenmesi, ATP’ nin O<sub>2</sub> olmadan üretilmesi demektir (Dündar, 1998). Düzenli olarak yapılan antrenmanlar sporcuların anaerobik performanslarını yükseltmekte ve bu durum ATP-PC depolarında ve laktik asit sisteminin verimliliğinde gerçekleşen artışı ifade etmektedir (Özkan ve ark., 2010).

### **2.4.2.1. ATP-CP Sistemi (Fosfojen Sistemi)**

Kaslarda küçük bir miktar ATP depolanabildiği için yorucu bir fiziksel aktivite sırasında enerji tüketimi oldukça hızlı gerçekleşmektedir. Kreatin fosfat (CP) veya aynı biçimde kas hücresinde yer alan fosfokreatin, kreatin (C) ve fosfat (P) şeklinde ayrışır. Bu süreç, ADP+P’ yi ATP’ ye dönüştürmek için kullanılan enerjiyi meydana getirmekte ve sonra tekrar ADP+P’ ye dönüştürülerek kassal kasılma için gereken enerjinin oluşmasını sağlamaktadır. CP’ nin C+P’ ye dönüşmesi, kassal kasılma için direkt kullanılabilen bir enerjiyi değil, ADP+P’ nin ATP’ ye dönüştürülmesinde gerekli olan enerjiyi sağlamaktadır. CP, kas hücrelerinde sınırlı bir düzeyde (0.3-0.5 mol) depolandığından dolayı, enerji ihtiyacı bu sistem tarafından yaklaşık olarak 8-10 saniye kadar sağlanabilmektedir (Dündar, 1998; Ergen ve ark., 2007; Günay ve Yüce, 2008; Bompa, 2011; Günay ve ark., 2013; Günay ve ark., 2018).

#### 2.4.2.2. Laktik Asit Sistemi (Anaerobik Glikoliz)

Anaerobik glikoliz (glikojenin anaerobik yolla parçalanması) denilen bu metabolik yolla, karbonhidratların parçalanması ile birlikte ATP resentezi için gerekli olan enerji sağlanmakta ve O<sub>2</sub>' nin olmaması nedeniyle son ürün olarak laktik asit meydana gelmektedir. Laktik asit ise kaslarda ve kanda yüksek bir yoğunluğa ulaştığında yorgunluğa ve fiziksel etkinliğin sürdürülmesi halinde tükenmeye neden olmaktadır (Ergen ve ark., 2007; Günay ve Yüce, 2008; Bompa, 2011; Günay ve ark., 2013; Günay ve ark., 2018). Glikoliz sırasında her bir glikoz molekülü iki pirüvik asit molekülünü oluşturmaktadır. O<sub>2</sub> varlığında pirüvik asit molekülü, kas hücrelerinin mitokondrilerine girerek birçok ATP molekülünün yapımını sağlamaktadır. Fakat glikoz metabolizmasının bu aşamasında (oksidatif aşama) O<sub>2</sub> yetersiz ise sitrik asit döngüsüne giremeyen pirüvik asit, laktik aside dönüşerek kas hücrelerinden hücrelerarası sıvıya ve kana difüze olmaktadır (Guyton ve Hall, 2007; Günay ve ark., 2013). Laktik asit birikmesi pH' ı düşürmekte ve mitokondrideki bazı enzimlerin aktivitesini engelleyerek karbonhidratların yıkım oranını (hızını) yavaşlatmaktadır. Anaerobik glikoliz ile 1 mol glikojenden 3 mol ATP elde edilmektedir. 2-3 dk kadar süren yüksek şiddetli eforlarda enerji laktik asit sistemi tarafından sağlanmaktadır (Dündar, 1998; Ergen ve ark., 2007; Günay ve Yüce, 2008; Günay ve ark., 2013; Günay ve ark., 2018). Laktik asit sistemi, ATP moleküllerini fosfojen sistemi kadar hızlı üretemez. Fakat laktik asit sistemi, ATP moleküllerini mitokondrideki oksidatif mekanizmaya göre 2.5 kat daha hızlı üretebilmektedir (Guyton ve Hall, 2007).

#### 2.4.3. Aerobik Sistem

Aerobik sistem, mitokondrilerde besin maddelerinin, enerji meydana getirmek amacıyla oksidasyonu demektir. Aerobik sistemde besinlerdeki glikoz, yağ asitleri ve aminoasitler bazı ara işlemlerden sonra oksijenle birleşerek, AMP ve ADP' nin ATP' ye dönüştürülmesinde tüketilecek olan büyük miktardaki enerjiyi serbestletirler (Guyton ve Hall, 2007). Aerobik sistem, ADP+P' den ATP' yi yeniden birleşim haline getirmek amacıyla enerji oluşturmaya başlamak için yaklaşık olarak 60-80 sn

kadar bir süreye ihtiyaç duymaktadır. O<sub>2</sub> aracılığıyla glikojenin parçalara ayrılması için kalp ve solunum hızının, kas hücrelerine gerekli miktarda O<sub>2</sub> taşımaya yetecek düzeyde yükseltilmesi gerekmektedir. Glikojen, hem laktik asit sisteminde hem de aerobik sistemde ATP' yi yeniden birleşim haline getirmek amacıyla kullanılan enerjinin kaynağını oluşturmaktadır. Fakat aerobik sistem, O<sub>2</sub>' nin varlığında glikojeni parçalara ayırmakta ve bu sayede az miktarda laktik asidin oluşmasıyla veya laktik asit oluşmadan aktivitenin daha uzun süre devam ettirilmesine olanak sağlamaktadır (Bompa, 2011). Oksijenli ortamda 1 mol glikoz molekülü tümüyle parçalanarak CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O oluşturmakta ve 39 mol ATP yenilemeye yetecek şekilde enerji açığa çıkarmaktadır (Dündar, 1998; Günay ve ark., 2013).

#### **2.4.3.1. Aerobik Glikoliz**

Glikojenin CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O' ya dönüştüğü aerobik sistemin ilk reaksiyonlarına glikoliz denilmektedir. Aerobik glikolizde O<sub>2</sub> bulunduğu için laktik asit birikmesi olmaz. Başka bir ifadeyle O<sub>2</sub>, ATP yenilenmesini kesintisiz olarak devam ettirerek laktik asit birikmesini engeller. O<sub>2</sub> varlığında ATP yenilendikten sonra pirüvik asidin çoğu, laktik aside dönüşmeden aerobik sisteme gönderilmektedir (Dündar, 1998).

Aerobik enerji yolunda ilk basamaklar (10 kimyasal reaksiyon dizisi) anaerobik glikoliz ile aynı şekilde gerçekleşmekte ve bir mol glikojen iki mol pirüvik aside dönüştürülmektedir. Bu basamak (anaerobik glikoliz) sarkoplazmada gerçekleşmekte ve bu esnada 2-3 mol ATP üretilmektedir (Ergen ve ark., 2007; Günay ve Yüce, 2008; Günay ve ark., 2013; Günay ve ark., 2018).

#### **2.4.3.2. Krebs Döngüsü**

Reaksiyonlar aerobik yolla sürdürülüyorsa, işlemler mitokondrilerde gerçekleşmekte ve üç karbonlu pirüvik asit, iki karbonlu bir yapı olan asetil koenzim A' ya dönüşerek, sitrik asit döngüsü veya trikarboksilik asit döngüsü olarak da bilinen krebs döngüsüne girmektedir. Üç karbonlu pirüvattan bir molekül CO<sub>2</sub> açığa çıkar ve iki karbonlu bir bileşik oluşur. Oluşan iki karbonlu bileşikten hidrojen

atomları, elektronlar şeklinde koparlar. Krebs döngüsünde CO<sub>2</sub> oluşumu ve oksidasyon meydana gelmektedir. (Dündar, 1998; Ergen ve ark., 2007; Günay ve Yüce, 2008; Katch ve ark., 2011; Günay ve ark., 2013; Günay ve ark., 2018). CO<sub>2</sub> solunum sistemi yoluyla dışarı atılmaktadır (Dündar, 1998; Günay ve ark., 2013). Oksidasyon (yükseltgenme), bir kimyasal bileşikten elektronların koparılmasına denilmektedir (Dündar, 1998).

### **2.4.3.3. Elektron Taşıma Sistemi**

Elektron taşıma sistemi (ETS) veya solunum zinciri, ATP üretiminde en önemli metabolik yoldur. Bu, mitokondrideki hidrojen atomu taşıyıcılarından NAD<sup>+</sup> ve FAD ile oksijene elektron transfer eden bir dizi kimyasal reaksiyon olarak ilerler. Oksijenin, hidrojen iyonları ile birleşmesi sonucunda, su (H<sub>2</sub>O) bir yan ürün olarak oluşmakta ve hidrojen iyonları tarafından salınan elektrokimyasal enerji, ADP ve Pi' den ATP sentezlenmesini sağlamaktadır. ETS, mitokondrinin iç zarına gömülü olarak bulunan bir dizi elektron taşıyıcı ve proton pompalarından oluşur. Fosfat eklendiğinden (fosforilasyon) ve NADH+H<sup>+</sup> ve FADH<sub>2</sub> elektron taşıma sisteminde okside edildiğinden, ATP' nin ADP ve Pi' den sentezlendiği bu süreç için oksidatif fosforilasyon terimi kullanılmaktadır (Plowman ve Smith, 2011).

Aerobik metabolizma sonucu 1 mol glikojenin yıkımı ile 39 mol ATP üretilmektedir. 1 mol yağ asidinin (palmitik asit) yıkımı ile 130 mol ATP üretilmektedir (Dündar, 1998; Ergen ve ark., 2007; Günay ve ark., 2013).

## **2.5. KALP VE EGZERSİZ**

Kalp, oksijeni azalmış olan kanı venler aracılığı ile alıp oksijenlenmesi için akciğerlere gönderen ve daha sonra bütün vücudumuza taşınması için arterlere pompalayan bir pompa olarak tanımlanabilir. Büyüklüğü kişiden kişiye değişmekle beraber ortalama boyutları 14 cm uzunluğunda ve 9 cm genişliğindedir. Ağırlığı ise yaklaşık olarak kadınlarda 250-280 g, erkeklerde ise 280-300 g' dir (Demirel ve Koşar, 2006).

Kalp dört boşluktan oluşan bir yapıya sahiptir. Kalbin üst tarafında bulunan iki boşluk atriyumlar (kulakçıklar), alttakiler ise ventriküller (karıncıklar) adını almaktadır. Atriyumlar, ventriküllere kapakçıklarla bağlıdır. Sağ atriyum ile sağ ventrikül arasındaki kapak triküspid kapak, sol atriyumla sol ventrikül arasındaki kapak ise mitral veya biküspid kapak adını alır. Atriyumlar, kalbe dönen kanı alan ve ventriküllere gönderen bölmelerdir. Ventriküller ise esas pompa görevi yapan bölmeler olup, kanı damarlara pompalar (Gelir ve ark., 2016).

Egzersiz sırasında kardiyovasküler sistemin en önemli işlevi, kaslara gerekli olan O<sub>2</sub> ve diğer besin maddelerini sağlamaktır. Bu amaçla egzersiz sırasında kasta kan akımı ileri derecede artar (Guyton ve Hall, 2007).

Kalbin yapısal olarak kas dokusundan oluşması nedeniyle, kişinin fizyolojik kapasitesini arttırabilmesi ancak egzersizlerin bilimsel esaslara göre yapılması halinde mümkün olacaktır (Günay ve ark., 2013). Eğer dayanıklılık antrenmanı yeteri kadar uzun süreli ve yoğun ise, antrenmanın etkisinden dolayı kalp hipertrofisi ve antrenmanın yoğunluğundan dolayı da dilatasyon (genişleme) oluşabilir (Weineck, 1998). Maratoncularda kalp boşluklarının, antrenmansız kişilere göre %40 kadar genişlediği ve bu genişleme ile birlikte kalp kitlesinin %40 ve daha fazla arttığı belirtilmektedir. Ancak kalp boşluklarının genişlemesi ve pompalama gücünün artışı yalnızca dayanıklılık tipi antrenmanlar ile gerçekleşmektedir (Guyton ve Hall, 2007). Sporcu kalbi, sağlıklı ve uyumlu olarak gelişmiş bir performans kalbidir (Weineck, 1998).

### **2.5.1. Kalp Debisi (Kardiyak Çıkış)**

Atım hacmi (stroke volume), kalbin bir kasılma sırasında perifere gönderdiği kan miktarını belirtmektedir (Ergen ve ark., 2007). Kalp her bir atımda (atım hacmi) yaklaşık 75 ml kan pompalar ve dakikada da yaklaşık olarak 70 atım yapar (Gelir ve ark., 2016). Kardiyak çıkış (cardiac output) veya kalp debisi ise kalbin bir dakikada aorta pompaladığı kan miktarı olarak ifade edilir ve bu aynı zamanda dolaşımda akan kan miktarıdır (Guyton ve Hall, 2007). Kardiyak çıkış (kalp debisi), atım hacmi ile kalp atım hızının çarpımına eşittir (Bruce ve ark., 1949; Tortora ve Derrickson, 2008; Stringer, 2010; Gelir ve ark., 2016).

Kardiyak çıkış, fiziksel aktivite taleplerini karşılamak için dolaşım sisteminin fonksiyonel kapasitesinin en önemli göstergesidir (Katch ve ark., 2011). Kardiyak çıkışta olan artış, arteriyel sisteme giren kan akışında artışa yol açar. Akıştaki ve basınçtaki artışın çoğu, aort ve geniş damarların esnekliği ile emilir. Bu elastik damarlar kan akışındaki ve nihayetinde kan basıncındaki değişiklikleri azaltmak için harekete geçerler ve bu durum Windkessel etkisi olarak adlandırılır (Beam ve Adams, 2013). Kalp debisinde artış sağlanması, kalp hızının artması veya kalbin kasılma gücünün artması ile gerçekleşir. Kalbin bu özelliği, zorlu egzersiz yapan iyi bir atletin kalp debisini 5 kat artırmasına olanak sağlar (Kaygısız ve ark., 2016).

Kalp debisi vücudun etkinlik düzeyiyle büyük ölçüde değiştiği için diğer faktörler kadar vücut metabolizmasının bazal düzeyi, kişinin egzersiz yapması, yaş ve vücut büyüklüğü gibi bazı faktörler kalp debisini etkileyebilir. Genç sağlıklı erkeklerde dinlenme sırasında ölçülen kalp debisi ortalama 5.6 L/dk civarında bulunmuştur. Kadınlar için bu değer yaklaşık 4.9 L/dk' dır. Artan yaş ile birlikte vücut aktivitesi azaldığı için, yaş faktörü göz önüne alınırsa, çoğu kez dinlenme durumundaki bir yetişkin için kalp debisi ortalama bir rakamla tam 5 L/dk olarak verilir (Guyton ve Hall, 2007).

### **2.5.2. Frank-Starling Yasası**

Kalp debisi venöz dönüşle kontrol edilir denildiğinde, kalp debisini öncül olarak kontrol edenin kalbin kendisi olmadığı ifade edilmektedir. Onun yerine, venöz dönüş olarak adlandırılan, venlerden kalbe kan akışını etkileyen periferik ait çeşitli dolaşım faktörleri, öncül kontrol edici faktörlerdir. Kalp debisinin kontrolünde, genel olarak periferik faktörlerinin kalbin kendisinden daha önemli olmasının temel nedeni; kalbin, venlerle sağ atriya gelen bütün kanın otomatik olarak pompalanmasını sağlayan bir mekanizmaya sahip olmasıdır. Bu mekanizma, kalbin Frank-Starling yasası olarak adlandırılır. Bu yasa temel olarak, kalbe gelen kan miktarı arttığı zaman, kalp odacıklarının duvarının gerildiğini belirtir ve gerilmenin bir sonucu olarak kalp kası, artmış bir güçle kasılır ve bu da sistemik dolaşımdan gelen fazla kanı boşaltır. Bu nedenle, kalbe fazladan gelen kan otomatik olarak hiç gecikmeden aorta pompalanır ve tekrar dolaşıma katılır (Guyton ve Hall, 2007).

### 2.5.3. Kalp Atım Hızı ve Düzenlenmesi

Kısaca nabız da denilen kalp atım hızı, kalbin bir dakikada yaptığı vuruş sayısını ifade etmektedir. Omurilik soğanında (medulla oblongata) bulunan kardiyak merkezden kaynaklanan sempatik ve parasempatik sinir sistemlerinin etkisi altında olan kalp hızı, dolaşım fonksiyonunun izlenmesinde önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Ergen ve ark., 2007). Sinoatriyal düğüm dolayısıyla da KAH otonom sinir sisteminin ve bazı hormonların kontrolü altındadır. Sempatik uyarılma kalp atım hızını artırırken parasempatik uyarılma yavaşlatır. Yaş, cinsiyet, postür ve fiziksel aktivite kalp atım hızına etki eden faktörler arasındadır (Gelir ve ark., 2016). Egzersizin başlangıcı ile birlikte, sempatik nöronlar aracılığıyla böbrek üstü bezinden (adrenal medulla) norepinefrin adı verilen hormonun salınımı gerçekleşmekte ve sinoatriyal düğümün uyarılması sonrasında KAH' da artış meydana gelmektedir (Ergen ve ark., 2007). Kalbin normal çalışmasında uyarıların çıktığı yer sinoatriyal düğümdür ve bu nedenle bu düğüme hız belirleyici anlamına gelen, pacemaker denilir (Gelir ve ark., 2016). Ana atardamar (aort) ve şah damarı (karotis arter) üzerinde bulunan basınç algılayıcıları (baroreseptörler) ise kan basıncı değişikliklerini kardiyak merkeze iletirler. Vagus siniri (parasempatik sinir) aracılığıyla sinoatriyal düğüme mesaj gönderilir ve KAH yavaşlamış olur (Ergen ve ark., 2007).

