

**T.C.**  
**İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**  
**HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ BİLİM DALI**

**KAS DOKUSU FİZYOLOJİSİNDE ROL OYNAYAN İKİ**  
**ADAY GEN VARYANTININ ALT EKSTREMİTE KAS**  
**ENDURANSI YÖNÜNDEN FARKLI MEVKİDE OYNAYAN**  
**FUTBOLCULARDA İNCELENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Halid Emre ASLAN**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Cem HOROZOĞLU**

**İSTANBUL, 2019**

**T.C.**  
**İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**  
**HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ BİLİM DALI**

**KAS DOKUSU FİZYOLOJİSİNDE ROL OYNAYAN**  
**İKİ ADAY GEN VARYANTININ ALT**  
**EKSTREMİTE KAS ENDURANSI YÖNÜNDEN**  
**FARKLI MEVKİDE OYNAYAN**  
**FUTBOLCULARDA İNCELENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Halid Emre ASLAN**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Cem HOROZOĞLU**

**İSTANBUL, 2019**

**İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ BİLİM DALI**

Tezin Adı:Kas Dokusu Fizyolojisinde Rol Oynayan İki Aday Gen Varyantının Alt Ekstremitte Kas Endüransı Yönünden Farklı Mevkide Oynayan Futbolcularda İncelenmesi

Öğrencinin Adı Soyadı: Halid Emre Aslan

Tez Teslim Tarihi:

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Unvan, Ad ve SOYADI  
Enstitü Müdürü  
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı

-

Unvan, Adı ve SOYADI

Üye

-

Unvan, Adı ve SOYADI

Üye

-

Unvan, Adı ve SOYADI

## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK**

Bu tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazıma kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi ve tez çalışması sırasında faydalandığım diğer tüm bilgi ve yorumlara da kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

**Halid Emre Aslan**

## **TEZ YAZIM KILAVUZU UYGUNLUK ONAYI**

“Kas Dokusu Fizyolojisinde Rol Oynayan İki Aday Gen Varyantının Alt Ekstremitte Kas Endüransı Yönünden Farklı Mevkide Oynayan Futbolcularda İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmıştır.

**Tezi Hazırlayan**

**Halid Emre Aslan**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Cem Horozoğlu**

**Enstitü Yetkilisi**

**İmza**

## ÖZET

### KAS DOKUSU FİZYOLOJİSİNDE ROL OYNAYAN İKİ ADAY GEN VARYANTININ ALT EKSTREMİTE KAS ENDURANSI YÖNÜNDEN FARKLI MEVKİDE OYNAYAN FUTBOLCULARDA İNCELENMESİ

Halid Emre Aslan

Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı  
Hareket ve Antrenman Bilimleri Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Cem Horozoğlu

Kasım 2019, 56

Son yıllarda tüm dünyada oldukça popüler bir disiplinler arası branş olarak Spor Genetiği çalışmalarında bir çok genetik varyantın farklı spor dallarında fiziksel uygunluk, performans, güç, kas enduransı, patlayıcı enerji, koordinasyon, perfüzyon kapasitesi gibi bir çok faktörle ilişkili olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda bir spor dalı olarak futbol oyuncularının mevkilerine göre genetik faktörler açısından farklılıkları ve olası bu farklılıkların kas enduransı ve sportif performans üzerine etkisi incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmamızda 32 süper amatör lig futbol oyuncusunda AMPD1 rs17602729 ve CKMM rs8111989 gen varyantları buccal swap örnekleme sonrasında genomik DNA izolasyonu yapılmış ve q-PCR vasıtasıyla genotiplendirilmiştir. Aynı zamanda olgular sportif performans parametreleri ve alt ekstremite kas gruplarının enduransı açısından değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Örneklemede AMPD1 için 3 kalecide CT heterozigot varyantı tespit edilmiş olup, diğer mevkilerde görev yapan 29 oyuncularda CC homozigot (wild type) tespit edilmiştir. Alt ekstremite kas enduransı ve sportif performans parametreleri ile gen varyantları karşılaştırıldığında CT genotipinin boy uzunluğu ( $p=0,006$ ), denge testi ( $p=0,016$ ), öne sıçrama ( $p=0,033$ ) ve sol uyluk

adduksiyonu ( $p=0,001$ ) açısından CC genotipine göre istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği tespit edilmiştir. CKMM gen varyantı için yapılan analizlerde tüm oyuncuların GG (wild type) olduğu tespit edilmiş mevki veya diğer parametreler açısından bir fark gözlemlenmemiştir. Çalışmamıza göre, AMPD1 CT genotipinin futbolda yüksek sıçrama kabiliyeti, güçlü dengede kalma yetisi, çapraz harekete olanak sağlayan güçlü uyluk adduksiyonu ile spor fizyolojisi açısından önem arz ettiğini düşünmeyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Spor genetiği, Kas Enduransı, CKMM, AMPD1



## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF TWO CANDIDATE GENE VARIANTS PLAYING A ROLE IN MUSCLE TISSUE PHYSIOLOGY IN FOOTBALLERS PLAYING DIFFERENT POSITION IN LOWER EXTREMITY MUSCLE ENDURANCE

Halid Emre Aslan

Department of Coaching Education  
Movement And Training Sciences

Thesis Supervisor: Assist. Professor Dr. Cem Horozoglu

November 2019, 56

In recent years, as a very popular interdisciplinary branch in the world, Sports Genetics studies have shown that many genetic variants are associated with many factors such as physical relevance, performance, strength, muscle endurance, explosive energy, coordination, perfusion capacity in different sports branches. In this study, it is aimed to determine some genetic differences according to the positions played by football players and the effects of these possible differences on muscle endurance and sporting performance. In our study, buccal swap samples were collected from the athletes in order to examine AMPD1 rs17602729 and CKMM rs8111989 gene variants in 32 super amateur league football players and genomic DNA isolation was performed. The genomic DNA samples were genotyped by q-PCR. At the same time, the subjects were measured in terms of sport performance parameters and endurance of lower extremity muscle groups. When lower extremity muscle endurance and sport performance parameters were compared with gene variants, CT genotype was found to be more advantageous in terms of height( $p=0,006$ ), balance test( $0,016$ ), anterior jump( $0,033$ ) and left thigh adduction( $p<0,001$ ) than CC genotype. In the analyzes performed for CKMM gene



variant, all players were found to be GG(wild type) and there was no difference in terms of position or other parameters. According to our study, the CT genotype of AMPD1 may be considered to be important in terms of high jump ability, strong stability ability, cross movement and strong thigh adduction which provides sports physiology.

**Keywords:** Sports genetics, Muscle Endurance, CKMM, AMPD1



## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm süreçlerinde yaptığı değerli bilimsel katkılardan ve desteğinden dolayı Tez Danışmanım **Dr. Öğr. Üyesi Cem HOROZOĞLU'na**,

Tezimin deneysel aşamalarında desteğini esirgemeyen İstanbul Tıp Fakültesi ASDETAE Moleküler Tıp Anabilim Dalı'ndan **Prof. Dr. Ümit ZEYBEK** ve ekibine,

Sporcuların fiziksel uygunluk ve kas enduransı analizlerinde desteğini sunan **Öğr. Gör. Ali KARAAĞAÇ** ve **Öğr. Gör. Merve BİLGİÇ'e**

Tezimin ve hayatımın her aşamasında desteğini benden esirgemeyen annem **Ayşe ASLAN** ve babam **Hasan ASLAN'a**

Eğitimim ve geride bıraktığım yıllar süresince destek ve emeğini esirgemeyen aile ve dostlarıma teşekkürlerimi arz ederim.

Halid Emre ASLAN

## İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK.....	
ONAY SAYFASI.....	
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK .....	iii
TEZ YAZIM KILAVUZU UYGUNLUK ONAYI.....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vii
TEŞEKKÜR .....	ix
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar.....	xii
ŞEKİLLER.....	xiii
KISALTMALAR .....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 ARAŞTIRMANIN AMACI.....	1
1.2 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	1
1.3 ARAŞTIRMANIN HİPOTEZİ.....	1
1.4 ARAŞTIRMANIN PROBLEM CÜMLESİ.....	1
1.5 ARAŞTIRMANIN ALT PROBLEM CÜMLELERİ .....	2
1.6 ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI.....	2
1.7 ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI.....	2
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 FUTBOLUN DÜNYADA VE TÜRKİYE'DEKİ YERİ .....	3
2.2 FUTBOLDA SPORTİF PERFORMANSI ETKİLEYEN FAKTÖRLER ...	5
2.2.1 Biyokimyasal ve Fizyolojik Faktörler .....	5
2.2.2 Psikolojik Faktörler .....	7
2.2.3 Antrenman ve Egzersiz Faktörlerinin Etkileri .....	9
2.2.4 Genetik Faktörler.....	11
2.2.4.1 AMPD1 geni ve sportif performansa etkisi.....	15
2.2.4.2 CKMM geni ve sportif performansa etkisi .....	16
2.3 KAS ENDRANSI VE GÜCÜNÜN SPORTİF PERFORMANSA ETKİSİ	17

<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. SPORCU SEÇİMİ (ÖRNEKLEM) .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 GENETİK VE ALT EKSTREMİTE KAS ENDURANS ÖLÇÜMÜ.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1 Genetik Analizlerde Kullanılan Malzemeler .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1.1 Kullanılan cihazlar.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.1.3Kullanılan çözeltiler .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2 Buccal Swabtan DNA izalasyonu .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.3 q-PCR(Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu)Analizi .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.4Kas Kuvveti ve Enduransının İzometrik Tayini .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4.5İstatistiksel Analiz.....</b>	<b>32</b>
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>33</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>40</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>47</b>

## TABLULAR

Tablo 3.1. qPZR Çalışma Programının Sıcaklık ve Süreleri .....	30
Tablo 4.1. Sigara ve Alkol Kullanımının Mevkiye Göre Dağılımı.....	34
Tablo 4.2. Çalışma Grubunun Demografik, Sportif Performans Ölçütleri ve Kas Endüransı Değerleri.....	35
Tablo 4.3. AMPD1 Genotiplerinin Mevki ve Dominant Tarafa Göre Dağılımı.....	37
Tablo 4.4. AMPD1 rs17602729 Varyantı İçin Genotipleri Demografik, Sportif Performans Parametreleri ve Kas Endüransı Değerleri Yönünden Karşılaştırılması .....	38

## ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Anterior ve Posterior Alt Ekstremitte Kasları.....	19
Şekil 2.2.Yürüme Döngüsü.....	21
Şekil 2.3.Koşma Pozisyonunda Hazırlık.....	24
Şekil 2.4. Sıçrama .....	24
Şekil 4.1.Sporcu Grubunun Mevkiye Göre Dağılımı.....	33
Şekil 4.2.AMPD1 Gen Varyantı için HRM Eğrisi.....	36
Şekil 4.3.CKMM Gen Varyantı için HRM Eğrisi.....	36

## KISALTMALAR

1X TE	: 1X Tris-Edta Buffer
ACE	: Angiotensin Converting Enzyme
ACTN3	: A-Aktinin-3
ADP	:Adenozin Difosfat
ADRA2A	: Alfa 2a- Adrenerjik Reseptor
ADRB2	: Beta 2- Adrenerjik Reseptor
AE	:Alveoler Ekinokokkoz
AMP	:Adonezin Mmonofosfat
AMPD	: Adenozin Monofosfat Deaminaz
AMPD1	: Adenozin Monofosfat Deaminaz 1
ATP	: Adenozin Trifosfat
AW2	:Wash Buffer
BDKRB2	: Bradykinin Receptor B2
CC	:Sitozin, Sitozin
CGG	: Sitozin, Guanin, Guanin
CK	: Kreatin Kinaz
CK-BB	:Kreatin Kinaz Brain
CK-BB15	:Kreatin Kinaz Brain 15
CK-MB	:Kreatin Kinaz Heart
CK-MM	:Kreatin Kinaz Skeletal Muscle
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
EDTA	: Etilendiamintetraasetat
GNB3	:Guanine Nucleotide-Binding Protein, Beta-3
HRM	:Yüksek Çözünürlüklü Erime
ID	: İnsersiyon/Delesyon
IMP	:İstirahat Membran Potansiyeli
MAXVO2	: Maksimum Oksijen Tüketimi
MCLK	:Myosin Light Chain Kinase

MLCK	: Myosin Light Chain Kinase
MLCK C3788A	:Myosin Light Chain Kinase
NaOH	:Sodyum hidroksit
NOS3	:Nitrik Oksit Sentaz
PCR	:Polimeraz Zincir Rekasyonu
pH'sı	: Power of Hydrogen
PPAR	: Peroksizom Proliferatör Aktive Reseptör
PPARA	: Peroksizom Proliferatör Aktive Reseptör A
PPARGC1A	:Perksizom Poliferatörle Aktifleştirilen Reseptör Gamma Koaktivatör 1-Alfa
qPZR	:Kontitatif Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RNaseA	:Bovine Pancreatic Ribonuclease
RT-qPCR	:Gerçek Zamanlı Polmeral Zincir Reaksiyonu
SDS	:Safety Data Sheet
STL-P1	:Sialyltransferase-Like Protein 1
TAEGA	: Tek Ayak Alt Ekstremitte Gözler Açık
TRİTONX	:Sentetik Naniyonik Sorfaktant
TT	:Timin, Timin
TTA	:Transversiyonel Nonsense Mutasyon
VDR	: Vitamin D Reseptörü
VEGF	: Vasküler Endoteryal Büyüme Faktörü
WB	:Western Blot
WB1	:Western Blot 1



# 1. GİRİŞ

## 1.1 ARAŞTIRMANIN AMACI

Örneklemimizde kas fizyolojisiyle ilişkili seçtiğimiz genetik varyantların tespit edilmesi ve kas enduransına yönelik alt ekstremitenin fonksiyonel testler ile değerlendirilmesi, futbolcularda farklı mevki oyuncularının kas yapılanmasına ilişkin genetik profillerinin herediter ve/veya edinilmiş kas gücü/dayanıklılığı yönünden farklılıkların ortaya konulması amaçlanmaktadır.

## 1.2 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Bizim çalışmamız ve bu tarz spor genetiği çalışmaları sonucunda ortaya konulabilecek genetik farklılıkların alt ekstremite grubu endurans faktörleriyle ilişkisi sahada sporculara yönelik doğru egzersiz programının belirlenmesi, takım oyununda oyuncuya özgü bireysel özelliklerin sahada etkin kullanımı açısından önem arz etmektedir.

## 1.3 ARAŞTIRMANIN HİPOTEZİ

Çalışmamızın hipotezleri:

H1: Farklı mevkilerde görev yapan futbolcuların AMPD1 gen varyantları açısından farklılık göstermektedir.

H2: Farklı mevkilerde görev yapan futbolcuların CKMM gen varyantları açısından farklı varyantlar göstermesi öngörülmektedir.

H3: Futbolcuların AMPD1 genotipleri alt ekstremite kas gruplarının enduransıyla ilişkilidir.

H4: Futbolcuların CKMM genotipleri alt ekstremite kas gruplarının enduransıyla ilişkilidir.

## 1.4 ARAŞTIRMANIN PROBLEM CÜMLESİ

Bu çalışmanın problem cümleleri şu şekilde sıralanabilir:

1. AMPD1 ve CKMM gen varyantları farklı mevkide görev yapan sporcularda farklı genotiplere sahip midir?

2. AMPD1 ve CKMM gen varyantları kas enduransına ve demografik veriler arasında bir ilişki olabilir mi?

### **1.5 ARAŞTIRMANIN ALT PROBLEM CÜMLELERİ**

Çalışmaya ait problem cümleleri şu şekilde sıralanabilir:

1. AMPD1 gen varyantları alt ekstremite grubu kaslarının hangisi veya hangileriyle ilişki göstermektedir?
2. CKMM gen varyantları alt ekstremite grubu kasların hangisi veya hangileriyle ilişki göstermektedir?

### **1.6 ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI**

Bu çalışma sadece amatör ligde 3 futbol klübünde ki sporcuyla gerçekleştirilmiş olup, genetik analizler AMPD1/CKMM gen varyantlarıyla ve kas endurans ölçümleri ise alt ekstremite ile sınırlanmıştır. Gönüllük esasına dayanan çalışmamızda aynı egzersiz programı uygulanan ve aynı amatör lig düzeyinde olan sporcu bulmanın zorluklarına ek olarak genetik analizlerin maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle bu örnekte iki gen çalışılabilmiştir.

### **1.7 ARAŞTIRMANIN VARSAYIMLARI**

Çalışmamız aşağıdaki varsayımlardan yola çıkarak gerçekleştirilmiştir:

1. AMPD1 ve/veya CKMM gen varyantları kas fizyolojisinde etkisi ortaya konulan proteinlerini düzenlediğinden dolayı farklı mevkide oynayan futbolcular spor fizyolojisi açısından farklı kas gruplarının aktif kullandığından dolayı farklılık gösterecektir.
2. Futbol esnasında en aktif kullanılan farklı alt ekstremite kaslarında addüksiyon, abdüksiyon, fleksiyon, ekstrasizyon enduranslarının AMPD1 ve CKMM gen varyantları arasında ilişki gösterecektir.
3. Çalışma verilerimiz ileri ki dönemlerde daha büyük örneklerde çalışılarak egzersiz bilimleri ve spor/sporcu yönetimi, seçimi açısından sahaya uygulanabilen pratik bilgilere dönüşebileceği gibi egzersiz fizyolojisi açısından önem arz etmektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 FUTBOLUN DÜNYADA VE TÜRKİYE'DEKİ YERİ

Futbol, iki takımın karşılıklı olarak belirlenmiş oyun kurallarına uygun ve belirlenen süre içerisinde topun rakip takımın kalesine olabildiğince fazla atılmaya çalışıldığı bir takım sporudur. Daha fazla gol atan takımın kazandığı müsabakada, bu amaca yönelmek ise değişik teknik davranış şekilleriyle gerçekleşir. Günümüzde yapılan spor dalları arasında futbolun yeri, önemi ve popülaritesi artarak devam etmektedir. Milyonlarca kişi gerek sporcu olarak gerekse seyirci olarak bu spora katılmaktadır. Bütün spor dalları içerisinde insanların fazlasıyla ilgisini çeken aktif ve pasif olarak insanları spora katılımını sağlayan futbol, bütün ülkeleri ve kuruluşları yatırım yapmaya iten en popüler spordur(Geç 1999).

Aerobik temeli olan futbol, 90 dakika boyunca anaerobik tipte oluşan hareketlerin ve top becerisinin birleştiği bir oyundur. Birebir mücadelede, dar alan oyununda, yöndeğiştirmede, ani duruşlarda ve oyuncu eksiltilmede temel özelliklerden biri olan sürat, günümüz futbolunda daha da önem kazanmış durumdadır. Bangsbo'nun 1991 yılında yaptığı çalışmalarda, "süratin tek başına teknik üzerindeki etkisinin kesin bir belirleyici olup olmadığı merak konusudur."sonucuna varılmıştır(Bangsbo 1991).

İnsanların fiziksel ve ruhsal gelişimini de olumlu yönde destekleyen futbol, aynı zamanda kişilik gelişiminde de bir eğitim aracıdır. Enerjisini olumlu yönde değerlendirir bir gruba ait olur, grup içinde doğru davranış gösterir, iş birliği yapar, lidere ve kurallara uyar, neşeyi ve kederi paylaşır, kendisine ve arkadaşlarına saygı duyar, özgüven duyar. Bu ve bunun benzeri duygusal paylaşım ile birey ve toplumların sosyal/psikolojik rehabilitasyonunun da önem arz etmektedir(Karatosun 1991).

1000 ayrı hareketin içinde bulunduğu ve hareketlerin bir biri ardına hızla değişebildiği bir oyundur futbol. 45'er dakikadan iki devre halinde oynanan oyun, temel aerobik bir yapı üzerine düzensiz aralıklarla sürat, kuvvet, süratte devamlılık, kuvvette devamlılık, patlayıcı kuvvet ve koordinasyon futbolun içerisinde teknik ve taktik ile birlikte bulunur.

Bu sporun ilk olarak nerede, kimler tarafından oynanmaya başlandığı kesin olarak tespit edilememiştir. Farklı kaynaklarda, farklı isim ve formatta bu oyunun önceki tarihlerde oynandığı anlatılmıştır. Çin kaynaklarında Çin İmparatoru Huang-Ti'in askerlerine M.Ö.(Milattan Önce) 2500 yılında iki direk arasından geçirilen bir top ile çeviklik talimi yaptırdığı belirtilmektedir. Kaşgarlı Mahmut ise “*Tepuk*” adı verilen bir oyunu oynadıklarını “Divan-ul Lügat-it Türk” adlı eserinde belirtmiştir. Günümüzdeki modern futbol ise Roma’da askerler arasında oynanan Harpastrum’a dayanmaktadır. Harpastrum’un İsa’nın doğumundan sonra ortaya çıktığı yazılmıştır. Ortaçağ oyunlarından olan “*la soule*” isimli oyun da futbolla benzerlikler içermektedir. Ortaçağ köylüleri modern futbolun topundan çok uzak olan şişirilmiş bir işkembeye vurarak oyunu sergiledikleri çalışmalarda görülmektedir(Arıpınar 1991).

Bir başka kaynakta da yine “*le souie*” oyunundan bahsedilmektedir ve Ortaçağ’da Romalı askerler tarafından oynanan bu oyunun futbola çok benzediğinden söz edilir. Lakin futbolun İngiltere’de 11. yüzyıldan beri oynanmakta olduğu herkesçe bilinen bir gerçektir. 17.Yüzyıl İngilteresinde futbol tam manasıyla gözde spor olmuş ve kralların bile halkı hatta soyluları bu oyunu oynamaya teşvik ettikleri görülmüştür(Özmen2000). Fransızlar bu oyunun “*la soule*”den türediği görüşünü savunuyorlar. İtalyanlarda oyunun kendilerinden yani İtalya’dan gitmiş olduğunu ileri sürüyorlar. Yinede İngiltere’de 12. yüzyıldan beri futbol tutkuyla oynanmaktadır. Bu tutku giderek köy ve kasabalarda büyük bir rekabet ortaya çıkarmıştır. Bu rekabet çatışmalara neden olmuş ve Kral II. Edward, 1314 tarihinde yayınladığı bir fermanla futbolu İngiltere’de yasaklamıştır(Arıpınar 1991). Dünyada bu sporun yayılmasında, İngilizlerin gittikleri her yerde bu oyunu oynamalarının büyük etkisinin olduğu iddia edilmektedir. Türkiye’de de 1800’lü yıllarda futbolun İzmir ve İstanbul’da İngilizler tarafından oynanmaya başladığını ve zamanla oyuna duyulan ilgi ve sevginin arttığını görmekteyiz(Keten1974).

Türkiye’de kulüpler kurulmaya başladıktan sonra futbolun gelişmesi hızlanmıştır. Yüz binlerin bir araya gelerek seyredebileceği bir organizasyon ihtiyacınıfutbol tek başına karşılamış ve tesis etmiştir. Günümüzde futbol, milyonlar hatta bazen milyarlarca insanıtelevizyon ekranları başına toplayabilen ve seyredenlere büyük zevk veren, uluslararası heyecanı tesis eden hatta ülkelerin savaşmasına veya iktidar değişimlerine neden olabilecek kadar popüler ve sevilen bir spor dalı olarak ifade edilebilir(Doğar 2002). Türk toplumuna modern futbolun giriş tarihi 19. yüzyılın sonlarına tekabül

etmektedir. Osmanlı toprakları üzerinde ilk kez gayrimüslimler ve bu topraklar üzerinde yaşayan yabancı uyruklu insanlar tarafından oynanmıştır. 1875 yılında Selanik, 1877'de de İzmir'de hafta sonu tatillerinin en büyük eğlencesi haline gelmiştir. İzmir'de ilk defa futbolu oynayan İngilizler olmuştur.