Egzersizin başlaması ile birlikte KAH ve buna bağlı olarak da kalp debisinde önce hızlı bir yükselme izlenmektedir. Egzersiz hafif ve orta şiddette ise belirli bir süre sonra bu yükselme yavaşlamakta ve bir plato oluşturmaktadır. Bu süreç metabolik denge durumu (steady state) olarak ifade edilir ve bu durumda dolaşım sistemi vasıtasıyla dokulara sağlanan O<sub>2</sub> ve besin maddeleri ile tüketilen miktarlar dengededir (Ergen ve ark., 2007; Günay ve ark., 2013). Antrenman düzeyinin artması ve antrenman süresinin uzaması ile birlikte aynı egzersiz şiddetindeki KAH düşer. Aynı egzersiz şiddetinde, antrenmanlı sporcuların KAH' ları sedanterlere göre daha düşüktür. Yapılan çeşitli araştırmalarda, düzenli yapılan antrenmanlarla KAH' da anlamlı azalmalar elde edilmiş ve kalbin kasılma gücünün, atım hacminde meydana gelen artışlardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Özellikle kalp atım hacminin artışı, kalp atım hızının düşmesine neden olmaktadır (Günay ve ark., 2018).



Kalp atım hızı genel olarak egzersiz yoğunluğunun değerlendirilmesi amacıyla fizyolojik bir teknik olarak kullanılmaktadır. Futbol maçı sırasında kalp atım hızının ortalama değerleri, maksimum kalp atım hızının %70-80' i civarındadır. Buna göre futbolun sadece aralıklarla meydana gelen bir efor olmadığı, aynı zamanda maksimal değerlere yakın bir değişken yoğunlukta yapıldığı söylenebilir (Günay ve Yüce, 2008).

## 2.6. OKSİJEN TAŞIMA SİSTEMİ

Kanda O<sub>2</sub> taşınması, kanın plazmasında çözülmüş şekilde ve kanda bulunan bazı kimyasal moleküllere bağlanarak iki yolla gerçekleşir. Akciğerden kana geçen oksijenin %97' si alyuvar (eritrosit) içindeki hemoglobine bağlı olarak, %3' ü ise plazmada çözülmüş durumda taşınır (Günay ve ark., 2013; Gelir ve ark., 2016; Kaygısız ve ark., 2016). Her hemoglobin molekülü birbirine bağlı olan dört alt birimden oluşmuş bir proteindir. Hemoglobin molekülündeki dört hem grubunun her biri O<sub>2</sub>' yi bağlayan bir demir atomu (Fe<sup>2+</sup>) içermektedir. Her demir atomu bir molekül O<sub>2</sub> bağladığından dolayı, tek bir hemoglobin molekülü dört molekül O<sub>2</sub> bağlayabilir (Widmaier ve ark., 2010). O<sub>2</sub>' nin hemoglobinle bağlanması, geri dönüşümlü bir bağlanmadır. O<sub>2</sub> ve hemoglobin akciğerde yüksek bir afinite ile birbirlerine bağlanırken, dokuda ise birbirlerinden ayrışır (Gelir ve ark., 2016).

Kalp atım hızı ve kalp atım hacmi ile birlikte arterio-venöz oksijen farkı (a-v O<sub>2</sub> farkı) olarak adlandırılan etmen, aktif dokular ve kaslarda ne kadar O<sub>2</sub> kullanıldığını belirtir ve oksijen taşıma sisteminin önemli bir değişkenidir (Ergen ve ark., 2007).

$$VO_2 = \text{kalp debisi (kalp atım hızı} \times \text{kalp atım hacmi)} \times \text{a-v O}_2 \text{ farkı}$$

VO<sub>2</sub>, dokuya taşınan O<sub>2</sub>' yi ifade etmekte ve bir dakikada her bir kg vücut ağırlığı başına mililitre (ml. kg<sup>-1</sup> dk<sup>-1</sup>) olarak ya da bir dakikada tüketilen toplam O<sub>2</sub> miktarı (L. dk<sup>-1</sup>) olarak belirtilmektedir (Ergen ve ark., 2007).

### 2.6.1. Maksimal Oksijen Tüketimi

Maksimal oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub>max), kardiyovasküler sistemin çalışan kaslara O<sub>2</sub> iletebilme kabiliyetini yansıtır (Ramsbottom ve ark., 1988). Maksimal oksijen

tüketimi, kademeli egzersiz testi sırasında büyük kas kitlelerini kullanarak, ulaşılabilecek en yüksek maksimal eforda elde edilebilecek en yüksek değer olarak tanımlanabilir.  $VO_2max$ , fizyoloji laboratuvarında doğrudan ölçümü yapılabilen önemli bir fizyolojik değişkendir. Yüksek derecede, kalp ve akciğerlerin oksijen teminine ve iskelet kaslarının oksijen kullanma yeteneğine bağlıdır. Bu nedenle, bireyin toplam aerobik gücünü ya da kardiyorespiratuvar uygunluğunu gayet iyi yansıtır.  $VO_2max$ ' ın belirlenmesi için tercih edilen yöntem, tükeninceye kadar yapılan egzersizde doğrudan belirli fizyolojik ve psikolojik kriterlere göre ölçmektir (Beam ve Adams, 2013). Maksimal oksijen tüketimi, büyük kas gruplarının kullanıldığı dinamik bir egzersiz sırasında birey tarafından ulaşılabilen en yüksek  $O_2$  miktarı olarak tanımlanır (Wagner, 1996; Hoff ve ark., 2002). Özellikle aerobik metabolizmanın üst seviyede zorlandığı fiziksel etkinlikler esnasında, başarıyı belirleyen en önemli kriterlerden biri olan  $O_2$  kullanabilme kapasitesi, esas olarak iskelet kas mitokondrilerinin çalışabilme yeteneğini belirtmektedir. Aerobik kapasitenin belirleyicisi olan  $VO_2max$ ' ın yüksek düzeyde olması, sporcuların homeostatik koşullarda daha uzun süre egzersiz yapabilmelerine imkan sağlamaktadır (Kurdak, 2012).

Maksimal oksijen tüketimi terimi, genelde kademeli egzersiz testi esnasında yoruluncaya kadar ortaya çıkan yüksek oksijen tüketimini ifade etmek için kullanılmaktadır. Oksijen tüketme yeteneği, beden hücrelerinin metabolik fonksiyonu için önemlidir. Hücresel aktivite  $O_2$ ' ye bağlıdır çünkü hücre enerjisini ATP' den sağlar ve aerobik metabolizma oksidatif yolla büyük miktarda ATP üretir. Bu yol kas mitokondrisinin ATP sentezinin yeteneğini yansıtır. Maksimal oksijen tüketimi, yalnızca hücrenin oksijeni alma ve kullanma yeteneğine bağlı değildir, aynı zamanda kardiyovasküler ve solunum sistemlerinin oksijeni hücrelere taşıma yeteneğine de bağlıdır. Kardiyovasküler bakımdan oksijen taşınımı kardiyak debi olarak belirtilir ve bu, kalbin ventrikülünden dakikada pompalanan kan miktarıdır. Bu sebeple, daha büyük bir maksimum kalp debisi normal şartlar altında daha büyük bir maksimal oksijen tüketimini sağlamaktadır (Beam ve Adams, 2013).

Bassett ve Howley (2000),  $VO_2max$ ' ı sınırlayan dört faktörün; pulmoner difüzyon kapasitesi, maksimal kardiyak çıkış, kanın oksijen taşıma kapasitesi ve iskelet kası özellikleri olduğunu belirtmişlerdir.

## 2.6.2. Anaerobik Eşik ve Ventilasyon Eşiği

Kanda artış gösteren laktat konsantrasyonu, dokular için gerekli olan kan akımının dolayısıyla yeterli O<sub>2</sub>' nin taşınmadığı bir durum olan anaerobik metabolizmanın belirtisidir. Bu konsantrasyonda meydana gelen değişimlerin belirlenmesi, egzersizin yoğunluğu ile ilgili fikir vermektedir (Çolakoğlu ve ark., 1993). Kan laktat konsantrasyonunda belirgin artışların olduğu egzersiz şiddeti, aerobik egzersizden, anaerobik metabolizmanın daha baskın hale geldiği anaerobik egzersize geçişi işaret eden nokta olarak kabul edilmektedir. Laktatta artışın ortaya çıktığı bu kritik egzersiz şiddeti; anaerobik eşik, OBLA (Onset of Blood Lactate Accumulation) veya laktat eşiği olarak ifade edilmektedir (Günay ve ark., 2013). Anaerobik eşik değeri kişisel farklılık göstermekle birlikte ortalama 4 mmol/l olarak kabul edilmektedir (Çolakoğlu, 1995; Çolakoğlu ve ark., 1995; Yıldız ve ark., 1998).

Anaerobik eşikte nabız genelde 150-170 arasındadır. Antrenman durumu iyi seviyede olmayanlar için 4 mmol laktat eşiği, VO<sub>2</sub>max' ın %50-60' ı arasında olurken, dayanıklılık yönünden iyi antrenmanlı sporcularda %85-90 VO<sub>2</sub>max düzeyine ulaşabilir. Bu sayede daha yüksek koşu hızlarında, dokulara daha fazla miktarda O<sub>2</sub> sağlanarak, laktik asit düzeyinde önemli bir artış meydana gelmeden, egzersiz daha uzun bir süre devam ettirilebilir (Çolakoğlu, 1995). Anaerobik eşik değerinin üzerinde olan egzersiz şiddetlerinde, kan laktat birikimi hızlanarak yorgunluk düzeyini arttırmakta ve performansın sınırlanması ile birlikte ilerleyen süreçte, tükenme durumunun oluşmasına sebep olmaktadır (Arı, 2014).

Ventilasyon, submaksimal bir egzersiz sırasında egzersiz yoğunluğu ile doğru orantılı bir şekilde artar. Bununla beraber kalp atım hızı, kardiyak çıktı ve oksijen tüketimi gibi birçok fizyolojik değişkende de artış meydana gelir. Fakat ventilasyon, maksimal oksijen tüketiminde %50-60 civarında doğrusal olmayan ve hızla yükselen bir artış göstermekte ve bu artış %40 ile %85 arasında değişebilmektedir. Ventilasyonun doğrusal olmayan yönde artış gösterdiği iş yükü değeri ventilasyon eşiği olarak adlandırılmaktadır. Hızlanmış olan ventilasyonun, anaerobik metabolizmanın devreye girmesi ile birlikte ortaya çıkan laktik asit ve yüksek oranda CO<sub>2</sub> üretiminden dolayı olduğu düşünülmektedir (Beam ve Adams, 2013). Laktat eşiği ve ventilasyon eşiği arasındaki ilişki ve birbirlerinin yerine kullanılabilirliği

konusunda kürekçiler üzerinde yapılan bir araştırma, ventilasyon eşiğinin laktat eşiğini belirlemede geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmektedir (Akça ve ark., 2010).

### **2.6.3. Koşu Ekonomisi**

Aerobik performans için önemli bir ölçüt olan koşu ekonomisi, submaksimal bir egzersiz şiddetinde kullanılan O<sub>2</sub> miktarını ifade etmektedir (Helgerud ve ark., 1990; Çolakoğlu, 1995; Turner ve ark., 2003). Genel olarak genç erkek ve kadınlar koşu açısından yetişkinlere nazaran daha az hareket ekonomisine sahiptirler. Zira yetişkinlere göre, koşu sırasında %20-30 oranında daha fazla O<sub>2</sub>' ye ihtiyaç duyarlar. Koşu ekonomisinde 18 yaşından sonra ise artış görülmektedir. Bunun yanı sıra elit dayanıklılık sporcuları, aynı koşu hızında sedanter bireylere göre daha az O<sub>2</sub> kullanırlar. Maraton koşucularının da, orta mesafe koşucularına göre aynı koşu hızında %5-10 oranında daha az O<sub>2</sub> kullandıkları belirlenmiştir (Günay ve ark., 2013).

## **2.7. KASLAR**

Kas dokusu insan vücut ağırlığında % 40-50 oranında bir yeri oluşturan özel bir dokudur (Demirel ve Koşar, 2006; Ergen ve ark., 2007). Kaslar kimyasal enerjiyi mekanik işe çeviren bir çeşit makine görevini görmektedir. Bir kasın herhangi bir dirence karşı koyabilmesi ya da direnci yenebilmesiyle hareket ve iş meydana gelmektedir. Bundan dolayı kas sisteminin ana görevi, kasılarak bedensel harekete etki eden kuvvetin gelişmesidir (Sevim, 2010).

İnsan vücudu tarafından meydana gelen bütün hareketler kas kontraksiyonu ile gerçekleşir. Yürüme, yiyeceklerin alınması ve soluma gibi birleşik hareketler doğrudan kassal kontraksiyona bağlı iken; disk atma, koşma, sırkla atlama, futbol gibi birçok önemli kompleks performansın gerçekleşmesi çok sayıda kas ve kompleks nöromusküler koordinasyona, diğer bir ifade ile sinir kas eşgüdümüne bağlıdır. İnsan vücudunda iskelet, kalp ve düz kas olmak üzere üç farklı kas dokusu bulunur. Bunların bazı özellikleri birbirine benzemekte, bazı özellikleri de farklılık

göstermektedir. Örneğin kontraktıl süreç tümünde aynı iken; kontraksiyon hızı, kontraksiyon süresi ve çeşitli derecelerde kontraksiyona izin vermeleriyle farklılık gösterirler. Kalp ve düz kaslar yaşamsal olarak esansiyel olmasına karşın, insan hareketlerinde relatif olarak önemsizdirler. İskelet kası ise harekette primer öneme sahiptir (Demirel ve Koşar, 2006).

### **2.7.1. Kaslarda Enerji Oluşumu**

Antrenman ya da müsabaka esnasındaki tüm fiziksel yüklenmelerde, kaslarda gerçekleşen enerji oluşumu büyük önem taşımaktadır. Kaslar insan metabolizmasındaki enerji oluşumu ve dönüşümünün son halkasını oluşturmaktadır. Kasların çalışması ile birlikte kimyasal enerjinin, mekanik enerjiye dönüşümü gerçekleşmektedir. Kaslarda meydana gelen tüm kasılmalar, kas dokusunda meydana gelen enerji dönüşümlerine bağlıdır. Enerji dönüşümleri, kas kasılmasının ana koşulunu oluşturmaktadır. Bu süreçte, indirgenmeleri ile birlikte kullanılmaya hazır enerji şeklinde ortaya çıkan bileşikler, kaslar için büyük bir önem taşımaktadırlar (Sevim, 2010).

### **2.7.2. Kas Dokusunun Özellikleri**

Kas dokusu, homeostazise katkıda bulunması ve işlev kazanabilmesi için dört temel özelliğe sahiptir. Elektriksel eksitabilite (uyarılabilme): hem kas hem de sinir hücrelerinin bir özelliği olup belirli uyaranlara, aksiyon potansiyeli adı verilen elektrik sinyalleriyle cevap verebilme kabiliyetidir. Kontraktilite (kasılma): aksiyon potansiyeli ile uyarılan kas dokusunun kasılma yeteneğidir. Ekstansibilite (uzayabilme): kas dokusunun hasar görmeden gerilmesi kabiliyetidir. Elastisite (esneklik): kas dokusunun kısılma veya uzama sonrası, orijinal uzunluğuna ve şekline dönme kabiliyetidir (Tortora ve Derrickson, 2008).

### **2.7.3. Kalp Kası**

Kalbin büyük bir kısmı kas hücrelerinden oluşmakta ve bu kısma miyokard adı verilmektedir. Kalpte yer alan kas hücre tipi, iskelet kasında olduğu gibi çizgili görünüme sahiptir. İskelet kasından farklı olarak ise miyokard hücreleri arasında özel bağlantı bölümleri bulunmakta ve kas hücreleri dallanmış bir yapı (sinsityal yapı) sergilemektedir. Düşük dirence sahip olan bu özel bağlantı bölgelerinden kolay bir şekilde geçebilen aksiyon potansiyeli, birçok miyokard hücrelerinin beraber kasılmasına ve sonuçta kalbin bir pompa gibi çalışmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca kalp, ihtiyacı olan uyarıyı kendi üretebilmesi sayesinde ritmik kasılmalar yapabilmektedir (Tunçel ve ark., 2013).

### **2.7.4. Düz Kaslar**

Aktin ve miyozin moleküllerinin düzensiz olarak hücre içerisinde dağılması sebebi ile mikroskop altında bakıldığında çizgilenme göstermeyen kaslara düz kas adı verilmektedir. Düz kaslar iç organların yapısında bulunmaktadır. Kalp kası gibi otonom özelliğe sahip olan düz kaslar, otonom sinir sisteminin kontrolü altında çalışırlar (Tunçel ve ark., 2013).

### **2.7.5. İskelet Kasları**

İnsan vücudunda 600' ün üzerinde kas bulunmaktadır. Bu kasların yaklaşık olarak 430' u sağlı sollu yani çift şekilde olan iskelet kaslarıdır. Önemli birçok motor hareket, 80 çift civarında iskelet kası ile yapılabilmektedir (Demirel ve Koşar, 2006).

İskelet kası, lif ismi verilen ve boyu 1 mm ile 30 cm arasında değişen, eni ise 10 ile 100 mikron arasında değişen binlerce kas hücrelerinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır (Ergen ve ark., 2007; Ertan, 2012). İskelet kası lifleri, ışık mikroskobu altında açık ve koyu çizgiler şeklinde görüldüğünden dolayı çizgili kas olarak tanımlanmaktadır (Weineck, 1998; Ergen ve ark., 2007; Kaygısız ve ark., 2016). Mikroskopta koyu renkli görünen bantlara A bandı, açık görünenlere ise I bandı adı verilmektedir. A bandı miyozin ve aralarına giren aktin filamentlerini içerirken, I

bandı ise yalnızca aktin filamenti içerir. I bantlarının ortasında bulunan ince koyu çizgilere Z çizgileri denilmektedir. A bandının ortasında görünen daha açık bölüme ise H bandı denir ve sadece miyozin içerir. H bandının ortasında yer alan M çizgisi ise miyozinlerin merkezde bağlandığı proteindir. İskelet kasında, iki Z çizgisi arasında bulunan ve sarkomer adı verilen bölüm, işlevsel olarak en küçük birimi oluşturmaktadır (Ergen ve ark., 2007; Kaygısız ve ark., 2016).

#### **2.7.5.1. İskelet Kaslarının Fonksiyonları**

İskelet kaslarının; hareketi oluşturma, iç organları ve örttükları yapıları koruma, vücutta ısı üretimi, mekanik bir işi yapabilme ve postürü sağlama olmak üzere 5 ana fonksiyonu bulunmaktadır (Günay ve ark., 2013).

#### **2.7.5.2. İskelet Kaslarının Yapısı**

İskelet kası; kas hücreleri, sinir ve kan damarlarından oluşan organize ağlar ve ekstraselüler bağ dokusu matriksinden oluşmaktadır. İskelet kasları ekseriyetle bir tendon ile kemikten başlar ve distalde yine bir tendon vasıtasıyla kemiğe yapışırlar. Kas tendon birimi adı verilen bu yapı ile bir, iki ya da üç eklem üzerinden hareket gerçekleşmektedir. Çoğunlukla tek eklem üzerinden hareket oluşturan kaslar, kemiğe yakın yerleşmiş olan ve soleus kası gibi postürü sağlayıcı kaslardır. Bu kasların kontraksiyon hızı, iki eklem üzerinden hareket oluşturan biartiküler kaslara oranla yavaş olup, güçleri ise daha fazla olmaktadır. Rektus femoris gibi biartiküler kaslar ise daha yüzeysel yerleşimli olup, daha hızlı kasılırlar. Fakat bir eklemün tüm hareket açıklığı boyunca gerilme oluştururken, tek eklem kasları kadar etkili değildirler (Karahana ve Erol, 2004).

##### **2.7.5.2.1. Bağ Dokusu Bileşenleri**

Bağ dokusu, kas dokularını çevreleyip korumaktadır. Kas liflerinin arasını endomisyum olarak isimlendirilen bir bağ dokusu doldurur. Lifler karakteristik olarak gruplaşarak fasikülleri oluştururlar. Fasiküllerin etrafı ise perimisyum ile

sarıldır. Fasiküllerin bir araya gelmesi ile oluşan kasın çevresi epimisyum (faysa) ile çevrilidir. Kasın tamamını çevreleyen en dış tabaka epimisyumdur. Bu konnektif doku zarlar, kası kemiğe bağlayan tendon ile devam ederler (Cerny ve Burton, 2001; Karahan ve Erol, 2004; Ergen ve ark., 2007; Tortora ve Derrickson, 2008; Ertan, 2012; Günay ve ark., 2013).

#### **2.7.5.2.2. Miyofibril ve Miyofilamentler**

Her kas lifi birkaç yüz ile birkaç bin arasında kas lifi içermektedir (Guyton ve Hall, 2007). Miyofibriller ise protein yapısında olan ince ve kalın miyofilamentlerden oluşmaktadır. Kalın filamentler miyozin moleküllerinden oluşurken, ince filamentler çoğunluğu aktin olmak üzere troponin ve tropomiyozin moleküllerinden oluşmaktadır (Ganong, 2002; Ergen ve ark., 2007; Widmaier ve ark., 2010; Günay ve ark., 2013). Miyozin filamentlerinin yan taraflarından çıkan küçük uzantılar, çapraz köprüler olarak adlandırılır (Guyton ve Hall, 2007). Kas kasılması esnasında, çapraz köprüler ince filamentler ile bağlantı yaparak, onların üzerine kuvvet uygulamaktadır (Widmaier ve ark., 2010). Çapraz köprülerin başlarında miyozin ATPaz enzimi bulunur. Bu enzim ile ATP parçalanması sonucu ADP+P+Enerji oluşmaktadır (Ergen ve ark., 2007).

#### **2.7.5.2.3. T-Tübül ve Sarkoplazmik Retikulum Sistemi**

T-tübülleri (transvers túbül) çok küçük olup, miyofibrilleri enlemesine geçerler. Hücre zarından başlayan T-tübüller, kas lifini bir ucundan diğer ucuna kadar katederler. Bu túbüller kendi aralarında dallanarak, bütün miyofibriller arasında eksiksiz T-túbül ağırları oluştururlar (Guyton ve Hall, 2007). Kasta bulunan sarkoplazmik retikulum, birçok hücrede bulunan endoplazmik retikulum ile aynıdır. Sarkoplazmik retikulum her miyofibrilin etrafını sarmaktadır (Widmaier ve ark., 2010). Her bir kas lifçığının çevresinde düzensiz bir perde yapan sarkoplazmik retikulum, A ve I bantları kavşağında, T-tübüller ile yakın temasta olan uç sarnıcına genişler. T-tübüllerin fonksiyonu, aksiyon potansiyelinin hücre zarından, kas içindeki miyofibrillerin tamamına çabuk bir şekilde taşınmasını sağlamaktır. Sarkoplazmik



retikulum ise,  $Ca^{2+}$  hareketi ve kas metabolizması ile ilgilidir (Ganong, 2002). T-tübül ve sarkoplazmik retikulum sisteminin kas lifinde oluşturduğu hacim, antrenmanlı kişilerde normalin 3 katına kadar çıkabilir (Ergen ve ark., 2007).

### **2.7.6. Sinir-Kas Kavşağı**

Motor nöronun akson uçlarında, iki nöron arasında yer alan sinapsta olduğu gibi veziküller bulunmaktadır. Bu veziküllerde bulunan nörotransmitter, asetilkolindir. Kas lifi plazma membranının akson ucunun altında uzanan kısmı, motor son plak olarak adlandırılır. Bir akson ucunun motor son plak ile yaptığı bağlantıya sinir-kas kavşağı adı verilmektedir (Widmaier ve ark., 2010).

Bir motor nöronda oluşan aksiyon potansiyeli, akson ucuna ulaştığı zaman plazma membranını depolarize eder. Aksonun bu uç kısmında oluşan depolarizasyon buradaki voltaja duyarlı  $Ca^{2+}$  kanallarını açar ve  $Ca^{2+}$  iyonları hücre dışı sıvıdan, akson ucunun içerisine difüze olur. Akson ucuna giren bu  $Ca^{2+}$ , asetilkolin içeren veziküllerin membranlarını, nöronal plazma membranıyla birleştiren proteinlere bağlanır. Bu sayede asetilkolin, akson ucu ile motor son plak arasında bulunan hücre dışı aralığa salınır (Widmaier ve ark., 2010).

### **2.7.7. Kas Kasılmasının Genel Mekanizması**

Kas kontraksiyonu esnasında aktin-miyozin etkileşimi ile aktin filamentleri ortaya doğru çekilmekte ve dinlenim halinde uçları birbirine ancak ulaşan aktin filamentleri, birbirlerini hemen hemen bütünüyle örter duruma gelmektedirler. Bu sayede Z çizgileri birbirine yaklaşmakta ve böylece sarkomerin boyu kısalmaktadır (Ergen ve ark., 2007; Günay ve ark., 2013). Sarkomerde görülen bu kısalma esnasında, kalın ve ince filamentlerin boylarında bir değişme olmaz (Widmaier ve ark., 2010). A bandında ise bir değişiklik olmazken, I ve H bölgesinde bir küçülme durumu söz konusudur. Kas kasılmasını filamentlerin kayması ile açıklamakta olan bu teori, kayan filamentler teorisi olarak isimlendirilmektedir (Ergen ve ark., 2007; Günay ve ark., 2013).

Dinlenim halinde olan kasta, aktin üzerinde bulunan ve miyozin çapraz köprü başlarının bağlanacağı aktif bölgeler, troponin-tropomiyozin kompleksi tarafından kapatılmıştır (Ergen ve ark., 2007; Günay ve ark., 2013). Aksiyon potansiyelinin başlaması ile motor son plakta ACh salınımına bağlı,  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  geçirgenliğinde artma meydana gelir. Kas liflerinde aksiyon potansiyeli oluşur ve depolarizasyon T-tübüller aracılığıyla lif içine doğru yayılarak, sarkoplazmik retikulumun uç sarnıçlarından  $\text{Ca}^{2+}$  salınmasını sağlar (Cerny ve Burton, 2001; Ganong, 2002; Hoffman, 2002; Guyton ve Hall, 2007; Widmaier ve ark., 2010).  $\text{Ca}^{2+}$  ince filamentler üzerinde bulunan troponine bağlanarak, tropomiyozinin engelleyici etkisini kaldırır ve troponin-tropomiyozin kompleksinin kapattığı aktif bölgelerin açığa çıkmasını sağlar. Böylece miyozin üzerinde bulunan çapraz köprüler, aktin üzerinde bulunan aktif bölgelere bağlanır (Cerny ve Burton, 2001; Hoffman, 2002; Ergen ve ark., 2007; Widmaier ve ark., 2010). Bir saniyelik kas kasılması sırasında çapraz köprüler, aktinin aktif bölgelerine yüzlerce kez bağlanır ve ayrılırlar (Günay ve ark., 2013). Kasılma için gereken enerji ATP ile sağlanmaktadır. Miyozine bağlı ATP parçalanarak, miyozin çapraz köprüsüne enerji sağlar. Çapraz köprü hareketinin döngüleri,  $\text{Ca}^{2+}$  troponine bağlı kaldıkça devam eder.  $\text{Ca}^{2+}$  ve troponinin ayrılması ile birlikte aktif bölgeler tekrar kapanırken, çapraz döngü sona erer ve kas lifi gevşer (Cerny ve Burton, 2001; Ergen ve ark., 2007; Widmaier ve ark., 2010).

### **2.7.8. Kas Kasılma Çeşitleri**

Kas, kasılma yeteneğine sahip olan bir dokudur. Kas kasılması bir seri sinir uyarısı ile oluşmaktadır. Kas tümüyle ya da kısmen kontrakte olabilmekte ve buna göre maksimum ya da daha az kuvvet oluşturabilmektedir. Kas çeşitli şekillerde kontraksiyon oluşturabilmektedir (Demirel ve Koşar, 2006). Bu kısımda izometrik, izotonik, konsantrik ve eksantrik kasılma çeşitleri açıklanmıştır.

#### **2.7.8.1. İzometrik Kasılma**

Statik bir kasılma olan izometrik kasılma, kas boyunda herhangi bir değişim olmadan, kas geriminde oluşan artışı ifade etmektedir (Demirel ve Koşar, 2006;

Ergen ve ark., 2007). Kaslar her zaman ilgili eklem hareketinin oluşmasına direkt olarak katkı sağlamamaktadır. Kaslar harekete engel olacak şekilde çalışabilmektedir. Yer çekimine rağmen vücudun dik duruşunu koruması bu duruma örnek olarak verilebilir. Bu esnada kaslar kısalmaya çalışır fakat yük ve hareketin üstesinden gelemeyiz. Bunun yerine ise sabit bir halde yüke destek olurlar (Serbest ve Eldoğan, 2014).

### **2.7.8.2. İzotonik Kasılma**

Dinamik bir kasılma olan izotonik kasılma, kelime anlamı olarak gerimin değişmediği bir kasılmayı tarif etse de, burada söz edilen izole edilmiş bir kas olmadığı için ya da başka bir ifadeyle bir eklemi kat ederek kemikle bağlantı kuran bir kas dokusundan söz edildiği için gerimin değişmediğini söylemek yanlış olacaktır. Örneğin dirsek eklemine fleksiyona getiren kasların 170° de oluşturdukları gerim, 115° de oluşturdukları gerimden daha fazla olmaktadır. İzotonik kasılma genellikle konsantrik kasılma ile eş anlamlı olarak kullanılsa da, konsantrik ve eksantrik kasılma olarak sınıflandırılmaktadır (Demirel ve Koşar, 2006; Ergen ve ark., 2007).

### **2.7.8.3. Konsantrik Kasılma**

Kısalma olarak oluşan bir kasılma ile hareket gerçekleşmekte ve mekanik bir iş yapılmaktadır (Demirel ve Koşar, 2006). Kaslar vücut uzuvlarının direncinin ya da taşınacak nesnenin direncinin üstesinden gelebilecek düzeyde gerginlik ürettiğinde, kaslardaki kısalma ile birlikte eklemler hareket etmektedir (Tortora ve Derrickson 2008; Serbest ve Eldoğan, 2014). Kaslar tarafından üretilen net moment, eklem açısının değişimi ile aynı yönde olmaktadır. Basamak çıkma sırasında kuadriseps kasının hareketi, konsantrik kasılmaya örnek olarak verilebilir (Serbest ve Eldoğan, 2014).

#### **2.7.8.4. Eksantrik Kasılma**

Konsantrik kasılmanın tersi yönde, önceden kısalan bir kasın uzaması ile birlikte negatif bir mekanik iş yapılmaktadır (Demirel ve Koşar, 2006). İnsan kas etkinlikleri sırasında çoğunlukla eksantrik kasılmayı, konsantrik kasılma izlemektedir. Bu tip kasılmada yapılan mekanik iş, yer çekimi yönünde olduğu için negatiftir (Adaş, 2008). Bir kas yeterli miktarda gerginlik üretmediğinde ve dış yükün üstesinden gelemediğinde, kasta kılalma yerine sürekli bir uzama olmaktadır. Net kas momenti, eklem açısı değişiminin tersi yönde oluşmaktadır. Eksantrik kasılmanın bir amacı da eklem hareketini yavaşlatmaktır. Basamak inme sırasında kuadriseps kası eksantrik olarak kasılırken diz fleksiyonunu yavaşlatmaktadır (Serbest ve Eldoğan, 2014).

Tüm dinamik kasılmalar başlangıçta statik (izometrik) bir durum olarak kabul edilmekte ve kas, yüke eşit bir gerilme üretmektedir (Serbest ve Eldoğan, 2014).

#### **2.7.9. Motor Ünite**

İskelet kas liflerini innerve eden aksonların sinir hücreleri, motor nöronlar ya da somatik efferent nöronlar olarak adlandırılmaktadır. Bu hücrelerin gövdeleri, beyin sapında ya da omurilikte yerleşmiştir. Motor nöronların aksonları miyelinli olup, vücuttaki en geniş çapa sahiptir. Bu sayede, aksiyon potansiyelini yüksek hızlarda iletebilmekte ve sinyallerin MSS' den iskelet kası liflerine en az gecikme ile ulaşabilmesini sağlamaktadırlar (Widmaier ve ark., 2010). Bir motor nöron ve onun innerve ettiği kas liflerinin hepsi, motor ünite olarak adlandırılmaktadır (Ganong, 2002; Guyton ve Hall, 2007; Widmaier ve ark., 2010). Genelde kontrolünün hassas yapılması gereken ve hızlı reaksiyon veren küçük kaslarda, her bir motor üniteye birkaç kas lifi bulunurken, soleus kası gibi çok ince kontrol gerektirmeyen büyük kaslarda, bir motor üniteye birkaç yüz kas lifi bulunabilir. Vücutta bulunan tüm kaslar için ortalama bir sayı vermek zor olsa da, bir motor üniteye yaklaşık 80-100 arasında kas lifi düştüğü söylenebilir (Guyton ve Hall, 2007).