1894'de İngilizler, Football Club Smyrn'i İzmir'de kurmuşlardır. "Cycling Clup" ise 1891 yılında kurulmuş ve bisiklet ve atletizm ile birlikte futbolda da faaliyet göstermiştir. Sporting Club'ın 1896 yılında kurulmasıyla beraber futbolda rekabet ortamı oluşmaya başlamıştır. Futbolun yanında jimnastik, atletizm ve bisiklet gibi farklı spor dalları da halkın ilgisine sunulmuştur(Urartu 1987). 1950'li yıllardan sonra futbola duyulan ilgi ve alaka ülkemizde artmıştır. Günlük yaşamın ve günlük konuşmaların bir parçası haline gelmiştir artık futbol. Demokrat Parti'nin iktidara gelerek tek partili dönemi bitirdiği o tarihlerde Türkiye'deki siyasi ve ekonomik durumlar futbola da yansımış ve böylece ulusal basının ortaya çıkmasına zemin hazırlanmıştır(Kılıç 2006).

## **2.2 FUTBOLDA SPORTİF PERFORMANSI ETKİLEYEN FAKTÖRLER**

Her spor kendine has bir kazanma felsefesini bünyesinde barındırır. Bunun yanında taktik anlayışı ve hareket dizilimleri de kendine has farklılıklar göstermektedir. Farklı taktik anlayışı ve hareket dizilimi ise sporcuların fiziki yapılarını etkileyen birer faktör olarak literatürde tanımlanmaktadır(Elliott 1998).

Bu faktörler alt başlıklar halinde yaş, antropometrik özellikler, cinsiyet ve genetik farklılıklar olarak sınıflandırılabilir. Yaş, sporcunun çabuk toparlanması ve iyileşmesi gibi durumlarda büyük önem az eder. Antropometrik özellikler ise farklı branşlarda ki sporcuların boy, kilo, yağ oranı gibi özelliklerinde farklılık göstermeleridir. Basketbolcu bir bayan sporcu ile gülle atma branşında ki bir bayanın boy, kilo oranları birbirinin aynısı olmayacaktır. Hatta aynı spor branşında ki farklı mevki ve pozisyon oyuncularının dahi boy, kilo, yağ oranı, kas esnekliği ve gücü farklılık gösterebilir.

### **2.2.1 Biyokimyasal ve Fizyolojik Faktörler**

Futbol da performans, birden fazla değişkenin birlikte bulunması ile meydana gelmektedir. Bu faktörlerin arasında genel fiziksel yeterlilik yetkinlik, sporcu sağlığı, genetik yapısı ve antrenman sayılabilir. Canlı sistemlerin önemli bir fonksiyonudur fiziksel aktivite. Egzersiz uyumu, kardiyovasküler aktiviteye adapte olmak ve fizyolojik

denge ile fiziksel denge gibi bedenin verdiği cevabın düzenlenmesinde diğer birçok etken önem arz ettiği gibi hematolojik ve biyokimyasal düzeyler de önemli rol oynayabilmektedir(Arslan vd. 1997).

Futbolun fizyolojik olarak gerekleri sporcunun kuvvet, esneklik, aerobik, anaerobik ve çabukluk kapasitesinin yeterli düzeyde olmasıdır. Bu fizyolojik gereklilikler sporcunun oynadığı pozisyon ve role, sporcunun kendisine ve oynadığını takımın oyun stil ve stratejisine göre değişiklik gösterir(Reilly2002).

Aerobik ve anaerobik güç veya kapasitefutbolda ve futbolcular da büyük bir öneme sahiptir. Bu önemin nedeni futbolun içinde farklı şiddetlerde kısa ve uzun süreli birçok aktivitenin olmasıdır. Bu aktivitelerden bazıları, durma, yürüme, yön değiştirme, sıçrama, şut, pas, top sürmedir. Bu aktiviteler yüksek aerobik ve anaerobik gücü gerektirmektedir. Aerobik ve anaerobik güç kaslarının kuvvet ve patlayıcılığı ile doğrudan alakalıdır. Futbol o kadar kompleks bir yapıya sahiptir ki bir futbolcu da hız, çeviklik, reaksiyon, koordinasyon, denge, dayanıklılık, aerobik ve anaerobik güç gibi birçok özelliğin bir arada bulunması gerekmektedir(Mendes2012). Aerobik dayanıklılığın üzerine düzensiz olmak kaydıyla çok şiddetli anaerobik aktiviteleri içinde barındıran ve çok yönlü olan bu aktiviteler sırasında, teknik ve beceri gerektiren tüm unsurların sahaya yansıtılmasını gerektiren bir spor dalıdır futbol. Futbolda başarı oyuncunun fiziki durumu, kondisyon ve teknik, taktik ile beraber oyunu okuyabilme kabiliyeti ile sağlanabilmektedir. İki devre halinde oynanan futbol, standart bir fiziki yapı şartı istemese de mesela basketboldaki boy sınırlaması gibi fiziki olarak yeterli olmayı ve güçlü kondisyon özelliklere sahip olmayı gerektirmektedir(Açıkada vd.1999).

Konuyu fizyolojik açıdan ele alırsak, gerekli olan enerjinin oksijensiz ortamda hücre ve doku içindeki depolardan kimyasal etkileşimle elde edilmesine anaerobik, oksijenli ortama elde edilmesine de aerobik metabolizma denir. Aerobik metabolizma yoluyla, ATP'nin yeniden sentezlenmesi için gerekli enerji oluşmaktadır(Günay 1999). Anaerobik çalışmada enerji ihtiyacını vücut oksijensiz ortamda çalışarak giderir. Anaerobik egzersizde fosfokreatin kullanılarak glikoz yıkılabilir. Aerobikte ise uzun süreli egzersiz türü olması nedeniyle oksijen kullanılır.

Yüksek tempolu antrenmanlar esnasında maksimum oksijen tüketimi artış göstermektedir. Antrenmanlar esnasında bu artışa adapte olabilmek güçlü solunum

kaslarına ve güçlü, geniş akciğer kapasitesinin var olmasına bağlıdır. Bu etkenlerin yanında sporcunun genetik faktörlerinin de uygun olması da önemlidir(Guyton 2003).

Futbol müsabakası esnasındaki hepsi farklı aktiviteleri ortaya koymaktadır. Orta saha oyuncularının 11.4 km mesafe kat ettikleri, defans oyuncularının ise 10.1 km, forvet oyuncuları ise 10.5'lik mesafe kat ettikleri ifade edilmektedir. Görüldüğü üzere maç esnasında bir futbolcu ortalama 8 ila 11 km'lik mesafe kat etmektedir. Futbolcular oyun süresi içinde yüzde 17.01 oranında durma, yüzde 40.4 oranında yürüme, yüzde 35.1 oranında düşük şiddetli koşu, yüzde 8.1 oranında yüksek tempoda koşu ve yüzde 0.7 oranında yüksek tempoda sprint gibi aktiviteleri yerine getirmektedir. Bu ölçülen aktivitelerle birlikte bir futbolcu müsabaka esnasında ikili mücadeleleri, kafa vuruşları, top sürüşü, şut, sıçrama, taç atışları ve dönüşler gibi farklı aktivitelerde yerine getirmektedir(Küçük 2009).

Birinci ve ikinci yarı arasındaki yüklenme şiddetlerinde de farklılıklar gözlenmiştir. "Birinci yarıya göre oyunun ikinci yarısında yüklenme şiddeti ve kat edilen mesafe yüzde 5 veya 10'luk bir dilimarasında azalmalar göstermiştir." diyen(Bangsbo1994), maç sırasında her bir futbolcunun yaklaşık 90 saniyede bir, ortalama 2 ila 4 saniyede sonlanansprintler gerçekleştirdiğini söylemiştir. Ayrıca maç sırasında kat edilen mesafenin yüzde 1 ila yüzde 11'ini sprintler oluşturmaktadır. Süre bakımından futbolun çoğunlukla aerobik metabolizmaya bağlı olduğu görülmektedir. Oyunun yaklaşık yüzde 80 ve yüzde 90'ı düşük ve orta şiddetli aktiviteleri içermektedir. Geri kalan yüzde 10 ve yüzde 20'lik dilimde ise yüksek şiddetli aktiviteler yer almaktadır. Bangbo, süre nedeniyle futbolun çoğunlukla aerobik metabolizmaya bağımlı olduğunu söylemektedir.90 dakikalık bir futbol müsabakası esnasındamaksimal kalp atım hızının anaerobik eşiğe yakın olduğu gözlenmektedir(Bangsbo 1994).

### **2.2.2 Psikolojik Faktörler**

Leahey (2000), insanı yalnızca davranışları veya duygularına indirgeyerek değerlendirmenin, karmaşık bir makineyi basit bir makine gibi parçalarına ayırarak incelemeye benzetmiştir. Halbuki bu geniş kapsamlı ve karmaşık yapıdaki onlarca parça bütünü oluşturmaktadır ve bu parçaların komplike çalışması ile ancak hedefe ve amaca ulaşılabilir. Tüm fizyolojik gereklilikler yerine getirirse ve şartlar sağlansa ya da teknik konular bütünüyle kavranırsa bile sportif performansta istenilen düzeye ulaşamayabilir.

Ancak bu etmenlerin yanında baskı altında karar alabilmek, odaklanabilmek ve tekniği doğru yerde, doğru zamanda kullanabilmek zihinsel bir kabiliyeti gerektirir. Genel olarak tanımlarda performansın davranışın sınırlı bir kısmı olduğu söylenmiştir. Ama performansı, “belirtilen somut bir işi yapmak için atılan adımlar” diye adlandırılması daha doğru olabilir. İyi bir performans denilince akla o spor dalında iyi bir derece elde etmek veya üst düzey bir çalım atmak kavramları akla gelir. Galibiyete başarılı bir performans, mağlubiyete ise başarısız bir performans denilmektedir. Oysaki sportif performans böyle sınırlandırılmamalıdır. Sporcunun becerilerini ve üstün özelliklerini koordineli olarak ortaya koyması, iyi bir sportif performans olarak gösterilebilir(Çamlıyer 1990).

Biyomekaniksel, fiziksel, sosyal ve taktiksel hazırlıklar sporcunun iyi bir seviyeye ulaşması ve mükemmel performans göstermesi için yeterli görülmemektedir. Bunların yanında psikolojik hazırlıklarında planlanması ve diğer unsurlarla beraber uygulamaya konulması gerekmektedir. Bu unsurlardan birinin bile eksikliği, doruk performansa ulaşılmasında başarısızlığa neden olabilir(Brewer 2009). Bir müsabakayı kaybettiği zaman sporcu ekonomik kaygıların yanında şöhret ve yer olarak da kayıplar yaşayacağını bilmektedir. Bu düşünce ve fikirlerin neticesi olarak her yaptığı müsabaka öncesi ve esnasında, bu kaygılarla birlikte performansını sergilemek durumunda kalmaktadır(Akarçeşme 2004a).

Sportif performansın daha ilerilere götürülmesi için çalışmalar devam etmektedir. Yeni antrenman metotları yeni prensipler ve beslenme kuralları araştırılarak, sportif performansı üst seviyelere çıkartma arayışları devam etmektedir. Bütün bu araştırmalar sportif performansın yalnızcafiziksel yeterliliğinmükemmel olması şartına dayanmadığı, bununyanında psikolojik kapasitenin de küçümsenmeyecek bir rolü olduğunu göstermiştir(Akarçeşme 2004b).

Performansı etkileyen psikolojik faktörler arasında heyecan, hasret, zihinsel aktivite, yorgunluk, seyirci, ağrı, isteksizlik, sür antrene olmak, kompleksler, kararsızlık, kişinin kendi psikolojik savaşı, sporcunun kötü gününde olması, bedensel içdeğişimler ve bedensel dış değişimler gibi çeşitli etmenler yer almaktadır(Wittig 1984). Üst düzey antrenörler bu faktörleri göz önünde bulundurarak antrenmanlarını programlamaktadırlar. Eğitimci ve antrenörler, sporcunun kişiliğini tanıyarak onu maksimalperformansa çıkartacak, karakterine uygun yöntemleri bulacaktır. Ancak



antrenörler bunu kendi kişisel sezgi ve deneyimlerine dayanarak veya bir psikologdan yardım alarak yapabilmışlerdir(Başer 1998).