## 2.7.10. Kas Lif Tipleri

Kas liflerinin tanımlanması için biyopsi ile alınan örnekler üzerinde yapılan, histokimyasal ve immunokimyasal boyama sonrası, liflerin farklı özelliklerine göre ayrımı yapılabilmektedir (Ergen ve ark., 2007; Ertan, 2012). Histokimyasal ve immunohistokimyasal tekniklerin kullanılması ile belirlenen iskelet kas lif tipi oranları; iskelet kası türüne, cinsiyete, yaşa, fiziksel aktiviteye ve çeşitli hormonal sebeplere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Öner ve Öner, 2004). Genel olarak düşük ATPaz aktivitesi gösteren lifler tip 1 olarak tanımlanırken, yüksek ATPaz aktivitesi gösteren lifler tip 2 olarak tanımlanmaktadır (Ergen ve ark., 2007; Ertan, 2012).

### 2.7.10.1. Kas Lif Tiplerinin Özellikleri

Her motor birimde bulunan kas lifleri (efferent nöron, akson ve inerve edilen kas lifleri) aynı metabolik ve kontraktıl özellikleri taşımaktadır. Birçok kasta iki tip kas lifinin de karışımı bulunurken, bir tip genel olarak dominant haldedir. Tip 1 liflerin, tip 2 liflere göre daha yavaş bir fizyolojik kasılma ve gevşeme özelliği gösterdiği bilinmektedir. Fakat tip 1 lifler yorgunluğa karşı yüksek derecede dayanıklılık özelliğine sahiptir. Tip 1 lifler yapısal olarak daha fazla mitokondri içermekte ve daha fazla kapiller tarafından beslenmektedir. Tip 2 lifler ise birkaç alt gruba ayrılrsa da, en çok bilinen iki temel grubun tip 2A ve tip 2B olduğu söylenebilir. Tip 2B lifleri, hızlı glikolitik motor birim ve kontraksiyon süresi bakımından en hızlı özelliğe sahip iken, yorgunluğa karşı dayanıklılığı en az olan liflerdir. Tip 2B liflerde glikolitik sistem, oksidatif sisteme nazaran daha çok gelişmiştir. Tip 2A lifler (hızlı oksidatif glikolitik motor birim) ise tip 1 ve tip 2B lifler arasında bulunur. Tip 2A liflerin kontraksiyon zamanları ve yorgunluğa karşı dayanıklılıkları tip 1 ve tip 2B arasında bulunmaktadır. Bu liflerde oksidatif sistemin yanı sıra glikolitik sistemde iyi gelişmiş durumdadır (Karahan ve Erol, 2004).

**Tablo 1.** Kas lif tiplerine ait özellikler (Ertan, 2012).

Özellikler	Kas Fibril Tipi		
	Tip 1 (ST) (Kırmızı Lifler)	Tip 2A (FT) (Beyaz Lifler)	Tip 2B (FT) (Beyaz Lifler)
<b>Yapısal Özellikler</b>			
Kas lif çapı	Küçük	Büyük	Büyük
Sarkoplazmik retikulum gelişimi	Az	Çok	Çok
Mitokondri yoğunluğu	Yüksek	Yüksek	Az
Kapiller yoğunluk	Yüksek	Orta	Az
Miyogloblin deposu	Yüksek	Orta	Az
<b>Enerji Maddeleri</b>			
Fosfokreatin deposu	Az	Çok	Çok
Glikojen deposu	Az	Çok	Çok
Trigliserid deposu	Çok	Orta	Az
<b>Enzimatik Özellikler</b>			
Miyogloblin ATPaz aktivitesi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Glikolitik enzim aktivitesi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Oksidatif enzim aktivitesi	Yüksek	Yüksek	Düşük
<b>Fonksiyonel Özellikler</b>			
Kasılma süresi	Yavaş	Hızlı	Hızlı
Gevşeme süresi	Yavaş	Hızlı	Hızlı
Kuvvet üretimi	Düşük	Yüksek	Yüksek
Enerji verimliliği (ekonomi)	Yüksek	Az	Az
Yorgunluğa direnci	Yüksek	Az	Az
Esneklik	Düşük	Yüksek	Yüksek
<b>Sinirsel Özellikler</b>			
Motor nöron hacmi	Küçük	Büyük	Büyük
Motor nöron uyarı eşiği	Düşük	Yüksek	Yüksek
Motor sinir iletim hızı	Yavaş	Hızlı	Hızlı

### 2.7.11. Kassal Yorgunluk

Bir iskelet kas lifi sürekli olarak uyarıldığında, devam eden uyarılar karşısında lifin oluşturduğu gerimde azalma meydana gelmektedir. Tekrarlanan kasılma aktivitelerinin neden olduğu bu kas geriminde oluşan azalma, kas yorgunluğu olarak bilinmektedir (Widmaier ve ark., 2010).

Kas kasılması yolu ile belirli bir kuvvetin oluşturulmasında veya devam ettirilmesinde meydana gelen yetersizlik, kassal yorgunluk olarak ifade edilmektedir (Ergen ve ark., 2007).

Yorgunluk yoğun egzersiz ya da zihinsel çabanın normal bir sonucudur (Ganong, 2002). Yorgunluk kasın uyarılabilmesini, kasın oluşturduğu kuvveti ve kasılma büyüklüğünü azaltmaktadır. Yorulan kaslarda uyarıya cevap verebilen fibril sayısı azalırken, bu azalma sebebi ile kasın kasılma kuvveti de düşmektedir (Günay ve Yüce, 2008). Yorulmuş bir kas, azalan bir kısalma hızı ve daha yavaş bir gevşeme özelliği göstermektedir (Widmaier ve ark., 2010).

Yorgunluk, günlük yaşam, spor karşılaşması veya egzersiz aktiviteleri sırasında, kas-iskelet sisteminde oluşabilecek yaralanma riskini de ciddi bir biçimde yükseltmektedir (Appell ve ark., 1992; Şimşek ve Ertan, 2011). Yorgunluğun başlangıcı ve gelişme hızı; aktif olan kas lifi tipine, kasılma aktivitesinin şiddetine, kasılma aktivitesinin süresine ve kişinin antrenmanlı olma düzeyine göre değişiklik göstermektedir (Widmaier ve ark., 2010).

Wassinger ve ark. (2014), 20 sağlıklı bireyin katıldığı çalışmada, bir kürek ergometresi kullanılarak üst vücut kaslarında oluşturulan lokal kas yorgunluğunun, ayakta dinamik denge üzerinde olumsuz etkileri olduğunu göstermişlerdir. Pau ve ark. (2014), genç futbolcular üzerinde yapmış oldukları çalışmada tekrarlı sprint yeteneği testi ile oluşturulan yorgunluk protokolü sonrasında, yorgun oyuncuların postural-kontrol sistemlerinde performans düşüşü gözlemlemişlerdir. Erkmen ve ark. (2009), yapmış oldukları araştırmada futbolcuların denge performansının yorgunluk sonrasında anlamlı düzeyde azaldığını tespit etmişlerdir. Kellis ve ark. (2006), 10 erkek amatör futbolcu üzerinde yapmış oldukları araştırmada futbol oyun koşullarını simüle eden 90 dakikalık, aralıklı egzersiz protokolü uygulamasından sonra, yorgunluğun futbolcuların şut performanslarını biyomekanik yönden olumsuz etkilediğini ve top hızında önemli bir düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir. Bircan (2016), 28 futbolcu ile yapmış olduğu çalışmada, futbolcularda yorgunluğun maksimal kas kuvveti ve çeviklik değerlerini önemli oranda azalttığını belirlemiştir.

Kasın kontraksiyon gücünün istenilen seviyede sürdürülememesi; MSS, motor sinir, motor son plak ve kasın kasılma mekanizmasında meydana gelen yetersizlikten kaynaklanabilir (Ergen ve ark., 2007; Günay ve Yüce, 2008; Günay ve ark., 2018).

Egzersiz sırasında yorgunluğu oluşturan ve buna bağlı olarak performansı sınırlayan sebepler arasında; kanda ve kasta laktik asit düzeyinin yükselmesi, çalışan kaslarda kreatin fosfatın azalması, kas glikojeninin tükenmesi ve karbondhidrat yedeklerinin bitmesi, fizyo-kimyasal durumda oluşan değişiklikler (Asidite yoluyla, vücut ısısında gerçekleşen değişimle birlikte yapılarda oluşan yeni düzenlenme), nörohormonal sisteme olan gereksinim nedeniyle koordinasyon düzenlenmesinin bozulması ve uyarının transferinde meydana gelen sınırlanma olmak üzere beş ana etken sıralanmaktadır (Sahlin, 1992; Bompa, 2011; Günay ve ark., 2013; Günay ve ark., 2018).





## BÖLÜM III

### GEREÇ VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırma grubunun özellikleri, veri toplama araçları, araştırma grubuna uygulanan test protokolü, verilerin toplanması ve elde edilen verilerin analizi açıklanmaya çalışılmıştır.

#### 3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmanın araştırma grubunu, TFF 2016 - 2017 Futbol Sezonu Bölgesel Gelişim U19 Liginde yer alan ve Ankara ilinde bulunan MKE Ankaragücü U19 futbol takımının; 5' idfans, 6' sı orta saha ve 3' ü forvet olmak üzere üç farklı mevkide oynayan toplam 14 erkek futbolcusu oluşturmaktadır. Araştırma grubunu oluşturan 14 futbolcu çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. Araştırma grubuna ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2' de verilmiştir.

**Tablo 2.** Futbolculara ait yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi ve antrenman yaşı ile ilgili tanımlayıcı istatistikler (n=14).

	<b>Yaş</b> (yıl)	<b>BU</b> (cm)	<b>VA</b> (kg)	<b>VKİ</b> (kg/m <sup>2</sup> )	<b>AY</b> (yıl)
<b>Ort</b>	<b>17,78</b>	<b>178,42</b>	<b>73,35</b>	<b>23,03</b>	<b>6,07</b>
<b>SS</b>	<b>,578</b>	<b>5,77</b>	<b>6,09</b>	<b>1,43</b>	<b>2,01</b>

#### 3.2. Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırma problemlerini cevaplamak amacıyla uygulanan test ölçüm yöntemleri ve ölçümler sırasında kullanılan araçlar açıklanmıştır.

### **3.2.1. Boy Uzunluğu Ölçümü**

Araştırmaya katılan deneklerin boy uzunluğu stadiometre kullanılarak; denegin ağırlığı iki ayağına eşit dağıtılmış, ayak topukları birleşik ve stadiometreye temasta, baş Frankfurt düzleminde, kollar omuzlardan serbestçe yanlara sarkıtılmış şekilde pozisyon alındıktan sonra ölçülmüştür. Ölçüm sırasında denekten derin bir nefes alması ve dik pozisyonunu topukları yerden ayrılmaksızın koruması istenerek, stadiometrenin hareketli parçası başın en üst noktasına getirilmiş ve sağlar yeterli miktarda sıkıştırıldıktan sonra ölçüm verileri cm cinsinden kaydedilmiştir (Özer, 2009).

### **3.2.2. Vücut Ağırlığı Ölçümü**

Araştırmaya katılan deneklerin vücut ağırlıkları; üzerlerinde yalnız şortla, ayakları çıplak olarak, anatomik duruş pozisyonunda ve ağırlık her iki ayağa dağıtılmış bir biçimde dururken ölçülmüştür. Ölçüm verileri kg cinsinden kaydedilmiştir (Alemdaroğlu, 2008; Özer, 2009).

### **3.2.3. Vücut Kitle İndeksi Hesaplaması**

Araştırmaya katılan futbolcuların VKİ hesaplaması, futbolcunun kg cinsinden vücut ağırlığının, m cinsinden boy uzunluğunun karesine bölünmesi ile hesaplanmıştır. “VKİ = vücut ağırlığı/ boy uzunluğu<sup>2</sup>” formülü kullanılarak VKİ değerleri elde edilmiştir (Eston ve ark., 2009).

### **3.2.4. Dikey Sıçrama Testi**

Araştırma grubunu oluşturan futbolcuların squat ve aktif dikey sıçrama yükseklikleri optojump® cihazı kullanılarak elde edildi.

### **3.2.5. Sürat Ölçümü**

Araştırma grubunu oluşturan futbolcuların sprint sürelerini tespit etmek amacıyla yapılan 30 m sürat testinde, başlangıç ve bitiş çizgisine yerleştirilen SmartSpeed fotocell kullanılmıştır.

### **3.2.6. Kalp Atım Hızı Ölçümü**

Araştırmaya katılan futbolcuların kalp atım hızı değerlerini belirlemek amacıyla Cosmed marka kalp atım hızı bandı kullanılmıştır. Kalp atım hızı değerleri, göğüs kaslarının tam altında olacak şekilde bağlanan ve elektrotları akan su altında ıslatılmış Cosmed marka KAH bandının üzerindeki bir iletici vasıtasıyla test protokolünün başından sonuna kadar sürekli olarak kayıt altına alınmıştır.

### **3.2.7. Solunum Gazları Ölçümü**

Test sırasında breath-by-breath otomatik portable gaz analiz sistemi “Cosmed K5, Italy” kullanılarak maksimal oksijen kullanım kapasitesi direkt olarak ölçülmüş ve solunum parametrelerinden elde edilen ölçüm verileri, test protokolünün başından sonuna kadar sürekli olarak kayıt altına alınmıştır.

### **3.2.8. Koşu Bandı**

Araştırma grubuna uygulanan test protokolü sırasında “h/p/cosmos saturn®” koşu bandı kullanılmıştır.

## **3.3. Bruce Protokolü**

Futbolcuların aerobik güç ve kapasitelerini belirlemek amacıyla koşu bandında Bruce protokolü kullanılmıştır. Aşamalı egzersiz testi için, koşu bandı en yaygın olarak kullanılan ergometredir ve Bruce protokolü diğer koşu bandı protokollerine göre sağlıklı, aktif yetişkinlerde egzersiz testi için en popüler olanıdır. Koşu bandı

kestirme testlerinin geçerliği maksimum oksijen tüketimi ve koşu bandı süresi arasındaki rapor edilen korelasyona bağlı olarak oldukça yüksektir. Örneğin, Bruce testinde 0.90 ilişki ve  $2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ , den az standart kestirme hatası rapor edilmiştir (Beam ve Adams, 2013).

Bruce koşu bandı testi her üç dakikada bir artan hız ve eğimde 7 evreden oluşmakta ve tükenme gerçekleşinceye kadar devam etmektedir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Bruce Protokolü

Adım	Süre (dk)	Hız (km/sa)	Eğim (%)
1	3	2.7	10
2	3	4.0	12
3	3	5.5	14
4	3	6.8	16
5	3	8.0	18
6	3	8.9	20
7	3	9.7	22

### 3.4. Verilerin Toplanması

Araştırma grubunun test ölçümleri Ankara' da bulunan Türkiye Olimpiyat Hazırlık Merkezi tesislerinde yapılmıştır. Tüm testler öncesinde, test için görevlendirilmiş uzman kişilerce testin nasıl yapılacağına ilişkin sporculara bilgi verildikten sonra ölçümler alınmaya başlanmıştır.

Futbolcular dikey sıçrama testi öncesi 5-10 dk' lık bir ısınma gerçekleştirmiştir. Squat sıçrama testinde dizler yaklaşık 90 derece bükülü durumda iken, sporcuların elleri belde sabit ve başlangıçta yaylanma hareketi olmaksızın uygulanmıştır. Aktif sıçrama testi esnasında sporcular başlangıç pozisyonunda elleri belde dizler gergin olarak zemin platformunun üzerinde sıçradılar. Test protokolüne göre dizleri yukarı çekmeden bacaklar gergin olacak şekilde ulaşabilecekleri en yüksek mesafeye sıçradılar. Test her bir sporcu için testin güvenilirliği yönünden üç kez tekrar edilerek

en iyi değer kaydedildi ve tekrarlar arasında 3-5 dk' lık pasif dinlenme aralıkları uygulandı.

30 m sürat testinde ısınma sonrası sporcular başlangıç çizgisinin gerisinde olacak şekilde, ağırlık merkezini öne ve aşağı doğru eğdikten sonra, istediği ayakla ve kendini hazır hissettiği an başlayarak, 30 m' lik mesafeyi maksimal efor harcayarak koştular. Başlangıç ve bitiş çizgisine yerleştirilen SmartSpeed fotocell kapıları vasıtasıyla yapılan ölçümler sn cinsinden kayıt altına alınmıştır.

Futbolcuların aerobik güçlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan koşu bandı Bruce protokolünde; yüzde 10 eğimde ve 2.7 km/sa hız ile başlayan koşu bandı Bruce protokolünde her üç dakikada bir eğim yüzde 2 artarken, hız sırasıyla 2.7, 4, 5.5, 6.8, 8, 8.9, ve 9.7 km/sa olarak artış göstermektedir. Teste başlamadan önce katılımcının test süresince oluşacak kalp atım hızı takibi için, elektrotları akan su altında ıslatılan Cosmed marka kalp atım hızı bandı göğüs kaslarının tam altına bağlanarak, tüm egzersiz boyunca nabız sayısı ve nabız yüzde oranı tespit edilmiştir. Test sırasında gaz analizleri "Cosmed K5, Italy" ölçüm sistemi ile ekspirasyon havasının toplanmasını sağlayan değişik ebatlardaki yüz maskesinden sporcuya en uygun olanı seçilerek yapılmıştır. "Cosmed K5, Italy" sporcunun üzerine sabitlendikten sonra test başlatılmıştır. Gaz analizi tüm test süresince, tükenme gerçekleşene kadar devam etmiştir ve tükenme zamanı testin toplam süresi olarak belirlenmiştir. Test öncesi "Cosmed K5, Italy" otomatik portable gaz analiz sistemi, kalibrasyon tüpü ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda kalibre edilmiştir.