### **2.2.3 Antrenman ve Egzersiz Faktörlerinin Etkileri**

Bompa'ya göre bir sporcu, aktivitesi için gerekli olan enerjinin büyük bir bölümünü aerobikolarak sağlayabilecek durumdadır. Bu bir sporcunun müsabaka sırasında uzun süreli bir zaman aralığında daha yüksek bir egzersiz temposu ile çalışabilmesi demektir. Müsabaka sırasında bir sporcunun, daha yüksek yoğunlukta egzersiz yapmasına olanak sağlayan etken, gelişmiş bir dayanıklılık kapasitesidir. Gelişmiş bir dayanıklılık, sonraki müsabakaya tam kapasite aktivite yapabilecek duruma gelinmesi için kısa bir zamana ihtiyaç duyulması demektir. Toparlanma süresi olarak daha az bir zamana gerek duyulmaktadır. Yüksek yoğunluktaki egzersiz, bir oyun esnasında daha sık olarak yapılabilir. Yüksek bir yoğunlukta ve uzun süreli egzersiz yapabilme kabiliyeti ancak doğru antrenman ile mümkündür. Sürat artışı ve devamlılığı ile şut gücü gibi aktivitelerin performans artışına doğru bir şekilde katılması ve geliştirilmesi ancak antrenmanla mümkündür. Antrenman kişinin sportif performansını artırmayı amaçlayan ve organizmada morfolojik değişikliklere sebep olan ve belirli zaman aralıklarında belirlenen şiddette yapılan yüklenmelerin bütünüdür. Antrenman şiddeti için fizyolojik egzersiz kapasitesinin, egzersizin süresinin ve uygulama yoğunluğunun şiddetinin önemli olduğu ve ek olarak birim zamanda gerçekleştirilen motor sinir uyararı ile doğrudan bağlantı olduğu gözlenmiştir. Motor uyarıların niteliği ile hız, yük ve setler arası dinlenme süresine göre değişiklik ortaya çıkmaktadır(Bompa 1998).

Futbolda sürati ve tekniği birleştiren başlıca etken kas içi ve kaslar arası koordinasyonudur. Kaslar arası koordinasyonu agonist ve antagonist kas uyumu sağlamaktadır. Kas içi koordinasyon, sinir sisteminin yönettiği kaslar ile birlikte etkin çalışmasıyla meydana gelmektedir. Sinirlerin kasları uyarı hızı, reaksiyon ve kasların yapısı teknik ve sürati birleştiren unsurlardır. Esneklik, hareketin genişliğini oluşturmaktadır. Tekniğin doğru yapılması ve kuvvetin uygulanması esnekliğe bağlıdır. En çabuk kaybedilen özellik olan esneklik eğer azalır veya kaybolursa koordinasyonda bozulma meydana gelir. Buda süratin, tekniğin bozulması ve sakatlıkların ortaya çıkmasına sebep olabilir. Sporda sürat, insanın motorik özelliklerinin en kısa sürede en

uygun biçimi alması anlamına gelir. Süratin ön şartı hareketin kısa sürede uygulanmasıdır. Kimileri doğuştan kimileri sonradan süratingeliştirebildiğini söylemektedir. Kuvvet, üst seviye ve liglerde futbol oynamak için kuvvet antrenmanları doğru uygulanmalıdır. Yüzme, kürek ve kano branşlarında aktiviteye daha yoğun katılan bölgelerde lokal yorgunluk gözlemlenir. Kuvvette devamlılık, bu lokal yorgunluklara karşı koyma veya daha az yorulma yeteneğidir. 400 metreden 100 kilometreye kadar olan koşular dayanıklılık koşularıdır. Dayanıklılığı bazı kaynaklarda da yorgunluğa karşı koyma, yorgunluğa direnç gösterme yeteneği olarak ele almış ve anlatmışlardır. Diğer tanımlardan farklı olarak yüklenme şiddetini ön plan da tutup kuvvet ve sürat uygulanırken ortaya çıkan yorgunluğa karşı aktiviteyi, egzersizi devam ettirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır(Harre 1971).

Akgün 1989'da yapılan araştırmalarda aerobik kapasite için kasların oksijenli sistem olan aerobik metabolizma ile elde edilen enerjiyi kullanması ve yapılan fiziksel aktiviteyi tamamlama kapasitesi olduğu belirtilmiştir. MaxVO<sub>2</sub> (maksimum oksijen kapasitesi) sürekli artmakta olan egzersiz yoğunluğu anında kasların kullandığı en yüksek oksijen hacim değeridir. MaxVO<sub>2</sub>sporcunun aerobik kapasitesinin iyi olduğunun bir göstergesidir. Birim zamanda kullandığı maksimum oksijen miktarı kişinin aerobik kapasitesini belirler. Kişi her geçen saniye artan bir iş yaptığında, kullandığı oksijen miktarı da kademeli olarak artmakta ve sonuçta öyle bir noktaya gelmektedir kibu andan itibaren kişinin veya sporcunun yaptığı aktivite artsa dahi kullandığı oksijen miktarı artık fazla bir artış göstermemekte ve seviyesini korumaktadır. Tam bu anda sporcunun veya kişinin kullandığı oksijen maksimaldir. MaxVO<sub>2</sub> sporcunun kondisyonunun en iyi kriteri olarak kabul edilir(Akgün 1989).

Kısa süreli ama yüksek şiddetli yapılan aktivite veya harekette enerji kaynağı olarak anaerobik kullanılır. Anaerobik enerji kaynaklarının miktarları az olduğu için yapılan hareketin devamı ancak bu enerji kaynaklarının tekrar kazanılması ile mümkündür. Anaerobik güç sporlarını beş yıldan daha fazla yapmış sporcular, antrenman yapmayan veya dayanıklılık antrenmanı yapmış kişilere göre yüzde 30 daha fazla anaerobik kapasiteye sahiptirler(Şenel 1991). Sporcuların antrenman programlarının düzenlenmesi ve rehabilitasyon sürecinde egzersiz reçetesi yazılması için anaerobik eşik değer ile birlikte MaxVO<sub>2</sub> değerlerinin bilinmesi, yapılacak olan aktivite ve egzersiz yoğunluklarının belirlenmesi için önemlidir. Halter, disk atmak, hız koşuları, basketbol

ve futbol gibi oyunlarda çokça yer alan ani çıkışlar ve buna benzer aktiviteler için sporlarda anaerobik güç kullanılmaktadır. Bu branşlarda anaerobik kapasitenin önemi daha iyi değerlendirilmektedir (Bompa, 1998).

#### **2.2.4 Genetik Faktörler**

İnsanın genetik bilgilerinin tümü bireyin genomunda yer almaktadır. Bu veriler her bir hücrede bulunan hücre çekirdeği içinde var olan 23 çift kromozom tarafından taşınmaktadır. Proteinlerin ve DNA'nın (Deoksiribo Nükleik Asit) paketlenmiş haline kromozom denilir. DNA dört baz içerir ve sarmal bir yapıya sahiptir. Adenin, guanin, sitozin ve timin DNA'yı oluşturan dört bazın isimleridir. Bazların dizilimi ile belirlenen genetik bilgiler nükleotid zincirinde yer alır. İşte burada özel olan bir protein dizisi oluşturabilen DNA dizinine "gen" ismi verilmektedir. İnsan genomu ortalama 30.000 farklı geninden oluşmaktadır. Birçok hastalığın teşhis edilmesinde ve hastalık ortaya çıkmadan önlenmesinde kullanılmaktadır (Tural vd. 2011).

Genetik faktörlerin sportif performansa olan katkıları son on yıl içerisinde yapılan birçok epidemiyolojik, deneysel çalışmalarda farklı spor gruplarında gösterilmiştir. Atletik performans için önemli olan kuvvet, güç, dayanıklılık, kas fibril boyutları, kas fibril kompozisyonu, esneklik, sinir kas koordinasyonu gibi bileşenler de genetik ile doğrudan ilişkilidir. Bu, sportif performansın yüzde 66 oranında genetik ile ilişkili olduğunu gösteren araştırmalardan elde edilen bulgular sonucunda saptanmıştır. Geri kalan yüzdeler ise antrenman kalitesi, beslenme, seçilen ekipmanlar, sporcunun motivasyonu ve uyku oluşturmaktadır (Ahmetov vd. 2013; Lopez and Tuvblad 2016). Günümüzde performans sporcuları incelendiğinde sporcuların genetik, fizyolojik ve anatomik yapılarının performansta çok önemli bir yere sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar hücre içi enerji metabolizmaları ve kardiyovasküler dayanıklılık, antrenman ile geliştirilebilen özelliklerden olsalar da uzuvların uzunluk oranları, vücut ağırlığı, kas yapısı ve tipi gibi özellikler genetik faktörler tarafından şekillenmektedir (Smith 2003). Claude Bouchard (1983) çalışmasında, 36 yıl evvel sportif performansın genetikle olan ilişkisinden bahsetmiş ve bu alanda öncü niteliğinde veriler kaydetmiştir.

Yetenek sporda başarı için önemli bir unsurdur. Kişinin doğuştan gelen zihinsel beceriler, fiziksel avantajlar, kapasite ve genetik durum gibi etkenlerin tümünü kendisinde barındırması yetenekli olmak olarak tanımlanabilir (Kaynar ve Bilici 2017).

Yetenek seçimi, genç yaştaki sporcuların doğru ve kişiye özgü bir antrenman programına tabi tutulması için önemli bir aşamadır. Bu seçim büyük çoğunlukla bireyin fiziksel ve fizyolojik özelliklerine ve spor performansına göre yapılmaktadır. Bu aşamada sporcunun daha başarılı olabileceği bir spor branşına yönlendirilmesi çok önemlidir(Vaeyens vd. 2008). Yapılan çalışmalar kas kuvvetinin yüzde 30-80 oranında kalıtsallıktan etkilendiğini göstermektedir(Hughes vd. 2011). Genetik test, birey henüz spora başlamadan dahi önemli bilgiler verebilmektedir. Bu kapsamda genetik test, araştırmacılar tarafından yetenek seçimi aşamasında bireyin yatkın olacağı spor türü hakkında bilgiler veren alternatif bir yöntem olarak gösterilmektedir(Jamshidi vd. 2002).

Genetik çalışmalar sporcular üzerinde 3 farklı şekilde yapılmaktadır. Birincisi, kişinin kabiliyetlerinin nesiller arası aktarımı ikincisi, kabiliyetleri birbirine benzeyen sporcuların gen haritalarındaki benzer noktalar, üçüncüsü ise kişideki kabiliyet ve özelliklerin olmasına neden olduğu düşünülen genlerin incelenmesi şeklinde yapılmaktadır. Birinci tür gen çalışmasında kabiliyet ve istidatların akrabaların benzerlikleri ile örtüşeceği varsayılarak, nesiller arası aktarım üzerinde genetik çalışmalar yapılmaktadır. İkinci çalışma türü gen haritası çıkartma yöntemidir. Bu yöntemde ise çıkartılan genlerin birbirlerine olan uzaklıkları incelenmektedir. Çünkü nesil bağı şartı bulunmamaktadır. Bu yöntemde belirleyici faktör benzer özelliklere neden olan genler üzerinde yapılan istatistiksel incelemelerdir. Üçüncü çalışma türü ise belirtilen sporcunun kabiliyet ve istidatlarına etkisi olduğu düşünülen genlerin incelenmesiyle yapılmaktadır(Işık 2008). Sportif performans, hedeflenen bir fiziksel aktivite görevinin yapılması esnasında ortaya çıkartılan gayret ve çabanın bütünüdür. Bir diğer manada performans, müsabaka esnasında ya da atletik görevin yerine getirilmesi sırasında, sürenin ve sonucu etkileyen tüm faktörlerin bütününe bakarak değerlendirme yapılmasıdır(Bayraktar ve Kurtoğlu 2009).

Perusse ve arkadaşları, gen haritası çalışmalarının performans özelliklerini belirleyen genlerin yerlerini ve niteliğini belirlemek üzere yapıldığını belirtmişlerdir. Büyük topluluklarda o topluluğa özgü genetik yapı tarafından belirlenen dış yapısal özelliklerin belirlenmesi, genetik belirleyicilerin bulunması ile birlikte istatistiksel çalışmalar genetik çalışmalarının büyük kısmını oluşturmaktadır. Fenotipik yani dış yapısal özelliklerin belirlemek amacıyla her bir genin performans üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Bu sebeple genetik haritalar ortaya çıkartılmaktadır(Perusse vd. 2003).

Sportif performansın büyük kısmının kalıtsal olduğunun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Silventoinen ve arkadaşları, çoğu spor branşındaki boy uzunluğunun yüzde 80 oranında kalıtsallık gösterdiğini söylemektedirler(Silventoinen vd. 2008). Yapılan çalışmalar, sportif performansta önemli bir yeri olan vücut tipinin de kalıtımla ilgili olduğunu yani kalıtım ile vücut tipinin belirlendiğini bizlere göstermektedir(Peeters vd 2007). Aynı zamanda aerobik dayanıklılığın yüzde 50 oranında kalıtımsal olarak geldiği ve kas kuvvetinin yüzde 30-83'lük diliminde kalıtsal olduğu anlaşılmıştır(Bouchard vd. 1998; Costa vd. 2012).

Günümüzde araştırmacıların sportif performansa fizyolojik etkileri açısından mutabık kaldıkları genlerden birisi *ACE* (Anjiotensin Konverting Enzim) genidir. *ACE* geni anjiotensin 1 molekülünü anjiotensin 2 molekülüne dönüştüren bir enzimi kodlamaktadır. Bu enzim sayesinde hormonal regülasyon damar endoteli üzerinde ve tansiyon kan basıncı mekanizmasını düzenlemekte rol oynamaktadır(Soubrier vd. 1993). *ACE* geni 17'inci kromozomda 26 ekzondan oluşan yüzlerce polimorfizmi ve mutasyonu olan bir gen olup bunlar arasında en fazla görülen spor performansı ve egzersiz fizyolojisi ile ilgili mutasyonu *ACE*, ID (İnsersiyon/Delesyon) mutasyonudur(Rieder vd. 1999). Buna göre I mutasyonu yani insersiyon ekleme mutasyonu gibide ifade edilebilir ve doğal tip alleli göstermektedir. D ise delesyonu tipi bir mutasyondur. Genellikle Kafkas ırkında ID genotipi sıklıkla görülmektedir. I alleleline fazla sahip olan atletlerde sportif dayanıklılık ve iskelet kasındaki tip1 fibrillerinin artışı gözlemlenmektedir(Zhang vd. 2003). Yine I alleli taşıyan sporcularda MaxVO<sub>2</sub>'nin yüksek olduğunu gösteren ve kalp kası direncinin performansa bağlı olarak fazla olduğu gözlemlenmiştir(Ahmetov and Fedotovskaya 2012a). Bu durum dağcılarda (Montgomeryve vd. 1998), kürekçilerde (Ahmetov vd. 2008) ve 19 farklı olimpik spor branşında bulunan sporcularda (Myerson vd. 1999) I alleleline fazlaca rastlanmaktadır.

*BDKRB2-9* damar gevşemesi geni vazodilatasyon ile ilgili bir gen olup egzersiz sırasında kan akım insülin duyarlılığı ve glukoz aktarımını artırır. Bredikinin adı verilen proteini kodlayan bir genidir. Bu gen ACE tarafından pasifleştirilir. Birinci ekzonun dokuz baz çifti tekrarının yokluğuna ve varlığına göre mutasyonlar saptanır (Williams vd. 2004). Uzun mesafe koşucuları ve triatletlerde bu mutasyonun kontrol gurubuna göre daha fazla olduğu gözlemlenmektedir(Koku 2015).

*NOS3* (Nitrik Oksit Sentaz) damar endotel hücreleri kaynaklı bir vazodilatördür. Nitrik oksit sentaz adı verilen protein L –arjininden üretilmesine neden olur. Düz kas dokusu gevşemesi ve kardiyovasküler sistemin düzenlenmesinde önemli rol oynar. En çok bilinen mutasyonları, özellikle T786C polimorfizimi için T allel sıklığında, sporcunun oyunda kalma süresi açısından bilgiler saptanmıştır(Gómez vd. 2009).

Adrenerjik Reseptör *ailesi ADRA2A,ADRB2* olmak üzere alfa ve beta adrenerjik reseptörler, sempatik sinir sisteminin düzenlenmesinde önemli rol oynar. Kalp atım hızı, kan basıncı elit atlerde dayanıklılık ve oyunda kalma süresine ilişkin birçok farklı çalışmada, spor performansına ilişkin deneysel veriler gözlemlenmiştir(Ahmetov and Fedotovskaya 2012b;Wolfarth vd. 2000).

*PPAR $\alpha$*  yağ asidi ve şeker metabolizmasında önemli bir transkripsiyon faktörüdür. İmmün yanıt, hücre farklılaşması, inflamasyon gibi birçok mekanizmayı düzenleyecek canlının homeostazında önemlidir. Alfa, beta, delta olmak üzere 3 tiptir(Proia 2014). *PPAR $\alpha$*  (peroksizom proliferatör-aktive reseptör  $\alpha$ ) yağ asidi katabolizmasında karaciğer, iskelet ve kalp kası gibi dokularda görev yapmaktadır. Aynı zamanda oksidatif metabolizmada önem taşır. Bu sebeple *PPAR $\alpha$*  başta olmak üzere birçok *PPAR* gurubunun kas tipi lifinde önemli rol oynadığı ve sporda dayanıklılık ve aerobik performansla ilişkili oldukları yapılan çalışmalarda bildirilmektedir(Eynon vd. 2010; North vd. 1999).

*PPARGC1A Ser 482*allel sıklığının düşüklüğü ve *PPAR $\alpha$*  GG genotipinin sıklığının, aerobik metabolizmanın önemli olduğu sporlarda dayanıklılık yönünden avantaj sağladığı bildirilmiştir(Ahmetov and Fedotovskaya 2012c).

*ACTN3* ( $\alpha$ -aktinin-3) actin proteini kas hücresi fizyolojisinde önemli bir protein olup özellikle iskelet proteininin miyofibriller şeklinde kontraksiyonunu düzenler(Djinovicvd. 2005; MacArthur and North 2004). Özellikle insanlarda *ACTN2* ve *ACTN3* tarafından kodlanan  $\alpha$ -aktinin-2 ve  $\alpha$ -aktinin-3 izoformları iskelet kasında bol miktarda bulunur. Çok az miktarlarda da beyin dokusunda sentezlenmektedir (Beggs vd 1992). *ACTN3* geninin RS77x polimorfizimi 17'inci ekzonda C→T bir sitozin ve timin mutasyonudur. Bu mutasyon sonucunda T alleli olanlarda erken dur kodonu sonucu az veya hiç *ACTN3* sentezlenmez(North vd. 1999). RS77x mutasyonunun hızlı kas liflerinin

fonksiyonunu etkilediği ve özellikle aerobik yolları aktive edip sporcunun dayanıklılığını arttırdığı gösterilmiştir(De Moor vd. 2007; Yang vd. 2009).

*VDR* kemik yoğunluğu ve kas kitlesi açısından oldukça önemli bir metabolit olan D Vitamini *VDR* (Vitamin D Reseptörü) geninden kodlanmaktadır. Fok1 polimorfizmi en sık rastlanılan polimorfizimlerinden birisi olup T→C mutasyonu, futbolcularda sedanter yaşam sürenlere göre daha fazla saptanmıştır. Aynı zamanda bir başka klinik çalışmada ise yine T alleleline sahip bireylerin quadriceps kas gücünün olduğu çeşitli çalışmalarda ifade edilmiştir(Hamilton 2011).

*VEGF* (Vasküler endoteryal büyüme faktörü)iskelet kasının performansa bağlı olarak damarlanması dış ve iç faktörlere bağlıdır. Vasküler endoteryal büyüme faktörü damar üzerinde bulunan endotel hücrelerinin çoğalmasına ve bu hücrelerin damarda migrasyonuna yardımcı olan bir moleküldür. Bu molekülün özellikle aerobik antrenman ile ilişkili sporlarda, dayanıklılık sporlarında ve kas gücü ve enduransına bağlı olarak spor yapan sporcularda değiştiği makalelerde tartışılmaktadır. Rus sporcularda dayanıklılık ile ilişkili AGG ve CGG haplo tipi (Ahmetov and Fedotovskaya 2012d), aynı zamanda aerobik antrenman sergileyen diğer spor dallarında da 472 GLN allelinin yüksek görüldüğü saptanmıştır(Ahmetov vd. 2009). Ayrıca vastus lateralis kasının tip1 oranının fazlılığı ve MaxVO2 ile ilişkisi olduğu yönünde veriler elde edilmiştir.

#### **2.2.4.1 AMPD1 geni ve sportif performansa etkisi**

AMPD (Adenozin monofosfat deaminaz) antrenman süresi boyunca çok önemli bir enerji metabolizma düzenleyicisidir(Rubio vd. 1985). AMPD, AMP'yi IMP'ye (inosin monofosfat) çevirerek miyokinaz reaksiyon eşitliğini ATP üretimi yönünde değiştirir(Fischer vd. 2007a). ( $2 \text{ ADP} \leftrightarrow \text{ATP} + \text{AMP}$ ) Ayrıca AMPD reaksiyonu purin nükleotitin başlangıç reaksiyonudur ve adenin nükleotidlerini açığa çıkartarak en iyi şekilde enerji yüklenmesinin belirlenmesinde merkezi role sahiptir(Fedotovskaya vd. 2013).

Purin nükleotid döngüsünün diğer önemli fonksiyonu, amino asitlerin salınması ve IMP yoluyla glisolitik yolunun belirlenmesidir. Fiziksel aktivitenin, iskelet kas AMPD aktivitesini azaltmakta olduğu gözlemlenmiştir(Fischer vd. 2007b). Ayrıca, iskelet kastaki AMPD salınımı kastaki lif bileşenine bağlıdır. Sürat koşulu (sprint) çalışmalarda, AMPD aktivitesinin azalmasının hızlı lif kopmalarını (tip2) artırdığı rapor

edilmiştir. Bu yüzden AMPD salınımının fiziksel aktivite yoğunluğundan etkilendiği gözlemlenmiştir. AMPD'nin spesifik izoform yapıdaki kası (AMDP1) ayrıca miyodenilat deamin olarak da bilinmektedirki tüm iskelet kas liflerinde kromozom 1'de bulunan genbu izoformu kodlar(Norman vd. 2001). AMPD1 genellikle tip2 kas liflerinde ifade edilir. Ayrışmış AMPD1 gen salınımı enzim aktivitesinde nicel çeşitlenmelere katkıda bulunabilir. Farklı tipteki liflerde hissizleşmiş mutasyon c.34C>T (C'den T'ye geçiş nükleotid 34 ile, p.Gln12X, rs17602729). Ekzon 2'deki AMPD1 genini, glutamin kodona (CAA); erken olgunlaşmış duran kodun (TTA) içinden çevirir. Sonucunda protein sentezinin erkenden kesilmesi ve AMPD yetersizliğinin ana sebebi gözlemlenmiştir(Cieszczyk vd. 2012a). Mutasyona uğrayan AMPD1 T allelini taşıyan kişilerin bir bölümünde (Kafkas popülasyonunun yüzde 2'si homozigot [TT genotipi] ve yaklaşık yüzde 20'si heterozigot [CT genotipi]) egzersiz sırasında erken yorgunluk, ağrı ve kas krampları gibi semptomlar gözlemlenmiştir(Eynon vd. 2013).

Tekrarlı submaksimal çalışmalar sırasında izometrik kas kasılmalarında gerekli olan kuvvet kapasitesinin, AMPD1 eksikliği olanlarda sedanter kontrol grubuna kıyasla azaldığı gösterilmiştir (Rico-Sanz vd. 2003). Ayrıca farklı genotipe sahip sporcular arasında dayanıklılık performans testlerinde bir fark bulunamadığından, AMPD1 C34T varyasyonunun dayanıklılık faktörüne önemli ölçüde bir etki sağlamadığı sonucuna varılmıştır(Colombini vd. 2011). Yapılan iki çalışmada İspanyol erkek dayanıklılık sporcuları ve Polonyalı atletlerin kontrol grubuyla karşılaştırıldıklarında allel sıklığının az olduğunu bildirmiştir. Güce dayalı spor branşlarında faaliyet gösteren sporcuların, AMPD1 T allelinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük olduğu gözlemlenmiştir(Cieszczyk vd. 2012b).