Gaz analizlerinde direkt olarak ölçülen solunum dakika hacmi ( $V_E$ ), oksijen tüketimi ( $VO_2$ ) ve karbondioksit üretimi ( $VCO_2$ ) değerlerine ek olarak elde edilen  $V_E$ ,  $VO_2$  ve  $VCO_2$  değerlerinden indirekt olarak, solunum bölümü (RQ), solunum dakika hacminin tüketilen oksijene oranı ( $V_E / VO_2$ ) ve solunum dakika hacminin üretilen karbondioksit oranı ( $V_E / VCO_2$ ) hesaplanmıştır.

$V_E$ : Dakika ventilasyonu; bir dakikada solunum yollarına giren yeni hava miktarıdır.

$VO_2$ : Dakika başına oksijen litresi olarak ifade edilen oksijen tüketimi olup, ölçülen oksijen tüketimi (ortalama) ile solunum sıklığının çarpımı sonucunda elde edilir.

$V_{CO_2}$ : Her dakika üretilen karbondioksit hacmi olup, her solukta atılan karbondioksitin ölçülmesi ve solunum sıklığı ile çarpılmasıyla elde edilir.

RQ: Karbondioksit üretimin, oksijen tüketimine oranını ifade eder. Maksimal bir egzersiz durumunu yansıtan RQ değeri 1.15'den büyük olmalıdır.

$V_E/VO_2$ : Solunum dakika hacminin tüketilen oksijene oranıdır.  $V_E/VO_2$  değerinin en düşük olduğu nokta laktik asidozun başladığı noktayı gösterir.

$V_E/V_{CO_2}$ : Solunum dakika hacminin üretilen karbondioksit oranıdır.  $V_E/V_{CO_2}$  değerinin en düşük olduğu noktada solunumun laktik asidozu kompanse etmeye başladığı noktayı gösterir.

Test öncesinde araştırma grubunun sahip olduğu  $KAH_{max}$  değerlerini tahmin etmek için yapılan hesaplamada "220-yaş" formülü kullanılmıştır (Tanaka ve ark., 2001).

Test öncesi tüm katılımcıların ad, yaş, boy, ağırlık verileri kaydedildi.

Test öncesi tüm katılımcılara maksimal oksijen tüketim testinin amacı ve kullanılacak olan koşu bandı Bruce protokolü açıklanarak katılımcılar bilgilendirildi.

Katılımcılar koşu bandının nasıl kullanılacağı konusunda ve özellikle sakatlıktan korunmak için barları nasıl tutacağı, yorgunluktan tükendiğinde koşu bandından nasıl ineceği teste başlamadan önce açıklanmıştır.

Katılımcıların egzersiz testi sırasında bacak ağrısı, göğüs ağrısı, baş dönmesi, bulantı, nefes darlığı (yeterince nefes alamama hissi) veya diğer semptomların ortaya çıkması halinde testi sonlandırmaları gerektiği belirtilmiş ve test süresince katılımcı izlenerek testi erken bitirme ile ilgili herhangi bir belirti durumu takip edilmiştir.

Katılımcının test sırasında yüzünde solunum ekipmanı maskesi olacağı için, konuşamayacağından dolayı kullanabileceği el işaretleri konusunda teste başlamadan önce bilgilendirilmiştir.

Katılımcının teste başlamadan önce kısa bir ısınma yapması sağlanmıştır.

Test süresince tüm veriler bir bilgisayar vasıtasıyla testin başından tükenme gerçekleşinceye kadar otomatik olarak kayıt edilmiştir.

Maksimal eforun başladığını gösteren işaretler ortaya çıktığında, katılımcının güvenliğini tehlikeye atmadan olabildiğince uzun süre teste devam etmesi için cesaretlendirilmiştir.

Maksimal efora ulaşıldığında olabildiğince çabuk soğuma safhası başlatılmıştır.

Test bittikten sonra kabul edilmiş kurallara göre tüm ekipmanlar çıkarılarak, tekrar kullanılacak olan ekipman temizlenerek, sterilize edilmiştir.

Test uygulaması sırasında aşağıda belirtilen birincil kriterin gerçekleşmesi halinde, katılımcının  $VO_2max'$  a ulaştığı kabul edilmiştir. Birincil kriterin gerçekleşmemesi durumunda ise aşağıda belirtilen ikincil kriterlerden üçünün aynı anda gözlemlenmesi, katılımcının  $VO_2max$  değerine ulaştığının göstergesi olarak kabul edilmiş ve test sona erdirilmiştir.

**Birincil Kriter:**

$VO_2'$  de plato gözlemlenmesi.

**İkincil Kriterler:**

İş yükünde gerçekleşen artışa karşın  $VO_2$  değerindeki artışın, son iki iş yükü arasında  $150 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  den düşük ( $<150 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ) olması.

Kan laktat konsantrasyonunun, toparlanmanın ilk 5 dakikası içerisinde  $8 \text{ mmol/L}^{-1}$  ve üzerinde ( $\geq 8 \text{ mmol/L}^{-1}$ ) olması.

RER (Solunum değişim oranı) değerinin 1.15 ve üzerinde ( $\geq 1.15$ ) olması.

KAHmax' ın, 220-yaş formülüne göre %90'ın üzerinde ( $>90$ ) olması.

Artan iş yüküne karşın kalp atım sayısında artış gözlenmemesi.

Borg' a ait orijinal skalada, algılanan yorgunluk düzeyinin (RPE) 18 ve üzerinde ( $\geq 18$ ) işaret edilmesi (Howley ve ark., 1995; McArdle ve ark., 1996; Bassett ve Howley, 1997; Duncan ve ark., 1997; Powers ve Howley, 1997; Bassett ve Howley, 2000; Hoffman, 2002; Davis, 2006; Kayıtken ve ark., 2012; Simunovich, 2012; Edvardsen ve ark., 2014; Hanson ve ark., 2016).

Breath-by-breath otomatik portable gaz analiz programına kaydı yapılan kg başına  $VO_2$  grafiğinde oluşan son 30 sn' lik kısım alınmıştır (Christmass ve ark., 1998).



**Şekil 1.** Koşu bandı Bruce Protokolü devam ederken bir sporcunun görseli

### **3.5. Verilerin Analizi**

Araştırma grubundan elde edilen verilerin analizi SPSS 17.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanıldı. Aralarında ilişki olduğu belirlenen parametrelerden bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenleri yordama düzeylerini belirlemek amacıyla regresyon analizi uygulandı. İstatistiksel hata düzeyi  $p < 0.05$  olarak belirlendi.



## BÖLÜM IV

### BULGULAR

Bu kısımda dikey sıçrama testi, sürat testi ve koşu bandında Bruce protokolü kullanılarak ölçülen maksimal oksijen tüketimi testinden elde edilen verilere ait istatistiksel işlemler verilmiştir.

Araştırma grubunu oluşturan genç futbolculardan elde edilen VO<sub>2</sub>max değerleri ile, 30 m sürat koşusu, ortalama hız, squat sıçrama, sıçrama gücü ve KAHmax değerlerinin birlikte yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları Tablo 4' te verilmiştir.

**Tablo 4.** Futbolculardan elde edilen VO<sub>2</sub>max ( $X_{ort}=51,84 \pm 7,56 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$ ) yetisinin yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	Standart Hata	$\beta$	T	p	İkili r	Kısmi r
Sabit	25,007	121,897		,205	,843		
Sürat ( $X_{ort}=4,21 \pm 0,17 \text{ sn}$ )	-8,239	13,971	-,195	-,590	,572	-,400	-,204
Hız ( $X_{ort}=7,30 \pm 0,39 \text{ sn}$ )	4,413	8,448	,232	,522	,616	,520	,182
Squat Sıçrama ( $X_{ort}=34,75 \pm 5,62 \text{ cm}$ )	-,414	,654	-,308	-,633	,544	,438	-,218
Sıçrama Gücü ( $X_{ort}=21,04 \pm 2,75$ )	1,751	1,064	,636	1,645	,139	,653	,503
KAHmax ( $190,60 \pm 8,73 \text{ atım.dk}^{-1}$ )	,036	,327	,042	,111	,915	,418	,039
R=,705	R <sup>2</sup> =,497						
F <sub>(5-13)</sub> =1,582	P=,268						

Tablo 4 incelendiğinde sürat, ortalama hız, squat sıçrama, sıçrama gücü ve KAHmax değerleri, VO<sub>2</sub>max ile yüksek düzeyde bir ilişki vermektedir. Ancak bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı görülmemektedir (R=,705, R<sup>2</sup>=,497, p>0,05). Adı geçen değişkenler birlikte VO<sub>2</sub>max' daki varyansın yaklaşık %50' sini vermektedir. Standardize edilmiş regresyon katsayısına ( $\beta$ ) göre, yordayıcı değişkenlerin VO<sub>2</sub>max

üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. İkili korelasyonlar incelendiğinde yordayıcı değişkenlerle VO<sub>2</sub>max arasında orta düzeyde ilişkiler görülmektedir.

Araştırma grubunu oluşturan genç futbolculardan elde edilen V<sub>E</sub>/VO<sub>2</sub> değerleri ile, 30 m sürat koşusu, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücü değerlerinin birlikte yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları Tablo 5’ te verilmiştir.

**Tablo 5.** Futbolculardan elde edilen V<sub>E</sub>/VO<sub>2</sub> (X<sub>ort</sub>=40,70 ± 7,25) yetisinin yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	Standart Hata	β	T	p	İkili r	Kısmi r
Sabit	57,479	59,604		,964	,360		
Sürat (X <sub>ort</sub> =4,21 ± 0,17 sn)	12,558	9,126	,310	1,376	,202	,525	,417
Hız (X <sub>ort</sub> =7,30 ± 0,39 sn)	-7,479	6,502	-,409	-1,150	,280	-,648	-,358
Squat Sıçrama (X <sub>ort</sub> =34,75 ± 5,62 cm)	,388	,483	,301	,804	,442	-,516	,259
Sıçrama Gücü (X <sub>ort</sub> =21,04 ± 2,75)	-1,360	,819	-,515	-1,660	,131	-,674	-,484
R=,787	R <sup>2</sup> =,620						
F <sub>(4-13)</sub> =3,670	P=,049						

Tablo 5 incelendiğinde sürat, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücü değerleri, V<sub>E</sub>/VO<sub>2</sub> değeri ile yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki vermektedir (R=,787, R<sup>2</sup>=,620, p<0,05). Adı geçen değişkenler birlikte V<sub>E</sub>/VO<sub>2</sub>’deki varyansın yaklaşık %62’ sini vermektedir. Standardize edilmiş regresyon katsayısına (β) göre, yordayıcı değişkenlerin V<sub>E</sub>/VO<sub>2</sub> üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. İkili korelasyonlar incelendiğinde sürat ile V<sub>E</sub>/VO<sub>2</sub> arasında pozitif yönde, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücü ile V<sub>E</sub>/VO<sub>2</sub> arasında negatif yönde ve orta düzeyde ilişkiler görülmektedir.

Araştırma grubunu oluşturan genç futbolculardan elde edilen  $V_E/VCO_2$  değerleri ile, 30 m sürat koşusu, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücü değerlerinin birlikte yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları Tablo 6’ da verilmiştir.

**Tablo 6.** Futbolculardan elde edilen  $V_E/VCO_2$  ( $X_{ort}=34,08 \pm 5,75$ ) yetisinin yordanmasına ilişkin Regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	Standart Hata	$\beta$	T	p	İkili r	Kısmi r
Sabit	41,058	50,827		,808	,440		
Sürat ( $X_{ort}=4,21 \pm 0,17$ sn)	8,566	7,783	,267	1,101	,300	,477	,344
Hız ( $X_{ort}=7,30 \pm 0,39$ sn)	-3,302	5,545	-,228	-,596	,566	-,595	-,195
Squat Sıçrama ( $X_{ort}=34,75 \pm 5,62$ cm)	,151	,412	,148	,367	,722	-,535	,121
Sıçrama Gücü ( $X_{ort}=21,04 \pm 2,75$ )	-1,152	,699	-,551	-1,649	,133	-,683	-,482
R=,748	R <sup>2</sup> =,560						
F <sub>(4-13)</sub> =2,866	P=,087						

Tablo 6 incelendiğinde sürat, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücü değerleri,  $V_E/VCO_2$  değeri ile yüksek düzeyde bir ilişki vermektedir. Ancak bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı görülmemektedir ( $R=,748$ ,  $R^2=,560$ ,  $p>0,05$ ). Adı geçen değişkenler birlikte  $V_E/VCO_2$ ’deki varyansın yaklaşık %56’ sını vermektedir. Standardize edilmiş regresyon katsayısına ( $\beta$ ) göre, yordayıcı değişkenlerin  $V_E/VCO_2$  üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. İkili korelasyonlar incelendiğinde sürat ile  $V_E/VCO_2$  arasında pozitif yönde, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücü ile  $V_E/VCO_2$  arasında negatif yönde ve orta düzeyde ilişkiler görülmektedir.

## BÖLÜM V

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada futbol oyuncularının dikey sıçrama, sürat ve aerobik dayanıklılık performansı arasındaki ilişki incelenmiştir. Futbol oyun yapısı olarak teknik, taktik, fiziksel ve fizyolojik birçok değişkeni yapısında bulundurmaktadır ve bu değişkenler sporcunun performansıyla birlikte oyunun sonucuna doğrudan etki edebilmektedir. Bu sebeple sporcunun performansına etki eden çeşitli parametrelerin birbirleriyle olan ilişkilerinin açıklığa kavuşturulması, antrenmanların planlanması ve uygulanması açısından önem taşımaktadır.

Futbolun oyun yapısı nedeniyle  $VO_2$ , direkt olarak ölçümlere uygun değildir. Bundan dolayı yapılan çalışmalarda, laboratuvar ortamında koşu bandı protokolünden elde edilen KAH ve  $VO_2$  ilişkisinden hareketle, futbol oyunu esnasındaki KAH' dan,  $VO_2$  tahmin edilmeye çalışılmaktadır (Mavili ve ark., 2015). Oksijen ilk olarak solunum sistemi tarafından kardiyovasküler sisteme ve oradan da kasılan kaslara taşınır. Kaslar  $O_2$ ' yi, kas hareketine neden olan çekme işleminde yani aktin filamentlerinin çekilmesi için miyozin filamentlerine yeterli miktarda ATP teminini sağlamak için tüketirler. Yeterli miktarda  $O_2$  olmaksızın, birkaç dakikanın ötesinde kas kasılmasının sürdürülebilmesi için yeterli ATP üretimi olmayacaktır. Böylece diğer faktörler eşit olduğunda, kaslar için en yüksek oranda  $O_2$  temin edebilen sporcu daha yüksek tempoda (hızda) aerobik egzersizini yapabilecektir (Beam ve Adams, 2013).

Egzersiz öncesi ve egzersiz esnasında ölçülen solunum fonksiyon parametreleri (ventilasyon ( $V_E$ ), tidal hacim, solunum frekansı, solunum rezervi,  $V_E/VCO_2$ ,  $V_E/VO_2$ , vb.) metabolik ihtiyaç, metabolik asidozun ventilatuar kompanzasyonu, ventilatuar kontrol mekanizmalarının işleyişi, akciğerin mekanik kapasitesi, respiratuvar kasların yeterliliği gibi konularda önemli bilgilerin elde edilmesine imkan sağlamaktadır (Çakır, 2009). Futbol oyuncularında, aerobik uygunluğun düzenli olarak değerlendirilmesi de fiziksel antrenman programlarının etkinliğinin ve

futbolcuların rekabete hazır olma durumlarının izlenmesi açısından önemli görülmektedir (Castagna ve ark., 2006b).

Yapılan çalışmamızda genç futbolcuların (n=14)  $VO_2max$  değeri ortalama  $51,84 \pm 7,56 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  olarak,  $KAHmax$  değeri ortalama  $190,60 \pm 8,73 \text{ atım.dk}^{-1}$  olarak,  $V_E/VO_2$  değeri ortalama  $40,70 \pm 7,25$  olarak,  $V_E/VCO_2$  değeri ortalama  $34,08 \pm 5,75$  olarak, RQ değeri ortalama  $1,19 \pm 0,07$  olarak, 30 m sürat değeri  $4,21 \pm 0,17 \text{ sn}$  olarak, squat sıçrama değeri ortalama  $34,75 \pm 5,62 \text{ cm}$  olarak ve aktif sıçrama değeri ortalama  $36,61 \pm 5,66 \text{ cm}$  olarak bulunmuştur. Gözlemlenen regresyon değerlerine göre sürat, ortalama hız, squat sıçrama, sıçrama gücü ve  $KAHmax$  değerleri,  $VO_2max$  değerindeki değişimde yaklaşık %50 oranında etki oluşturmaktadır. Sürat, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücü ise  $V_E/VO_2$  ve  $V_E/VCO_2$  değerlerindeki değişimde %50' nin üzerinde görülen etkiler oluşturmaktadır.