#### **2.2.4.2 CKMM geni ve sportif performansa etkisi**

CK (Kreatin Kinaz) kasların enerji sağlayıcılarından biri olan fosfat bağı yani ATP'nin (Adenozin Trifosfat) yenilenmesini sağlamaktadır. Kas hücreleri içerisinde işlevsel halde bulunan CK; kasın uzaması, kasılması ve kısılması durumlarındakreatin fosfat kullanır ve yapısında adenin, riboz ve üç fosfat bulunduran ATP'yi oluşturarak, hücredeki ATP seviyesini belli bir seviyede tutar. CK ortaya çıkan bu kimyasal tepkimede, tepkimeyi sağlayıp oluşuma yol açma görevini üstlenmektedir(Murrayvd.1998). Bu enzim beyinde, kalp kasında ve iskelet kasında mevcuttur. CK olması gerekenden yüksek



değerde veya düşük değerde bulunursa çeşitli hastalıkların bulunabileceğine işaret ettiği gibi ağır egzersiz yapan sporculardaki kas yıkımı sonrasında kasların onarılması için kreatin kinaz salgılandığında CK değeri yükselmektedir. Bu CK değerini yükselten bir nedendir. Fakat onarımdan sonra CK salgılanmazsa sorun teşkil etmemektedir(Amelink vd. 1991).

Egzersizin akabinde artmaya başlayan CK seviyesi, en üst seviyeye 1 ila 5 gün arasında ulaşmaktadır. Yapılan araştırmalarda CK seviyesinin üst seviyelere ulaşma zamanı yapılan egzersizin türüne ve şiddetine bağlı görülmüştür(Staronand Hikita 2000). Yapılan egzersizin neticesinde ortaya çıkan kas hasarında salgılanan CK kişinin yaşı, cinsiyeti, yaptığı egzersizin türü ve farklı ırka mensup olması gibi özelliklere göre farklılık göstermektedir(Schwanevd. 2000). Yapılan araştırmalarda Kafkas ırkına mensup insanlara nispeten Afrika kökenli siyahi insanlardaki CK aktivitesi daha yüksektir. Asyalı insanlar ile Kafkasya insanı benzer özellikler göstermektedirler(Black vd. 1983).

CK'nın üç farklı sitoplazmik izoformu belirlenmiştir. CKMM, CKMB ve CKBB. CKMM, kas liflerinin çeşitli bölgelerinden, genellikle ATP üretiminin yüksek olduğu yerlerde bulunur. Daha spesifik olarak; CK-MM'nin (yüzde5-yüzde10'luk mevcut yapısı) lifin artık çiftlerinin miyofiber M-hattı yapısıyla bağlanır. Hem de CK'nın üç sitoplazmik izoformu ve iki mitokondrik izoenzimi vardır (sar-komerik olmayan). Çünkü dağılımlarında farklı CK izoforları doku sakatlıklarının yeri hakkında spesifik bilgi sağlamaktadır. Örneğin akut miyokardiyal damar tıkanıklığından sonra yuvarlanma CKMB artmaktadır. Beyin hasarlanması sonucunda, CKBB15 artarak dolaşan mitokondrik CK'yı artırmaktadır.

### **2.3 KAS ENDRANSI VE GÜCÜNÜN SPORTİF PERFORMANSA ETKİSİ**

İskelet ve kaslarımız, hareket mekanizmasının temel taşlarını oluşturmaktadır. İskelet kası organı için "kas dokularını, bağ dokularını, sinirleri ve kan damarlarını içinde barındırır." denebilir. Lif şekilli, silindirik şeklinde bir yapıya sahip olan iskelet kası, 50 ile 100 cm çapında olup uzunluğu 1 mm'den 41 cm'ye kadar değişen bir yapıya sahiptir. İskelet kası çok çekirdekli olan ve dışında sarkolemma diye adlandırılan zarlara sahip hücreler tarafından oluşturulur. Vücutta bulunan 430'dan fazla iskelet kasını epimisyum

sarmaktadır. Epimisyum kasın sonuna kadar devam ederek nihayetinde tendonla devam etmektedir. Tendonlar ise bir bağ dokusu olan ve kemikleri saran periosteumla kemiklere tutunmaktadırlar. Kas liflerinin tümü çok gergin olmayan ve gevşek bir yapıya sahip endomisyum ile kaplıdır. Endomisyum bir bağ dokusudur(Baechle and Earle 2000).

Gutin (1992)enduransı “sarf edilen enerjiyi ya da kuvveti uzun süre muhafaza edebilme yeteneğidir” diyerek tanımlamaktadır. Daha geniş tabirle endurance “yorgunluğa uzun süre dayanabilme gücüdür.”denebilir. Kasların tekrar eden kuvveti ne kadar sürdürebildiği ve aynı zamanda kuvveti uygulamaya ne kadar devam ettiği kas enduransını göstermektedir. Robergs’e göre kas enduransı, kasın yorulmadan yapılan fiil ve aktiviteyi devam ettirebilmesidir(Robergs and Robert 1997).

Kaslar fibril türlerine göre iki grupta incelenmektedir. Tip1 ve tip2. Tip1 yavaş kasılan kas türleridir. Tip2 ise hızlı kasılan kaslardır. Araştırmalarda tip2 kas oranının hızlı kasılabilen kaslarda daha çok olduğu gözlemlenmiştir(Coyle vd. 1979).

Kasların hızlı kasılmasını gerektiren spor branşlarından biri kısa mesafe koşularıdır. Yapılan araştırmalarda sprinter sporcularda tip2 kas türüne rastlanmıştır. Kasların yavaş kasıldığı ve uzun süreli aktivite gerektiren dayanıklılık sporcularında ise tip1 fibrilinin daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Çocuklar üzerine yapılan araştırmalar da ise yetişkinlere nazaran geçiş fibril tipleri çocuklarda daha fazladır. Buda demek oluyorki erken yaşlarda yapılan egzersiz ve çalışmalara göre mevcut fibriller dönüştürülebilirler(Schlicht and Lames 1993). Kuvvet kastaki hacimle doğru orantıdır. Futbolcunun uyluk ve baldır çevresindeki hacim kuvvet performansında artışa sebep olabilir. Bu hacmin ve kütlenin yağsız kazanılması gerekmektedir(De Ste Croix vd. 2000).

### **2.3.1 Alt Ekstremitte Kas Gruplarının Fiziksel Aktivitede Rolü**

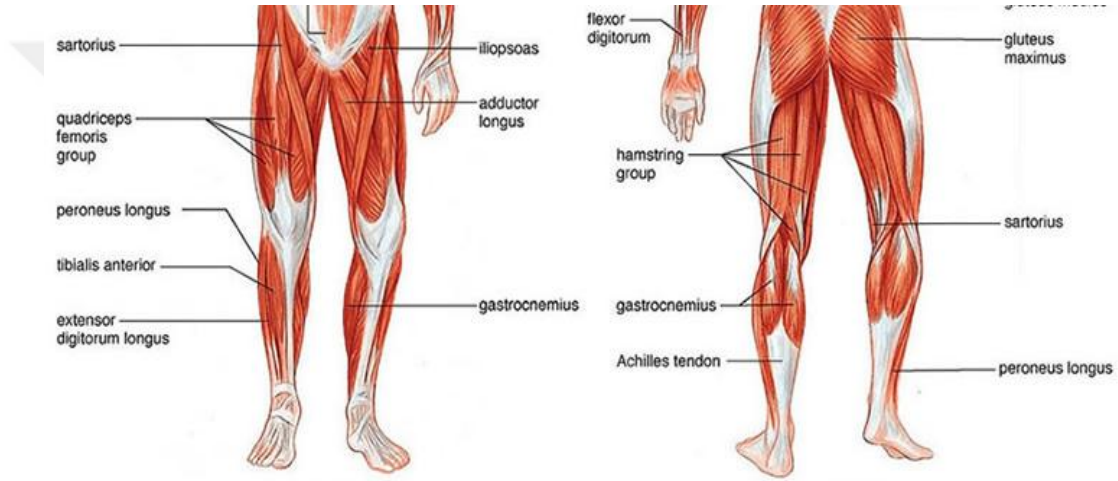
Kalça eklemiyle ilişkili ve uyluğa fleksiyon yaptıran kaslar;

**-M. iliopsoas** uyluğa fleksiyon, dış yöne doğru rotasyon ve adduksiyon yaptırırken yana ve öne doğru ise gövdenin eğilmesini sağlar. Uyluğu öne çekmesi sebebiyle koşuda aktif rol oynayan kaslardan birisi olup hareket biyomekaniği açısından gövdenin öne ilerlemesini sağlamaktadır.

-**M. tensor fasciae latae** gövdeyi ve pelvisi öne eğerek bir miktar fleksiyon ve adduksiyona destek olmaktadır.

-**M. quadriceps femoris**'in bir başı olan m. Rectus femoris uyluğa fleksiyon, pelvisin öne eğilmesi ve pelvis stabilizasyonunda rol oynamaktadır.

-**M.sartorius m. Pectineus, m. Gluteus minimus**'un ön kısımları ise kalça ekleminde uyluğa doğru fleksiyon kabiliyetiyle ilişkilidir. Anterior ve posterior açıdan alt ekstremitte kasları Şekil 2.1'de gösterilmiştir



(Kas fizyolojisi - <https://www.thinglink.com/scene>).

### Şekil 2.1. Anterior ve Posterior Alt Ekstremitte Kasları

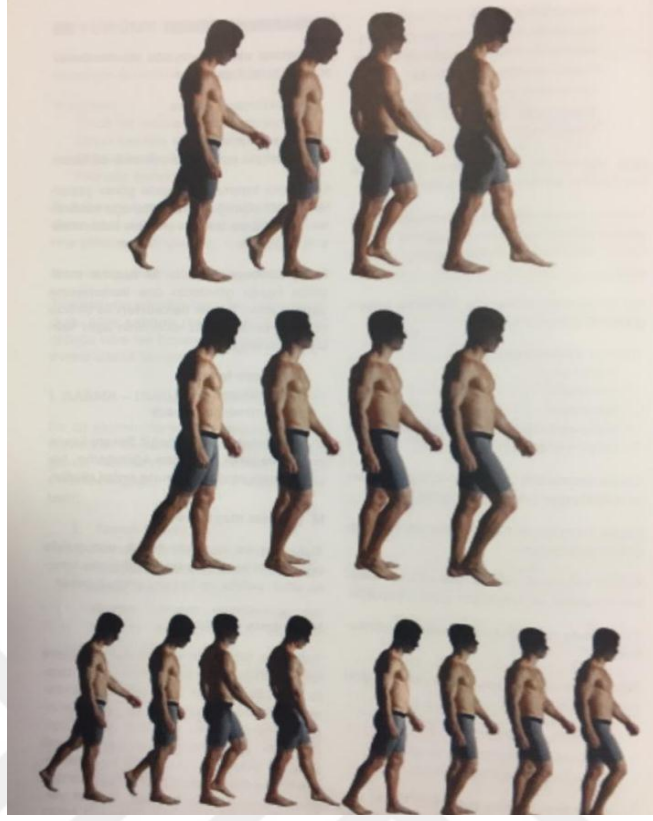
Kalça eklemine etki eden ve uyluğa ekstansiyon yaptıran kaslardan M. Gluteus maximus ve M. Adductor magnus uyluğun kuvvetli ekstansör kaslarındandır. Biartiküler kaslardan olan ischiocrural kaslar da kalça eklemının ekstansiyonuna destek olmaktadır. Aynı zamanda bu kas M. Gluteus maximus ise koordine şekilde çalışmaktadır. Ekstensör kasların en önemli görevleri dik postürü korumak ve öne doğru hareketleri kordine etmektir. Kalça fleksiyon-ekstansiyon döngüsünde dengenin sağlanmasında, çömelmeden doğrulma hareketine geçme ve yine bu esnada dengenin muhafazasında önem arz etmektedir.