Literatürde futbolcuların  $VO_2max$ , dikey sıçrama, sürat değerlerinin tespit edildiği birçok çalışma mevcuttur ve yapılan çalışmamızda elde ettiğimiz  $VO_2max$ , dikey sıçrama, sürat değerleri ile benzerlik gösteren çalışmaların yanı sıra, daha düşük ve daha yüksek  $VO_2max$ , dikey sıçrama, sürat değerlerine de rastlanmıştır. Bunun nedeni olarak ise yapılan çalışmaların farklı test ve ölçüm metotları kullanılarak yapılmasından, ölçümlerde farklı ortam koşullarının kullanılmasından (saha ve laboratuvar), farklı lig seviyesinde olan ve antrenman düzeyleri değişen sporcuların olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Ünal ve ark. (2001), koşu bandında Bruce protokolü ile efor testi uyguladığı amatör futbolcuların  $VO_2max$  değerlerini  $51,25 \pm 5,29 \text{ ml/kg/dk}$  olarak ve yine aynı çalışmada profesyonel futbolcuların  $VO_2max$  değerlerini  $56,48 \pm 8,93 \text{ ml/kg/dk}$  olarak bulmuştur. Alemdaroğlu (2008), yapmış olduğu çalışmada, laboratuvarında koşu bandında Bruce protokolü ile 14 futbolcunun  $VO_2max$  ölçüm değerini ortalama  $49,71 \pm 3,60 \text{ ml/kg/dk}$  olarak bulmuştur. Al-Hazzaa ve ark. (2001), 23 elit futbolcu ile yapmış oldukları çalışmada, futbolcuların koşu bandı testindeki  $VO_2max$  değerlerini  $56,8 \pm 4,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{dk}^{-1}$  olarak bulmuştur. İri ve ark. (2017), yapmış oldukları çalışmada, 20 m mekik koşusu testi ile 34 futbolcunun  $VO_2max$  ortalamasını  $52,65 \pm 3,53 \text{ ml/kg/dk}$  olarak bulmuştur. Erkmən ve ark. (2005), yapmış oldukları çalışmada, 20 m mekik koşusu testi ile 18 futbolcunun  $VO_2max$  değerlerini

hazırlık sezonu başlangıcında (ön test)  $49,82 \pm 4,37$  ml/kg/dk olarak ve hazırlık sezonu sonunda (son test)  $51,73 \pm 4,01$  ml/kg/dk olarak bulmuştur. Kesler ve ark. (2011), 6 haftalık iki farklı antrenman programı uyguladıkları 39 futbolcunun, 20 m mekik koşusu testi ile antrenman öncesi belirledikleri  $VO_2max$  ortalamasını (n=19)  $54,84 \pm 3,6$  ml/kg/dk ve (n=20)  $55,25 \pm 2,7$  ml/kg/dk olarak, 20 m mekik koşusu testi ile antrenman sonrası belirledikleri  $VO_2max$  ortalamasını ise (n=19)  $57,05 \pm 2,3$  ml/kg/dk ve (n=20)  $58,15 \pm 1,7$  ml/kg/dk olarak bulmuştur. Kızılet ve ark. (2004), 63 profesyonel futbolcunun katıldığı çalışmada, futbolcuların mekik koşusu testi ile belirledikleri  $VO_2max$  değerlerini ortalama  $54,34 \pm 2,62$  ml/kg/dk olarak bulmuştur. Aslan ve Koç (2015), yaptıkları çalışmada 70 futbolcunun 20 m mekik koşusu testi ile belirlenen  $VO_2max$  ortalamasını  $50,01 \pm 5,22$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak bulmuştur.

Arslan ve ark. (2006), yapmış oldukları çalışmada, 7 genç futbolcunun laboratuvarında kefeli bisiklet ergometresinde Wingate testi uygulanarak ölçülen  $VO_2max$  değerini  $57,32 \pm 3,92$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak bulmuştur. Aslan ve ark. (2011a), yapmış oldukları çalışmada, kefeli bisiklet ergometresinde Wingate testi ile K4b<sup>2</sup> portatif gaz analiz sistemi kullanılarak ölçülen  $VO_2max$  değerini; 13 defans oyuncusunda  $52,7 \pm 4,43$  ml/kg/dk olarak, 13 orta saha oyuncusunda  $51,62 \pm 4,90$  ml/kg/dk olarak ve 11 forvet oyuncusunda  $48,61 \pm 2,40$  ml/kg/dk olarak bulmuştur.

Temoçin ve ark. (2004), Cooper testi kullanılarak yapılan çalışmada 56 futbolcunun  $VO_2max$  değerlerini, Balke formülü ile indirekt yöntemle  $51,56 \pm 2,40$  ml/kg/dk olarak bulmuştur. Aslan ve ark. (2011b), 30 futbolcunun katıldığı ve K4b<sup>2</sup> gaz analizörü ile ölçümlerin yapıldığı çalışmada, futbolcuların 4 farklı saha testi ile ölçülen  $VO_2max$  değerlerini  $49,68 \pm 5,46$  ml/kg/dk ve  $51,43 \pm 5,69$  ml/kg/dk arasında bulmuştur.

Metaxas ve ark. (2005), 35 elit futbolcuya 2'si sahada 2' si laboratuvarında olmak üzere 4 maksimal egzersiz testi yaptırmıştır. Futbolculara sahada yaptıkları Yo-Yo dayanıklılık testlerinde  $VO_2max$  değerlerini  $56,33 \pm 2,73$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> ve  $62,96 \pm 3,78$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup>, laboratuvarında yaptıkları koşu bandı protokollerinde ise  $VO_2max$  değerlerini  $63,59 \pm 4,64$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> ve  $64,98 \pm 4,79$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak bulmuştur. Arslan (2009), 13 genç futbolcunun katıldığı çalışmasında, koşu bandında direkt ölçülen  $VO_2max$  değerini  $60,22 \pm 1,47$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak, 20 m mekik koşusu testi ile indirekt ölçülen  $VO_2max$  değerini  $59,05 \pm 2,60$  ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak ve Yo-Yo testi

seviye 1 ile indirekt ölçülen VO<sub>2</sub>max değerini 58,65 ± 2,40 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak bulmuştur. Özkamçı (2013), U19 futbol takımında oynayan 12 futbolcunun katıldığı çalışmada, indirekt bir yöntem olan Yo-Yo dayanıklılık testi seviye 1 ile futbolcuların VO<sub>2</sub>max değeri ortalamasını 54,85 ± 3,62 ml/kg/dk olarak bulmuştur. Budak (2015), yapmış olduğu çalışmada, 26 amatör futbolcunun Yo-Yo 2 aralıklı toparlanma testi ile ölçülen VO<sub>2</sub>max değerlerini 56,54 ± 3,95 ml/kg/dk olarak bulmuştur. Impellizzeri ve ark. (2006), yaşları 17,2 ± 0,8 olan, ölçümler öncesinde iki gruba ayrılan ve iki farklı antrenman uygulaması yaptırılan toplam 29 genç futbolcunun, laboratuvarda koşu bandı kullanılarak ölçülen VO<sub>2</sub>max değerlerini uygulama öncesi (n=15) 55,6 ± 3,4 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> ve (n=14) 57,7 ± 4,2 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak, 4 hafta sonra (n=15) 59,7 ± 4,1 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> ve (n=14) 61,4 ± 4,6 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak, 8 hafta sonra (n=15) 60,2 ± 3,9 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> ve (n=14) 61,8 ± 4,5 ml.kg<sup>-1</sup>.dk<sup>-1</sup> olarak bulmuştur. Aerobik antrenman, bir sporcunun dayanıklılık performansını geliştirmekte ve aynı zamanda bir sporcunun maksimal eforları tekrar tekrar uygulayabilme yeteneğini de etkilemektedir (Bangsbo ve ark., 2006b).

Sıçrama testleri, bacak kas gücünü değerlendirmede önemli bir yöntem olarak görülmekte ve farklı kuvvet niteliklerini ölçmek amacı ile kullanılmaktadır (Kale ve ark., 2008). Dikey sıçrama çeşitli atletik aktivitelerde patlayıcı performansın ayrılmaz bir bileşenini oluşturmaktadır. Bu nedenle dikey sıçramada yer alan parametreleri belirlemek ve doğru antrenman yöntemleriyle bunları geliştirmek önemlidir (Fatouros ve ark., 2000).

İri ve ark. (2017), 34 futbolcu ile yaptıkları çalışmada, futbolcuların dikey sıçrama ortalamasını 51,40 ± 4,43 cm olarak bulmuştur. Ek ve ark. (2007), yapmış oldukları çalışmada, 26 amatör futbolcunun dikey sıçrama değerlerini ortalama 53,65 ± 5,34 cm olarak bulmuştur. Cometti ve ark. (2001), Fransa liginde oynayan futbolcularda yapmış oldukları çalışmada, elit futbolcuların squat sıçrama değerini 38,48 ± 3,80 cm ve aktif sıçrama değerini 41,56 ± 4,18 cm olarak, elit altı futbolcuların squat sıçrama değerini 33,86 ± 7,47 cm ve aktif sıçrama değerini 39,71 ± 5,17 cm olarak, amatör futbolcuların squat sıçrama değerini 39,83 ± 5,15 cm ve aktif sıçrama değerini 43,93 ± 5,65 cm olarak tespit etmişlerdir. García-Pinillos ve ark. (2015), 43 erkek futbolcunun katıldığı çalışmada, iki gruba ayırdıkları genç

futbolcuların dikey sıçrama değerlerini (n=24)  $35,16 \pm 3,97$  cm olarak ve (n=19)  $31,47 \pm 5,73$  cm olarak bulmuştur.

Cerrah ve ark. (2011), süper amatör lig futbolcularının mevkilerine göre bazı fiziksel ve teknik parametrelerini inceledikleri çalışmada, 9 kalecinin squat sıçrama değerini ortalama  $34,7 \pm 4,5$  cm, aktif sıçrama değerini ortalama  $37,6 \pm 4,1$  cm olarak, 25 defans oyuncusunun squat sıçrama değerini ortalama  $34,6 \pm 4,4$  cm, aktif sıçrama değerini ortalama  $36,7 \pm 4,3$  cm olarak, 41 orta saha oyuncusunun squat sıçrama değerini ortalama  $34,8 \pm 4,5$  cm, aktif sıçrama değerini ortalama  $37,2 \pm 5$  cm olarak, 14 forvet oyuncusunun squat sıçrama değerini ortalama  $36,1 \pm 6,2$  cm, aktif sıçrama değerini ortalama  $38,8 \pm 5,2$  cm olarak bulmuştur. Serin ve Taşkın (2016), yapmış oldukları çalışmada, kısa süreli yoğun bir egzersiz olan anaerobik dayanıklılık ile dikey sıçrama performansları arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirlemiş ve dikey sıçrama yeteneği iyi olan sporcuların aynı şekilde anaerobik dayanıklılıklarının da iyi olabileceğini ifade etmişlerdir. Cicioğlu ve ark. (1996), doğru yöntemlerle yapılan pliometrik çalışmaların, sporcunun patlayıcı gücünü ve maksimal kuvvetini önemli derecede arttırdığını belirlemiş ve özellikle sıçramanın ön planda olduğu spor branşlarında pliometrik çalışmaların devamlı olarak yapılmasının, sporcuların sıçrama performanslarını geliştirmede ve başarının gelmesinde önemli bir faktör olabileceğini belirtmiştir.

Sprint hızı, kas gücünün yanı sıra kasların elastik bileşenine de (sertliğe) bağlıdır. Kas gücü, sprintin ivmelenme aşamasında ve maksimal hızın korunması aşamasında önemlidir. Fakat yüksek bacak sertliği de yeri itme gücünü artırır ve aynı zamanda maksimal hıza da katkıda bulunur (Chelly ve Denis, 2001). Ek ve ark. (2007), yapmış oldukları çalışmada, 26 amatör futbolcunun 30 m sürat testi süresini ortalama  $4,19 \pm 0,20$  sn olarak bulmuştur. Temoçin ve ark. (2004), yapmış oldukları çalışmada, 30 m sürat koşusuna katılan 59 futbolcunun sürat zamanlarını  $4,26 \pm 0,21$  sn olarak bulmuştur. Aslan ve Koç (2015), yaptıkları çalışmada 70 futbolcunun 30 m sprint değerini  $4,30 \pm 0,18$  sn olarak bulmuştur. Okan (2009), yapmış olduğu çalışmada 8 haftalık antrenman programı uyguladığı 14 futbolcunun 30 m sürat değeri ortalamasını ön test =  $4,52 \pm 0,30$  sn olarak ve son test =  $4,23 \pm 0,21$  sn olarak belirlemiş ve sürat çalışması ile birlikte futbol antrenmanlarının, sporcuların sprint yeteneklerinde gelişme sağladığını ifade etmiştir.



Kızılet ve ark. (2004), 63 profesyonel futbolcunun katıldığı çalışmada, futbolcuların 30 m sprint testi ile ölçülen sürat değerlerini; kalecilerde (n=8) ortalama  $4,51 \pm 0,13$  sn olarak, orta savunma oyuncularında (n=10) ortalama  $4,34 \pm 0,16$  sn olarak, kenar savunma oyuncularında (n=9) ortalama  $4,26 \pm 0,13$  sn olarak, orta saha oyuncularında (n=23) ortalama  $4,26 \pm 0,12$  sn olarak, hücum oyuncularında (n=13) ortalama  $4,16 \pm 0,9$  sn olarak ve toplam 63 futbolcuda ortalama  $4,28 \pm 0,16$  sn olarak bulmuştur. Kartal ve ark (2016), futbolcuların oynadıkları mevkilere göre bazı motorik özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmada, 24 defans oyuncusunun 30 m sürat değerini  $4,39 \pm 0,08$  sn olarak, 24 orta saha oyuncusunun 30 m sürat değerini  $4,40 \pm 0,12$  sn olarak ve 16 forvet oyuncusunun 30 m sürat değerini  $4,40 \pm 0,08$  sn olarak bulmuştur.

Cerrah ve ark. (2011), süper amatör lig futbolcularının mevkilerine göre bazı fiziksel ve teknik parametrelerini inceledikleri çalışmada, 9 kalecinin 30 m sürat değerini ortalama  $4,31 \pm 0,22$  sn olarak, 25 defans oyuncusunun 30 m sürat değerini ortalama  $4,17 \pm 0,19$  sn olarak, 41 orta saha oyuncusunun 30 m sürat değerini ortalama  $4,25 \pm 0,17$  sn olarak, 14 forvet oyuncusunun 30 m sürat değerini ortalama  $4,15 \pm 0,20$  sn olarak bulmuştur. Nas (2010), 114 profesyonel futbolcunun katıldığı çalışmasında, 15 kalecinin 30 m sürat değerini ortalama  $4,33 \pm 0,09$  sn olarak, 33 kanat oyuncusunun 30 m sürat değerini ortalama  $4,23 \pm 0,12$  sn olarak, 19 stoperin 30 m sürat değerini ortalama  $4,28 \pm 0,13$  sn olarak, 27 orta saha oyuncusunun 30 m sürat değerini ortalama  $4,24 \pm 0,14$  sn olarak, 20 forvet oyuncusunun 30 m sürat değerini ortalama  $4,10 \pm 0,44$  sn olarak ve toplam 114 futbolcunun 30 m sürat değerini ortalama  $4,23 \pm 0,22$  sn olarak tespit etmiştir. Taşkın (2006), profesyonel futbolcuların katıldığı çalışmasında, 27 defans oyuncusunun 30 m sprint değeri ortalamasını  $4,21 \pm 0,24$  sn olarak, 59 orta saha oyuncusunun 30 m sprint değeri ortalamasını  $4,22 \pm 0,20$  sn olarak ve 31 forvet oyuncusunun 30 m sprint değeri ortalamasını  $4,22 \pm 0,17$  sn olarak bulmuştur. Gökhan ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada, amatör futbol oyuncularının 30 m sürat değeri ortalamasını  $4,15 \pm 0,20$  sn olarak belirlemiştir.

Futbol karşılaşması sırasında yüksek hızda yapılan hareketler; hızlanma, maksimum hız ve çeviklik gerektiren hareketler olarak kategorize edilebilir (Little ve Williams, 2005). Futbolcuların sürat özellikleri bütün mevkiler açısından önemli

görülmektedir ve süratin iyi düzeyde olması rakibi kontrol etmede ve durdurmada, topu kazanmada ve korumada bunların yanı sıra gol atma pozisyonlarında, futbolcular için avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte, futbolda sonucu etkileyen çok sayıda aktivitenin yüksek hızda bir sprint anında veya sonrasında meydana geldiği belirtilmektedir. Bundan dolayı futbolcuların, oynadıkları mevkilerin ihtiyaç duyduğu ölçüde süratli olmasının, futbol oyunu açısından önem taşıdığı ifade edilmektedir (Kızılet ve ark., 2004).

Yapılan çalışmamızda, süratin  $VO_2max$  değerini orta düzeyde ve negatif yönde etkilediği belirlendi. Ortalama hız, squat sıçrama, sıçrama gücü ve  $KAHmax'$  ın,  $VO_2max$  değerini orta düzeyde ve pozitif yönde etkilediği belirlendi. Süratin,  $V_E/VO_2$  değerini orta düzeyde ve pozitif yönde etkilediği belirlendi. Ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücünün,  $V_E/VO_2$  değerini orta düzeyde ve negatif yönde etkilediği belirlendi. Süratin,  $V_E/VCO_2$  değerini orta düzeyde ve pozitif yönde etkilediği belirlendi. Ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücünün,  $V_E/VCO_2$  değerini orta düzeyde ve negatif yönde etkilediği belirlendi.

Yapılan çalışmamız sonucunda, sürat, ortalama hız, squat sıçrama ve sıçrama gücünün,  $VO_2max$ ,  $V_E/VO_2$  ve  $V_E/VCO_2$  değerini etkilediği belirlendi. Yapılan çalışmamızda elde edilen bulgular doğrultusunda futbolcularda dikey sıçrama ve sürat yetisinin, aerobik dayanıklılık düzeyini etkilediği sonucuna varılabilir. Bundan dolayı, futbolda aerobik dayanıklılık düzeyinin geliştirilmesi için dayanıklılık antrenmanlarının yanı sıra bacak kas gücünü ve bacak kas gruplarına ait patlayıcı kuvvet özelliğini arttıracak antrenman programlarının, antrenörler tarafından çalışmalarda uygulatilmasının, futbolcuların aerobik dayanıklılık özellikleri için fayda sağlayacağı düşüncesindeyiz. Ayrıca, futbolcularda bu konu ile ilgili daha fazla araştırma yapılmasının spor bilimci ve antrenörler için yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Her spor branşında olduğu gibi futbol oyununda da sporcuların performansının artırılması ve bilimsel temeller doğrultusunda antrenmanların uygulanması, futbol oyuncuları ve antrenörler için büyük bir önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada ulaşılan sonuçların antrenörlere, spor bilimcilere ve gelecekte benzer çalışmalar yapacak araştırmacılara faydalı olacağı düşüncesindeyiz.

Belli bir spor branşı için en uygun antrenman sistemini seçerken veya genel toplumda zindeliği arttırmak için farklı antrenman yoğunluklarının fizyolojik parametrelerdeki adaptasyonları nasıl etkilediğini bilmek önemlidir (Helgerud ve ark., 2007). Futbolculara laboratuvar veya saha ortamında uygulanan testler ile çeşitli fizyolojik parametrelerin karşılaştırılması ve varsa aralarındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasının, antrenmanların planlanması, uygulanması ve daha iyi performansın sergilenmesi konusunda sporcu ve antrenörlere fayda sağlayacağı kanısındayız. Bu tarz araştırmaların daha çok sayıda sporcu üzerinde yapılması ve araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi ile birlikte, araştırma sonuçlarının hem literatüre hem de antrenörlere katkı sağlayacağını umuyoruz.



## BÖLÜM VI

### ÖNERİLER

Bu çalışma futbolcularda dikey sıçrama, sürat ve aerobik dayanıklılık performansı arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapılmış ve ilerleyen zamanlarda bu konuyla ilgili çalışmak isteyen araştırmacılara yardımcı olması için aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

- Kısa süreli yorgunluk sonrası ve uzun süreli yorgunluk sonrası, toparlanma metabolik cevapları karşılaştırılabilir.
- Bu çalışma farklı yaş gruplarında, farklı katılımcı sayılarıyla ve farklı spor branşlarında da yapılabilir.
- Bu çalışmaya farklı motorik ve fizyolojik özellikler (esneklik, koordinasyon, kuvvet, izokinetik ölçüm, laktat ölçümü vs.) eklenebilir.
- Antrenörlerin haftalık ve aylık antrenman planlarını dikey sıçrama, sürat ve aerobik dayanıklılık ölçüm değerlerine göre yapması sağlanabilir.
- Futbolcuların sezon öncesindeki, ara sezondaki ve sezon sonundaki dikey sıçrama, sürat ve aerobik dayanıklılık ölçümleri arasında karşılaştırma yapılabilir.
- Futbolcularda cinsiyete ve farklı yaş gruplarına göre dikey sıçrama, sürat ve aerobik dayanıklılık performansı arasındaki ilişki incelenebilir.

## BÖLÜM VII

### KAYNAKLAR

- Açıkada, C., Özkara, A., Hazır, T., Aşçı, A., Turnagöl, H., Tınazcı, C., ve diğ. (1996). Bir futbol takımında sezon öncesi hazırlık antrenmanlarının bir kısım kuvvet ve dayanıklılık özellikleri üzerine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 24-32.
- Adaş, R.T. (2008). İzokinetik Dinamometre ile Yapılan Ölçümlerde Farklı Eklemlere Ait Yük Aralığının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Akça, F., Akalan, C., Koz, M., & Ersöz, G. (2010). Kürekte Anaerobik Eşik: Ventilasyon ve Laktat Eşiği İlişkisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 2 (1), 7-12.
- Akın, S., Coşkun, Ö.Ö., Özberk, Z.N., Ertan, H., & Korkusuz, F. (2004). Profesyonel ve amatör futbol oyuncularının fiziksel özellikler ve izokinetik diz kaslarının konsantrik kuvvetinin karşılaştırması. *Journal Of Arthroplasty & Arthroscopic Surgery*, 15 (3), 161-167.
- Aksoy, F. (2012a). *Kuvvet, Sürat, Dayanıklılık ve Koordinasyon Drilleri II*. İstanbul, Türkiye, Has Matbaacılık. s. 15.
- Aksoy, F. (2012b). *Alt Yapıda Saha İçi Uygulamalar II*. İstanbul, Türkiye, Has Matbaacılık. s. 8.
- Alemdaroğlu, U. (2008). Aerobik Kapasitenin Belirlenmesinde Kullanılan Saha ve Laboratuvar Testlerinin Karşılaştırması. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Alemdaroğlu, U., Dünder, U., & Köklü, Y. (2010). Futbolcuların lig seviyelerine ve mevkilerine göre Conconi test sonuçlarının karşılaştırılması, *Celal Bayar Üniversitesi BESBD*, 5 (1), 15-20.

- Al-Hazzaa, H.M., Almuzaini, K.S., Al-Refae, S.A., Sulaiman, M.A., Dafterdar, M.Y., Al-Ghamedi, A., et al. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41 (1), 54-61.
- Appell, H.J., Soares, J.M.C., & Duarte, J.A.R. (1992). Exercise, muscle damage and fatigue. *Sports Medicine*, 13 (2), 108-115.
- Arı, E. (2010). Futbolda DönüŖlü KoŖuların Anaerobik EŖik Değeri Üzerindeki Etkisinin AraŖtırılması. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Arı, E. (2014). Genç Futbolcularda Anaerobik EŖik, Kritik Hız ve Müsabakadaki KoŖu Hızı Profili Arasındaki İliŖkilerin AraŖtırılması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (2), 278-285.
- Arslan, E. (2009). Genç Futbolcularda Treadmille Belirlenen Maksimal Oksijen Tüketimi ile Yo-Yo ve Mekik Testine Verilen Performans Cevaplarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arslan, E., Hazır, T., Ŗahin, Z., Hazır, S., Karakoç, B., AŖçı, A., et al. (2006). Genç futbol oyuncularında supramaksimal bacak egzersizi sonrasında pasif ve değişik Ŗiddette aktif toparlanmanın kandan laktatın uzaklaŖtırılma hızı üzerine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 17 (3), 112-123.
- Arvas, B., Elhan, A., Baltacı, G., Özberk, N., & CoŖkun, Ö.Ö. (2006). Sıçrama aktivitesini kullanan ve kullanmayan sporcularda izokinetik ayak bileği kas kuvvetlerinin karŖılaŖtırılması. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 17 (2), 78-83.
- Aslan, A., Güvenç, A., Hazır, T., & Açıkada, C. (2011a). Genç futbolcularda yüksek Ŗiddette yüklenme sonrasında toparlanma dinamikleri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 22 (3), 93-103.

- Aslan, A., Güvenç, A., Hazır, T., Aşçı, A., & Açıkada, C. (2011b). Çeşitli dayanıklılık protokollerine verilen metabolik cevapların karşılaştırılması. *Spor Bilimleri Dergisi*, 22 (3), 124-138.
- Aslan, C.S., & Koç, H. (2015). Amatör futbolcuların seçilmiş fiziksel, fizyolojik ve motorik özelliklerinin mevkilerine göre karşılaştırılması. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 10 (1), 56-65.
- Aslankeser, Z. (2010). Anaerobik Antrenmanların Santral-Periferik Yorgunluk ve Toparlanma Süreçlerine Etkileri. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Aybek, S., Ağaoğlu, Y.S., Ağaoğlu, S.A., & Eker, H. (2004). Amatör futbolcuların tekrarlı sprint testi ile yorgunluk ve toparlanma düzeylerinin belirlenmesi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2 (4), 171-177.
- Aziz, A.R., Tan, F.H.Y., & Teh, K.C. (2005). A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4 (2), 105-112.
- Bangsbo, J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *Journal of sports sciences*, 12, 5-12.
- Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, 27 (125), 1-6.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006a). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24 (7), 665-674.
- Bangsbo, J., Mohr, M., Poulsen, A., Perez-Gomez, J., & Krstrup, P. (2006b). Training and testing the elite athlete. *J Exerc Sci Fit*, 4 (1), 1-14.
- 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), 233-242.
- Bassett, D.R.JR., & Howley, E.T. (1997). Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (5), 591-603.

- Bassett, D.R.JR., & Howley, E.T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (1), 70-84.
- Beam, W. & Adams, G. (2013). Exercise Physiology-Laboratory Manual. Egzersiz Fizyolojisi-Laboratuvar El Kitabı. 6th ed. Çeviri Editörü: Özer, M.K., Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, s. 77-234.
- Besler, M., Acet, M., Koç, H., & Akkoyunlu, Y. (2010). Profesyonel ve amatör liglerde dereceye giren takımlardaki futbolcuların bazı fiziksel ve motorik özelliklerinin karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 12 (2), 150-156.
- Bircan, A. (2016). Yorgunluğun Maksimal Kuvvet ve Çevikliğe Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bompa, T.O. (2011). Theory and Methodology of Training: Periodization. Antrenman Kuramı ve Yöntemi -Dönemleme-. 4. baskı, Çevirenler: Keskin, İ., Tuner, A.B., Küçüköz, H., & Bağırman, T., Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi, s. 26-352.
- Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krustup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27 (2), 159-168.
- Bruce, R.A., Lovejoy, F.W.JR., Pearson, R., Paul, N.G.YU., Brothers, G.B., & Velasquez, T. (1949). Normal respiratory and circulatory pathways of adaptation in exercise. *The Journal of Clinical Investigation*, 28 (6), 1423-1430.
- Budak, C. (2015). MaxVO<sub>2</sub> Düzeyinin Anaerobik Dayanıklılık Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Chamari, K., Carlomagno, D., & Rampinini, E. (2006a). Aerobic fitness and Yo-Yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (2), 320-325.



- Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Belardinelli, R., Abt, G., Coutts, A., Chamari, K., et al. (2006b). Cardiorespiratory responses to Yo-Yo Intermittent Endurance Test in nonelite youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20 (2), 326-330.
- Cerny, F.J., & Burton, H.W. (2001). Exercise Physiology for Health Care Professionals. Champaign, Illinois, United States of America, Human Kinetics, pp. 124-130.
- Cerrah, A.O., Polat, C., & Ertan, H. (2011). Süper amatör lig futbolcularının mevkilerine göre bazı fiziksel ve teknik parametrelerinin incelenmesi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 1-6.
- Chelly, S.M., & Denis, C. (2001). Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (2), 326-333.
- Christmass, M.A., Richmond, S.E., Cable, N.T., Arthur, P.G., & Hartmann, P.E. (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *Journal of Sports Sciences*, 16 (8), 739-747.
- Cicioğlu, İ., Gökdemir, K., & Erol, E. (1996). Pliometrik antrenmanın 14-15 yaş grubu basketbolcuların dikey sıçrama performansı ile bazı fiziksel ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 11-23.
- Cometti, G., Maffiuletti, N.A., Pousson, M., Chatard, J.C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22 (1), 45-51.
- Cooper, K.H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *JAMA*, 203 (3), 201-204.
- Cortis, C., Tessitore, A., Perroni, F., Lupo, C., Pesce, C., Ammendolia, A., et al. (2009). Interlimb coordination, strength, and power in soccer players across the lifespan. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (9), 2458-2466.
- Çakır, Ö.K. (2009). Spor fizyolojisi ve klinik açımları. *Klinik Gelişim*, 22 (3), 1-4.

- Çiçek, Ş., Batchev, V., & Bizati, Ö. (2004). Profesyonel futbolcuların maç esnasında kalp atım hızı değişikliklerinin değerlendirilmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9 (3), 59-66.
- Çolakoğlu, M. (1995). Dayanıklılık gelişiminin metabolik ve fizyolojik temelleri-1. *Celal Bayar Üniversitesi BESBD*, 1 (1), 34-45.
- Çolakoğlu, M., Turgay, F., Selamoğlu, S., Acarbay, Ş., & Çolakoğlu, S. (1993). Değişik efor düzeylerinde ekstraselluler kan laktadı ile total kan laktadı arasındaki farklar ve uygulamadaki önemi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 3-11.
- Çolakoğlu, M., Turgay, F., DüNDAR, U., Çolakoğlu, S., Turan, M., & Acarbay, Ş. (1995). Belirli plazma laktat konsantrasyonu veren koşu hızları ve 5000 m koşu performansı arasındaki ilişkiler. *Spor Bilimleri Dergisi*, 6 (1), 3-12.
- Da Silva, C.D., Bloomfield, J., & Marins, J.C.B. (2008). A review of stature, body mass and maximal oxygen uptake profiles of U17, U20 and first division players in Brazilian soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 7 (3), 309-319.
- Davis, J.A. (2006). Direct Determination of Aerobic Power. In: *Physiological Assessment of Human Fitness*. Maud, P.J. & Foster, C. (Eds.), 2nd Ed., Champaign, Illinois, United States of America, Human Kinetics, pp. 9-18.
- Deliceoğlu, G. (2009). Futbol Yetilerine İlişkin Dereceleme Ölçeğinin Genellenbilirlik ve Klasik Test Kuramına Dayalı Güvenirliklerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demir, M. (2005). Atletizm: Koşular, Atlamalar, Atmalar, Teknik Metodik ve Antrenman Bilgisi. 3. baskı, Ankara, Nobel Basımevi, s. 373-385.
- Demirci, A. (2013). Atletizm Öğretimi. 2. baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, s. 65.
- Demirel, H.A., & Koşar, N.Ş. (2006). İnsan Anatomisi ve Kineziyoloji. 2. baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, s. 116-126.

- Di Mascio, M., & Bradley, P.S. (2013). Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league soccer matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27 (4), 909-915.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Montero, F.J.C., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International journal of sports medicine*, 28 (3), 222-227.
- Duncan, G.E., Howley, E.T., & Johnson, B.N. (1997). Applicability of VO<sub>2</sub>max criteria: discontinuous versus continuous protocols. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (2), 273-278.
- Dünder, U. (1998). Antrenman Teorisi. 4. baskı, Ankara, Bağırhan Yayımevi, s. 63-73.
- Dünder, U. (2013). Basketbolda Kondisyon. 3. baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, s. 7.
- Edvardsen, E., Hem, E., & Anderssen, S.A. (2014). End criteria for reaching maximal oxygen uptake must be strict and adjusted to sex and age: a cross-sectional study. *PLOS ONE*, 9 (1), 1-8.
- Ek, R.O., Temoçin, S., Tekin, T.A., & Yıldız, Y. (2007). Futbolculara uygulanan bazı motorsal egzersizlerin birbirlerine etkilerinin incelenmesi. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 19-22.
- Eklom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3 (1), 50-60.
- Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, A.M., Ülkar, B., & Hazır, T. (2007). Egzersiz Fizyolojisi. 2. baskı, Ankara, Türkiye, Nobel Yayın Dağıtım, s. 3-154.
- Erkmen, N., Kaplan, T., & Taşkın, H. (2005). 3. Lig futbol takımında hazırlık sezonu öncesi-sonrası fiziksel ve fizyolojik parametrelerin karşılaştırılması. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7 (1).
- Erkmen, N., Taşkın, H., Sanioğlu, A., & Kaplan, T. (2009). Futbolcularda yorgunluğun denge performansına etkisi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 4 (4), 289-299.