M. priformis, M. Gemellus superior & inferior, M. Obturator internus&eksternus ve M. Quadratus femoris kasları ise uyluğun dış rotasyonunda rol oynamaktadır. Sadece bunlar değil aynı zamanda M. Gluteus medius&maximus'da dış rotasyona destek vermektedir. Yürüme esnasında havadaki bacak dış rotator kasların içe göre daha kuvvetli olması sebebiyle bir miktar dışa dönük yapılanma gösterir. Spor faaliyetlerinden futbol, tenis, buz pateni ve disk atmada bu anatomik özellik önem arz eder.

M. pectineus, M. Adductor longus, m.gracilis uyluğa adduksiyon hareketi yaptırmakta olup, uyluğun en kuvvetli adduktör kası M. Adductor'dür. Adduktorlerin antagonisti olarak görev yapan abduktorler uyluğun lateral kısmında konumlanmıştır. En güçlü abduksiyon yapan kas uyluk bölgesinde M. Gluteus medius'dur. Özellikle yürüyüş ve koşma esnasında destek bacak tarafına doğru pelvisin eğilmesini önler, böylece hareket esnasında dik postür korunabilmektedir.

Abduktorler arasında M. Gluteus minus ve M. Rectus yer almaktadır. Yürüme koşma, çömelmiş durumdan kalkma, merdiven inme çıkma hareketlerinde oldukça önemli rol oynayan diz ekleminin ekstansiyonu m. Quadriceps femoris tarafından gerçekleştirilmektedir. Ekstansor kaslar vücudun tüm ağırlıklarını taşımakta rol oynadığı için özellikle alt ekstremitede daha gelişmiş olarak yer almaktadır. Sağlıklı hareket ve dik duruş açısından bu durum oldukça önemlidir. Statik denge açısından M. Quadriceps femoris ayakta düz dururken dizin bükülmesini önemlemektedir.

Yürüme esnasında genel olarak iki evre bulunmaktadır. Bunardan ilki salınım diğeri ise basma-duruş evresidir. Bunların arasında süreğen devamlılık yürüme siklusu olarak tanımlanabilir. Yürüme siklusu Şekil 2.2'de gösterilmektedir. Basma-duruş evresi hareketin başlangıç noktası olup topuk teması etabında kokska eklemi 30 derece fleksiyonda, diz tam ekstansiyonda, talokrural ayak supinasyonda, ayak ise dorsifleksiyonda konumlanır.



(Bikem 2017).

### Şekil 2.2.Yürüme Döngüsü

Taban teması esnasında ise iki ayağın yere aynı anda bastığı kısa bir evre olup bu esnada gövde ağırlığı bir ayaktan diğerine aktarılmaktadır. Koksia eklemi bu esnada fleksiyondan ekstrasanyon'a geçmektedir. Diz ise 20 derece fleksiyonda, talokrural ayak ise plantar fleksiyondandır. Duruş orta etabında koksia ve diz eklemi ekstrasanyon pozisyonlanırken parmakların temas etabında ise koksia eklemi 10 derece ekstrasanyon yapmaktadır. Diz eklemi ekstrasanyon'u ise fleksiyona doğru devinim gösteririr. Böylece ekstremit'e yerden kalkar.

Yürümenin ikinci evresi salınım evresi olup yürümenin yüzde 40'ı bu evrede geçmektedir. Kendi içerisinde 3 etabı bulunan bu evrenin birincisi hızlanma etabı olup havadaki ekstremit'eyi hızlandırmak adına koksia ekleninde ve diz ekleninde fleksiyon, ayakta talokrural'da ise dorsifleksiyon artmaktadır. Orta salınım etabına ise koksia ve diz ekleninde fleksiyon artması devam eder. Yavaşlama etabına gelindiğinde yani ekstremitenin diğer ekstremitenin önüne konduğu esnada diz eklemi ekstrasanyon'u, koksia eklemi fleksiyonda ve talokrural eklemde ise ayak dorsi fleksiyondadır Böylece bir yürüme döngüsü tamamlanmış olur.

Yürüme eyleminde kaslar hızlandırıcı, frenleyici, sabitleyici ve şoku absorbe etmek üzere dört tip görev yapmaktadırlar. Kasların izometrik çalışmaları stabilizasyon, kosantrik çalışmaları hızlandırma, eksantrik çalışmaları hareketi frenleme görevini sağlar.

Yürümede rol oynayan kasların görevleri;

Talokrural eklemden ayağa fleksiyon yaptırıcılar;

- M. Tibialis anterior
- M. Ekstansor digitorum longus
- M. Ekstansor hallucis longus

Ayağa plantar fleksiyon yaptırıcı kaslar;

- M. Peroneus longus
- M. Peroneus brevis
- M. Gastrocnemius
- M. Soleus

Uyluğun ekstansör ve bacağın fleksör kasları gövdenin öne eğilmesine bacağın aşırı ekstansiyonuna engel olur. Diz ekleminin aşırı fleksiyonunu engelleyen kaslar;

- M. Biceps femoris
- M. Semitendinosus
- M. Semimembranosus'dur.

Yürüme hızını, dakika adımı sayısı ve aralığını belirleyen kaslardan özellikle salınım evresinde;

- M. iliopsoas
- M. tensor fascia

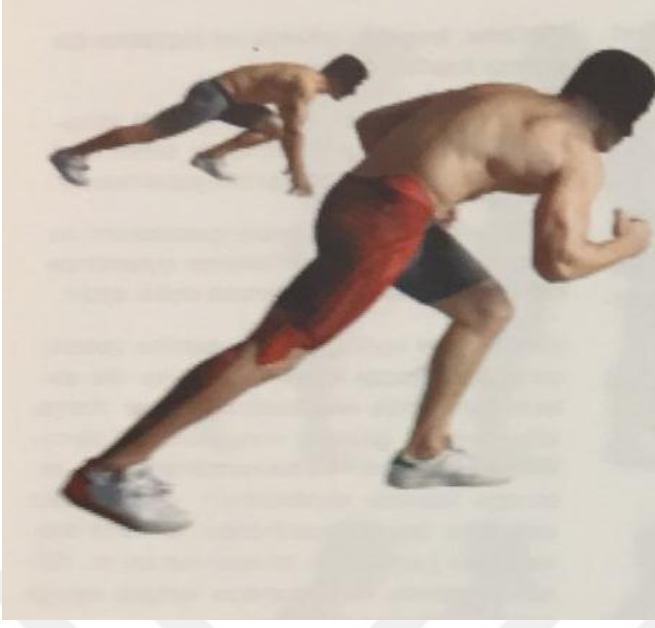
M. rectus femoris rol oynarken ayağın yerden kalkma evresinde uyluğun ekstansörleri;

- M. gluteus maximus
- M. semitendinosus
- M. semimembranosus
- M. biceps femoris'dir.

Ayağın plantar fleksörleri ise;

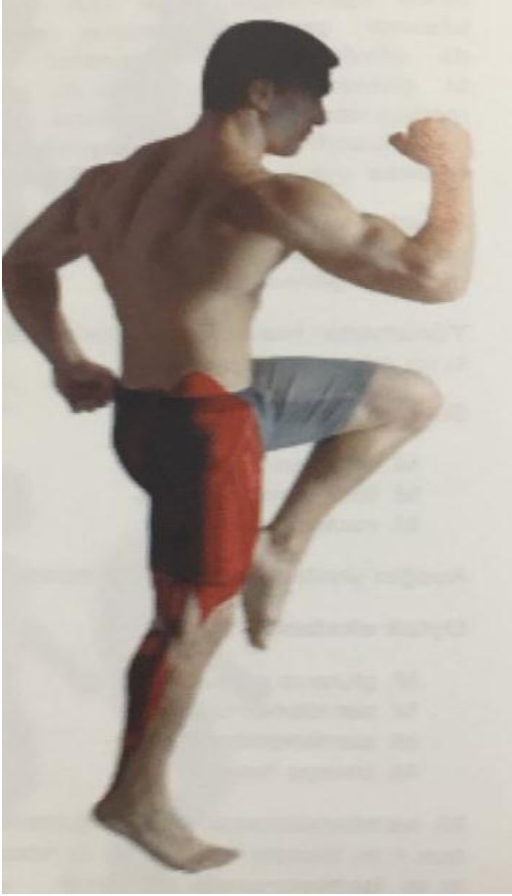
- -M. Tibialis posterior,
- M. peroneus longus
- M. flexor digitorum longus'dur.

Hareketin temelini bakıldığı zaman yürüme, koşma, sıçramada görev alan primer kaslar aynıdır. Sıçramada aktif kasları şekil 2.3'te gösterilmektedir. Yürüme ve koşmanın temel ortak noktası ise alt ekstremitenin öne doğru salınım hareketidir. Koşmaya hazırlığı kaslar açısından sergileyen figür şekil 2.3'te gösterilmektedir. Enerji gereksinimi açısından koşma daha fazla enerji sarfiyatı ile sonuçlanması sebebiyle kas gelişimi daha fazla olmaktadır. Koşma esnasında kalça eklemi ve diz eklemi aynı anda ekstansiyon yapmaktadır. Savunma bacağı tarafında m. İliopsoas, M. Rectus femoris, M. Sartorius, M. Pectineus ve M. Tensor facia konsantrik çalışarak eklemi uyluğa şiddetli şekilde flekse eder. Koşma hareketindeki ataklarda (sprint) öne fırlama hareketinde M.gastrocnemius, M. Soleus, M. Plantaris primer rol oynamaktadır. Sekonder olarak birçok üst ekstremitate grubu bulunmaktadır.



(Bikem 2017).

**Şekil 2.3.Koşma Pozisyonunda Hazırlık**



(Bikem 2017).

**Şekil 2.4. Sıçrama**



Atlama esnasında da primer kaslar hemen hemen aynıdır. Kalça eklemindeki m. İliopsoas, m. Rectus, m. Satorius, m. Pectineus ve m. Tensor fascia latae konsantrik çalışarak uyluk fleksiyonundan sorumludur. Atlama esnasında gövde atlamak için kaldırılmış bacağa doğru rotasyon hareketi yapar. Bu esnada iç ve dış oblik kaslar çalışmaktadır.

Atma hareketi esnasında ise genellikle üst ekstremiten tarafından organize edilmesine karşın alt ekstremiten hareket başlangıcında atılacak nesnenin tutulduğu tarafta koks ve diz ekstansörleri ve ayağın plantar fleksörleri tarafından destek vermektedir. Bu eylemin gerçekleştiği disk, çekiç, gülle gibi sporlar veya daha pasif olan futbolda taç atışlarında ağırlığın taşındığı ekstremitenin koks ve diz ekstansiyonu ve ayağın plantar fleksörleri aktif rol oynamaktadır(Süzen2017).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. SPORCU SEÇİMİ (ÖRNEKLEM)**

Kas dokusu fizyolojisinde rol oynayan iki aday gen varyantının alt ekstremite kas enduransı yönünden farklı mevkide oynayan futbolcularda incelenmesi adlı projede sporcularda yapılacak genetik ve kas endurans ölçümleri İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 25/01/2019 tarihi 02 sayılı etik kurul kararıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubu, biyolojik materyal temini, alt ekstremite kas endurans ölçüm metodları istatistiksel incelemeler gibi çalışma esnasındaki tüm aşamalar etik kurula sunulmuş onayları sonrasında çalışmamız gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızdaki sporcular “Kavacık Spor Kulübü” ve “Atlas Spor Kulübü”nün süper amatör ligindeki sporcularına, bilgilendirilmiş onam formu sesli bir şekilde okunup bilgilendirildikten sonra imzalatılarak buccal swap örnekleri alınmıştır. Aynı zamanda sporcuların alt ekstremite kas gruplarının değerlendirilmesi için izometrik kas kuvveti ölçümleri uzman fizyoterapist ve spor antrenörü tarafından gerçekleştirilmiştir.