- Eniseler, N. (2009). *Çocuk ve Gençlerde Futbol Antrenmanı*. İstanbul, Türkiye, TFF FGM Futbol Eğitim Yayınları - 8, Elma Basım, s. 51.
- Ertan, H. (2012). Spor Fizyolojisi ve Mekanığı. İçinde: Spor Bilimlerine Giriş. Ertan, H. (Editör). 1. baskı, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset Tesisleri, s. 67-70.
- Eston, R., Hawes, M., Martin, A., & Reilly, T. (2009). Human Body Composition. In: Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data. Volume 1: Anthropometry. Eston, R., & Reilly, T. (Eds.), 3rd Ed., Oxon, Routledge, pp. 18-35.
- Fatouros, I.G., Jamurtas, A.Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., et al. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14 (4), 470-476.
- Fox, E.L., & Mathews, D.K. (1981). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. 3rd Ed., Philadelphia, United States of America, Saunders College Publishing, s. 12-15.
- Ganong, W.F. (2002). Review of Medical Physiology. Ganong - Tıbbi Fizyoloji. 20th ed. Çeviri: Türk Fizyolojik Bilimler Derneği., İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti., s. 64-660.
- García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., Moreno del Castillo, R., & Latorre-Román, P.Á. (2015). Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in young football players. *Journal of Sports Sciences*, 33 (12), 1293-1297.
- Gelir, E., Koz, M., & Ersöz, G. (2016). Fizyoloji Ders Kitabı. 7. basım, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., s. 96-211.
- Gezgez, Z.T. (2016). Modern Antrenörlük. 1. baskı, İstanbul, Doğu Kitabevi, s. 104-108.
- Giza, E., Mithöfer, K., Farrell, L., Zarins, B., & Gill, T. (2005). Injuries in women's professional soccer. *British Journal of Sports Medicine*. 39 (4), 212-216.

- Gökhan, İ., Aktaş, Y., & Aysan, H.A. (2015). Amatör Futbolcuların Bacak Kuvveti ile Sürat Değerleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *International Journal of Science Culture and Sport (IntJSCS)*, 12 (4), 47-54.
- Göral, K., Saygın, Ö., & İrez, G.B. (2012). Profesyonel futbolcuların oynadıkları mevkilere göre görsel ve işitsel reaksiyon sürelerinin incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*. 14 (1), 5-11.
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. (2007). Textbook of Medical Physiology. Tıbbi Fizyoloji. 11th ed. Çeviri Editörleri: Çavuşoğlu, H., & Yeğen, B.Ç., İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, s. 72-1063.
- Günay, M., & Yüce A.İ. (2008). *Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri*. (3.baskı) Ankara, Türkiye, Gazi Kitabevi. s. 1-388.
- Günay, M., Tamer, K., & Cicioğlu, İ. (2013). Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. 3. baskı, Ankara, Türkiye, Gazi Kitabevi. s. 45-551.
- Günay, M., Şıktar, E., & Şıktar, E. (2018). Antrenman Bilimi. 1. baskı, Ankara, Türkiye, Gazi Kitabevi. s. 62-523.
- Günaydın, Ö.E., Tunay, V.B., Baltacı, G. (2016). Profesyonel futbolcularda sezon başı ve sezon sonu propriyosepsiyon, fonksiyonel endurans ve koordinasyon testlerindeki değişikliklerin karşılaştırılması. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*. 3 (1), 1-8.
- Gür, H. (1992). Değişik tip aktiviteler yapan sporcularda koşu bandında yapılan maksimal ve submaksimal test sonuçlarının değerlendirilmesi ve sonuçların 5 km koşusunun başarısıyla olan ilişkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 30-46.
- Hanson, N.J., Sheadler, C.M., Lee, T.L., Neuenfeldt, N.C., Michael, T.J., & Miller, M.G. (2016). Modality determines VO2max achieved in self-paced exercise tests: validation with the Bruce protocol. *European Journal of Applied Physiology*, 116 (7), 1313-1319.
- Helgerud, J., Ingjer, F., & Strømme, S.B. (1990). Sex differences in performance-matched marathon runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61 (5-6), 433-439.

- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (11), 1925-1931.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., et al. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (4), 665-671.
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23 (6), 573-582.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L.C., Kemi, O.J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36 (3), 218-221.
- Hoffman, J. (2002). *Physiological Aspects of Sport Training and Performance*. Champaign, Illinois, United States of America, Human Kinetics, pp. 9-177.
- Howley, E.T., Bassett, D.R.JR., & Welch, H.G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27 (9), 1292-1301.
- Impellizzeri, F.M., Marcora, S.M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F.M., et al. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27 (6), 483-492.
- İnal, A.N. (1998). *Futbolda Eğitim Öğretim*. 1. baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, s. 17.
- İri, R., Yılmaz, A., & Aktuğ, Z.B. (2017) Elit futbol ve hentbolcuların fiziksel uygunluk düzeyleri ve motorik özelliklerinin karşılaştırılması. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 8 (1), 19-25.
- Kale, R., & Erşen, E. (2003). *Beden Eğitimi ve Spor Bilimlerine Giriş*. (1. Baskı) Ankara, Türkiye, Nobel Yayın Dağıtım. s. 97-98.

- Kale, M., Bayrak, C., & Açıkada, C. (2008). Müsabaka antrenmanının sprinterlerde ivmelenme kinematiği ve fizyolojik değişkenlere etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 19 (1), 35-53.
- Kamar, A., Güngördü, O., Yceyılmaz, B., Yancı, H.B.A., avuşoğlu, B., & şahin, M. (2011). Futbol oyuncularına 35 metre maksimal anaerobik sprint ile dikey sıçrama ve durarak uzun atlama skorları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İ  Spor Bilim Derg*, 3, 147-150.
- Kaplan, T. (1997). Fizyolojik ve Fiziksel Parametrelerin Futbol Takımlarında Başarıya Etkisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karahan, M., & Erol, B. (2004). Çocukluk ve ergenlik döneminde kas ve tendon yaralanmaları. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 38 (Suppl 1), 37-46.
- Kartal, A., Kartal, R., & İrez, G.B. (2016). Futbolcuların oynadıkları mevkilere göre bazı motorik özelliklerinin karşılaştırılması. *CB Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11 (1), 55-62.
- Katch, V.L., McArdle, W.D., & Katch, F.I. (2011). Essentials of Exercise Physiology. 4th Ed. Baltimore, MD, Lippincott Williams & Wilkins, pp. 171-325.
- Kaygısız, Z., Kabadere, S., Uzuner, K., Uyar, R., Aydın, Y., & Kuş, G. (2016). İnsan Beden Yapısı ve Fizyolojisi. 1. baskı, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Basımevi, s. 42-178.
- Kayıtken, B., Yücel, S.B., & Din, N. (2012). Benzer şiddet düzeyindeki egzersizlerde farklı kas katılım modellerinin fizyolojik parametrelere olan etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 23 (3), 77-88.
- Kellis, E., Katis, A., & Vrabas, I.S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16 (5), 334-344.

- Kesler, A., Kaya, B., Ateş, O., & Şahin, M. (2011). Farklı dayanıklılık antrenmanlarının profesyonel futbolcuların maksimal oksijen kapasiteleri üzerine etkisi. *İ Ü Spor Bilim Derg*, 3, 80-83.
- Kızılet, A., Erdem, K., Karagözoğlu, C., Topsakal, N., & Çalışkan, E. (2004). Futbolcularda bazı fiziksel ve motorsal özelliklerin mevkiler açısından değerlendirilmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9 (3), 67-78.
- Köklü, Y., Özkan, A., & Ersöz, G. (2009). Futbolda dayanıklılık performansının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi. *Celal Bayar Üniversitesi BESBD*, 4 (3), 142-150.
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37 (7), 1242-1248.
- Kurdak, S.S. (2012). Solunum sistemi maksimal egzersiz kapasitesini sınırlar mı?. *Eurasian Journal of Pulmonology*, 14 (Suppl 1), 12-20.
- Küçük, V. (2009). *Futbolda Yetenek Seçimi*. İstanbul, Türkiye, TFF FGM Futbol Eğitim Yayınları - 4, Elma Basım, s. 37-38.
- Lees, A., & Nolan, L. (1998). The biomechanics of soccer: a review. *Journal of Sports Sciences*, 16 (3), 211-234.
- Lemmink, K.A.P.M., Verheijen, R., & Visscher, C. (2004). The discriminative power of the interval shuttle run test and the maximal multistage shuttle run test for playing level of soccer. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44 (3), 233-239.
- Little, T., & Williams, A.G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (1), 76-78.
- Little, T., & Williams, A.G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (2), 316-319.



- Luebbbers, P.E., Potteiger, J.A., Hulver, M.W., Thyfault, J.P., Carper, M.J., & Lockwood, R.H. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17 (4), 704-709.
- Mavili, S., Aşçı, A., Hazır, T., Şahin, Z., Cinemre, A., Arslan, A., et al. (2015). Genç futbolcularda sabit laktat konsantrasyonlarına verilen fizyolojik cevaplar: mevkiler arası karşılaştırma. *Spor Bilimleri Dergisi*, 26 (1), 26-34.
- McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (1996). Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance. 4th Ed., Baltimore, Maryland, United States of America, Williams & Wilkins, pp. 198-204.
- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39 (5), 273-277.
- Metaxas, T.I., Koutlianos, N.A., Kouidi, E.J., & Deligiannis, A.P. (2005). Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (1), 79-84.
- Mohr, M., Krustup, P., & 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., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23 (6), 593-599.
- Nas, K. (2010). Futbolcularda Sürat ve Çabukluk Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Okan, İ. (2009). Futbolda teknik, dayanıklılık ve sürat çalışmalarının genç futbolcuların bazı fizyolojik parametrelerine etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (3), 673-692.
- Oral, O., Yalnız, F.İ., & Deniz, E. (2016). Spor ve Sağlık. Özkal, D. (Editör). 1. baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, s. 35-39.

- Öner, J., & Öner, H. (2004). İskelet kas lifi tipleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 24 (5), 503-507.
- Özer, M.K. (2009). Kinantropometri Sporda Morfolojik Planlama. 2. baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, s. 33-40.
- Özkamçı, H. (2013). Yo-Yo Dayanıklılık Test Verileri ile Anaerobik Eşik Koşu Hızı Performansının Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özkan, A., Köklü, Y., & Ersöz, G. (2010). Wingate anaerobik güç testi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 207-224.
- Paasuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41 (3), 354-361.
- Pate, R.R., & Kriska, A. (1984). Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Medicine*, 1 (2), 87-98.
- Pau, M., Ibba, G., & Attene, G. (2014). Fatigue-induced balance impairment in young soccer players. *Journal of Athletic Training*, 49 (4), 454-461.
- Pinasco, A., & Carson, J. (2005). Preseason conditioning for college soccer. *Strength and Conditioning Journal*, 27 (5), 56-62.
- Plowman, S.A., & Smith, D.L. (2011). *Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance*. 3rd Ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, pp. 27-39.
- Powers, S.K., & Howley, E.T. (1997). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. 3rd Ed. Dubuque, United States of America, Brown & Benchmark Publishers, pp. 273-275.
- Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 22 (4), 141-144.
- Reilly, T., & Borrie, A. (1992). Physiology applied to field hockey. *Sports Medicine*, 14 (1), 10-26.

- Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 15 (3), 257-263.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18 (9), 669-683.
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E.L., & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40 (2), 162-169.
- Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Medicine*, 13 (2), 99-107.
- Serbest, K. & Eldoğan, O. (2014). İskelet kaslarının yapısı ve biyomekaniği. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (3), 41-51.
- Serin, E., & Taşkın, H. (2016). Anaerobik dayanıklılık ile dikey sıçrama arasındaki ilişki. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 7 (1), 37-43.
- Sevim, Y. (2010). Antrenman Bilgisi. 8. Baskı, Ankara, Türkiye, Fil Yayınevi, s. 15-71.
- Shephard, R.J. (1999). Biology and medicine of soccer: an update. *Journal of Sports Sciences*, 17 (10), 757-786.
- Simunovich, S. (2012). Examination of current VO<sub>2</sub>max criteria and the necessity of a verification phase following a maximal incremental ramp test to confirm VO<sub>2</sub>max. Master of Science Thesis. Ithaca College School of Health Sciences and Human Performance, Ithaca, New York.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports medicine*, 35 (6), 501-536.
- Stringer, W.W. (2010). Cardiopulmonary exercise testing: current applications. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 4 (2), 179-188.
- Stupnicki, R., Gabrys, T., Szmatlan-Gabrys, U., & Tomaszewski, P. (2010). Fitting a single-phase model to the post-exercise changes in heart rate and oxygen uptake. *Physiological research*, 59 (3), 357-362.

- Şahin, G. (2015). Antrenman Kavramı ve İlkeleri. İçinde: Spor Bilimlerine Giriş. Demir, E. (Editör) 1. baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, s. 94-95.
- Şayli, Ö., Biçer, B., Uzun, S., Pelvan, O., Akın, A., & Çotuk, B. (2011). Yakın kızılaltı spektroskopisi ve yüzeysel elektromiyografi kullanarak kas yorgunluğu inceleme çalışmaları. *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (1), 17-25.
- Şimşek, D., & Ertan, H. (2011). Postural kontrol ve spor: kassal yorgunluk ve postural kontrol ilişkisi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9 (4), 119-124.
- Tanaka, H., Monahan, K.D., & Seals, D.R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37 (1), 153-156.
- Taşkın, H. (2006). Profesyonel futbolcularda bazı fiziksel parametrelerin ve 30 metre sprint yeteneğinin mevkilere göre incelenmesi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 49-54.
- Temoçin, S., Ek, R.O., & Tekin, T.A. (2004). Futbolcularda sürat ve dayanıklılığın solunumsal kapasite üzerine etkisi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 31-35.
- Tokgöz, M., & Dalkıran, O. (2015). Üniversite erkek futbol takımı oyuncularında bazı motorik ve koordinatif özelliklerin futbol teknik becerisi üzerine etkilerinin incelenmesi. *Uluslararası Multidisipliner Akademik Araştırmalar Dergisi*, 2 (1), 1-20.
- Tortora, G.J., & Derrickson, B. (2008). Muscular Tissue. In: Principles of Anatomy and Physiology. 12th ed., New Jersey, United States of America, John Wiley & Sons, s. 302-741.
- Tunçel, N., Aydın, S., & Zeytinoğlu, M. (2013). Hareket Sistemi. İçinde: İnsan Anatomisi ve Fizyolojisi. Aydın, S. (Editör). 12. baskı, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset Tesisleri, s. 65-66.
- Turner, A.M., Owings, M., & Schwane, J.A. (2003). Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17 (1), 60-67.

- Ünal, M., Kayserilioğlu, A., Albayrak, S., Kaşıkçıoğlu, E., Şahinkaya, T., Namaraslı, D., ve diğ. (2001). 16-38 yaş grubu profesyonel ve amatör erkek futbolcuların metabolik ve efor testi sonuçlarının karşılaştırılması. *İstanbul Tıp Fakültesi Mecmuası*, 64 (4), 264-270.
- Vøllestad, N.K. (1997). Measurement of human muscle fatigue. *Journal of neuroscience methods*, 74 (2), 219-227.
- Wagner, P.D. (1996). Determinants of maximal oxygen transport and utilization. *Annual Review of Physiology*, 58, 21-50.
- Wang, J. (1995). Physiological overview of conditioning training for college soccer athletes, *Strength and Conditioning*, 17 (4), 62-65.
- Wang, Y.C., & Zhang, N. (2016). Effects of plyometric training on soccer players. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 12 (2), 550-554.
- Wassinger, C.A., McKinney, H., Roane, S., Davenport, M.J., Owens, B., Breese, U., et al. (2014). The influence of upper body fatigue on dynamic standing balance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9 (1), 40-46.
- Weineck, J. (1998). Functional Anatomy in Sports. Sporda Fonksiyonel Anatomi. Çevirenler: Erdoğan, Ş., Tuncel, F., & Sarı, Z., İstanbul, Birol Basın Yayın Dağıtım ve Ticaret Ltd. Şti., s. 18-22.
- Widmaier, E.P., Raff, H., & Strang, K.T. (2010). Vander's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function. Vander İnsan Fiziyojisi. 10th ed. Çeviri Editörü: Demirgören, S., İzmir, İzmir Güven Kitabevi., s. 281-501.
- Wilmore, J.H., & Costill, D.L. (1994). Physiology of Sport and Exercise. Champaign, IL, United States of America, Human Kinetics, pp. 94-97.
- Yıldız, Y., Aydın, T., Akkurt, S., Genç, Ü., Yağmur, H., & Kalyon, T.A. (1998). Laktat eşiği sonrası kullanılan enerji miktarı ile anaerobik kapasite arasındaki ilişki. *Spor Hekimliği Dergisi*, 33 (4), 163-172.
- Yıldız, S.A. (2012). Aerobik ve anaerobik kapasitenin anlamı nedir?. *Eurasian Journal of Pulmonology*, 14 (Suppl 1), 1-8.

Zubillaga, A., Gorospe, G., Mendo, A.H., & Villaseñor, A.B. (2007). Match analysis of 2005-06 champions league final with Amisco system. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6 (Suppl 10), 20. *6th World Congress on Science and Football* (Uluslararası Katılımlı), Antalya/Türkiye, 16-20 Ocak.