Sporcuların forvet, orta saha, bek, stoper, gibi mevki durumları ölçümleri takriben kaydedilmiştir. Örneklem olarak üç takımdan toplam 32 futbolcu çalışmaya dahil edilmiştir. Aynı zamanda sporcuların kendileri ve 3 kuşak aileleri açısından genetik hastalık taşımayan, kardiyovasküler ve solunum sistemi hastalığı olmayan 18-25 yaş arası spor yapmaya engel teşkil eden sakatlanma veya tedavi öyküsü olmayan sporcular çalışmaya dahil edilmiştir.

#### **3.2 GENETİK VE ALT EKSTREMİTE KAS ENDURANS ÖLÇÜMÜ**

##### **3.2.1 Genetik Analizlerde Kullanılan Malzemeler**

Sporculardan alınan buccal swap örnekleri çok merkezli bir araştırma olan projemizde İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Aziz Sancar Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü, Moleküler Tıp Anabilim Dalı Laboratuvarları kullanılarak gerçekleştirilirken, sporcuların alt ekstremite izometrik kas ölçümleri İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Yüksek Okulu Fizyoterapi Laboratuvarı'nın imkanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.1.1 Kullanılan cihazlar

Buzdolabı	(+4 °C)	(Arçelik, Türkiye)
Buzdolabı	(-20 °C)	(Arçelik, Türkiye)
Derin Dondurucu	(-80 °C)	(DaihanScientefic, Güney Kore)
Distile Su Cihazı		(Millipore, Almanya)
Homojenizatör		(Analytik Jena, Almanya)
Vorteks-Mikrospin		(Biosan, Letonya)
Isıtıcı Blok		(Biosan, Letonya)
Otomatik Pipet Seti		(Gilson, ABD)
Nanodrop Spektrofotometre	(Thermo Scientific, Almanya)	
Qubit Florometre		(Invitrogen, ABD)
Soğutmalı Santrifüj		(Beckman Coulter, Almanya)
DNA/RNA UV Cleaner Kabin		(Biosan, Letonya)
Jel Görüntüleme Sistemi		(Wealtec Keta, ABD)
Real Time PCR Cihazı		(Agilent Tecnologies Stratagene, ABD)

### 3.2.1.2 Kullanılan kimyasallar

STL-P1, Proteinaz K, 3M GIT2, Izopropanol, DNaz I, WB1, WB, 1X TE, Tris baz, EDTA, Etanol (yüzde 99), Sodyum klorür, sodyum hidroksit, SDS, TRİTONX

### 3.2.1.3Kullanılan çözeltiler

#### -Lizis Çözeltisi

1M Tris-Cl pH 8.0 + 1M EDTA pH 8.0 + 5M NaCl + yüzde 20 SDS + PVP-10

#### -Proteinaz K

25 miligram Proteinaz K tartılarak steril bir tüp içinde steril distile su ile 1 mililitreye tamamlandı.

**-Izopropanol**

Yüzde 100 saf

**-DNaz I**

**-WB1**

**-WB**

1:2 3M GIT+% 100 EtOH

Tris-EDTA çözeltisi

10 mM Tris + HCl + 1 mM EDTA

**-1M EDTA Çözeltisi**

372.2 gram Etilendiamintetraasetat (EDTA) tartıldı. Beher içine alınarak 1600 ml distile su eklendi. Manyetik karıştırıcı kullanılarak çözündürüldü ve pH'sı NaOH çözeltisi ile 8.0'a ayarlanarak distile su ile 1 litreye tamamlandı. 120°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edildi.

**-5M Sodyum Klorür (NaCl)**

292 gram NaCl tartıldı ve erlene alındı. Üzerine 1000 mililitre distile su ilave edilerek manyetik karıştırıcı kullanılarak iyice çözündürüldü. Balon jojeye aktarıldı ve 1 litreye tamamlandı. 120°C 'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edildi.

**- %20'luk Sodyum Dodesil Sülfat (SDS)**

20 gram Sodyum dodesil sülfatı tartarak beher içine alındı ve üzerine 160 mililitre distile su eklendi. Manyetik karıştırıcı yardımı ile çözündürüldü ve pH'sı 7.2'ye ayarlandı. 0.22 mikronluk filtreden geçirildi sterilize edilerek oda ısısında saklandı.

**3.2.2 Buccal Swabtan DNA izalasyonu**

DNA izolasyon işlemi basamaklar halinde aşağıda belirtilmiştir. Buna göre:

- 1) 1,5 mL (mililitre) ependorf içerisine konan 180 µL (mikrolitre) ATL buffer içerisine swab fırçası alınır ve swab fırçasının başı kesilerek tüp içerisine yerleştirilir.

- 2) Tüpün içerisine 20mL protein k eklenir ve vortekslenir. Daha sonra 55 santigrat derecede ve 1000 rpm de santrifüj yapılarak dokulizatları çıkartılır.
- 3) Üzerine 5,5 mL RNaseA eklenir, vortekslenir daha sonra 2 dakika oda ısısında inkübe edilir. 200 mL eklenir, vortekslenir ve 70 santigrat derecede 10 dakika ısı bloğunda inkübe edilir.
- 4) 200mL etonal eklenir ve vortekslenir.
- 5) Vortekslenen karışım mikro pipet yardımıyla DNeasy Mini spin kolon filtresi üzerine konulur. 8000 rpm 1 dakika süreyle santrifüj edilir.
- 6) Spin kolonunun altındaki eppendorf atılır. Yeni eppendorf konulur. 500µL AW1 bufferi eklenir. 1 dakika 8000 rpm de santrifüjlenir.
- 7) Filtrenin altındaki biriken dökülür ve filtrenin üzerine 500µL AW2 bufferi eklenir. 3 dakika 14000 rpm de santrifüj edilir.
- 8) Filtrenin altı dökülür. Temiz kuru bir eppendorf alınır. Üzerine 1-5 dakika oda ısısında bekletildikten sonra AE buffer eklenir. AE buffer sonrasında 8000 rpm de 1 dakika santrifüj edilir.
- 9) Santrifüj sonrasında eppendorf içinde kalan hacim DNA ekstraktıdır.
- 10) İzole edilmiş DNA konsantrasyon ve kalite tayini için spektrofotometre ile ölçülür.
- 11) PCR işlemi yapıncaya kadar DNA -20 santigrat derecede saklanır.

### **3.2.3 q-PCR(Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu)Analizi**

AMPD1 rs17602729 ve CK-MM rs8111989 genlerinin RT-qPCR deneylerinin yapılabilmesi ve bügenlerin sekanslanabilmeleri amacıyla oluşturulan primerler aşağıda verilmiştir.

AMPD1 rs17602729 için kullanılan primerler:

F: 5'-CTTCATACAGCTGAAGAGACA-3'

R: 5'- TTGATTTTGGAGGGATCTCG-3'

CK-MM RS8111989 için kullanılan primerler:

F:5'-GGGATGCTCAGACTCACAGA-3'

R: 5'-AACTTGAATTTAGCCCAACG-3'

q-PCR'da işlemi için döngü sayısı, sıcaklık, süre, okuma aralığı ve döngü sayıları tablo 3.1.'de görülmektedir.

**Tablo 3.1. QPZR Çalışma Programının Sıcaklık ve Süreleri**

Program	Döngü Sayısı	Sıcaklık °C	Süre (sn)	FAM Floresan okuma (470-510 nm) (Ekzitasyon-Tespit)
Ön İnkübasyon	1	95	600	
Çoğalma	45	95	15	Adım sonunda tek okuma
		60	30	
Yüksek Çözünürlüklü Erime Eğrisi	1	65	0.05	65-95 °C arası sürekli okuma
		95		

Yapılan q-PZR deneylerinden elde edilen yüksek çözünürlüklü erime eğrileri sekansa gidecek örnekleri gruplamak için, çoğalma eğrileri ise ekspresyon seviyelerinin ölçülmesi için kullanılmıştır.

PCR işleminden sonra HRM (Yüksek Çözünürlüklü Erime) analizi yapılarak amplicon DNA'nın yaklaşık 50°C'den 95°C'ye kadar yüksek hızda ısı artışı gerçekleştirildi. Bu işlem sırasında bir noktada ampliconun erime sıcaklığına ulaşılır ve DNA'nın iki sarmalı birbirinden “erir”. HRM’de amplicona bağlanan floresan boyalar serbestleşince cihaz tarafından dedekte edilir. Olası varyan durumuna göre değişen farklı erime ısıları farklı band eğrilerine sebebiyet vermesinden dolayı mutasyon tayin edilir.

### **3.2.4Kas Kuvveti ve Enduransının İzometrik Tayini**

İzometrik tayinde kullanılan testler ve test esnasında uygulanan prosedürler aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

***Tek alt ekstremite üzerinde ayakta durma:*** Alt ekstremite kas enduransını değerlendirmek için kullanılır. Olgular dominant alt ekstremite üzerinde, diğer alt ekstremiteleri semifleksiyonda iken ayakta durur. Olgu test pozisyonunu koruyamadığı anda test bitirilir. Bu pozisyonda kalabilme süresi kronometre ile belirlenir. Test gözler açık ve kapalı tekrarlanır.

***Tek alt ekstremite üzerinde öne sıçrama:*** Dominant olmayan alt ekstremite diz eklemi semifleksiyonda ve üst ekstremiteler vücut arkasında kenetli iken olguların öne sıçraması istenir. Üç ölçüm yapıp ortalaması alınır.

***Alt ekstremite kaslarının izometrik kas kuvveti*** ölçümü için HandHeld Dinamometre kullanılacaktır. Dinamometre ile kalça fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon ve

adduksiyonu, diz fleksiyon ve ekstansiyonu, ayak bileği plantarfleksiyon ve dorsifleksiyonunun kuvvetleri değerlendirilecektir. Katılımcı kalça fleksiyon, abduksiyon ve adduksiyon için sırt üstü, kalça ekstansiyonu için yüzüstü stabil bir pozisyonda uzanarak ölçümler gerçekleştirilecektir. Diz fleksiyonu için yüzüstü, diz ekstansiyonu için ise sırt üstü pozisyon tercih edilir. Ayak bileği plantarfleksiyon ve dorsifleksiyonu için olgu sabit bir sandalyeye oturtularak ölçüm yapılır. Bu ölçüm her yön için 2 kez tekrarlanır ve pozisyonlarının bozulduğu andaki kuvvetin ortalaması kilogram cinsinden kaydedilir.

Kalça fleksiyon ölçümlerinde oyuncu ayakları yere değmeyecek yükseltiye sahip sedyeye oturur. Ölçüm esnasında ellerinden destek almaması için eller göğüslerde birleştirmesi istenir. Dinamometre diz eklemının biraz üzerine yerleştirilir ve sporcu yukarıya doğru bir kaldırış gerçekleştirir. Eř zamanlı olarak dinamometre ile aşağı doğru kuvvet uygulanır ve ortaya çıkan değer kaydedilir.

Diz ekstansiyon ölçümünde sporcunun oturuş pozisyonunu bozmaması istenir. Dinamometre ayak bileğine yerleştirilir ve sporcu ayağını diz ekleminden itibaren öne doğru iter. Böylece diz ekstansiyonu ölçülür

Diz fleksiyon ölçümü için dinamometre aşıl tendonunun biraz üzerine yerleştirilir. Sporcu kalça fleksiyon ve diz ekstansiyonunda ki oturuş pozisyonunu değiştirmeden gerçekleştirilen ölçümde ayak diz ekleminden itibaren geriye doğru çekilmek suretiyle diz felksiyon ölçümü gerçekleştirilir.

Ayak dorsifleksiyonu için sporcunun sedyeye sırt üstü uzanması istenir. Ölçüm sırasında sedyeden kaymaması için omuzlarından tutulmak suretiyle sabit kalması sağlanır. Ayak parmaklarının altına dinamometre yerleştirilir ve bilek öne doğru rotasyon gerçekleştirerek ölçüm tamamlanır.

Ayak plantarfleksiyon ölçümünde sırt üstü yatmaya devam eden sporcunun dinamometre ayağın üst kısmına yerleştirir. Bilek sporcunun kendisine doğru yapacağı rotasyon ile gerçekleştirilir. Ortaya çıkan değer kaydedilir.

Kalça adduksiyon ölçümünde sporcu sırt üstü yatış pozisyonunda bulunur. Dinamometre bileğin sağ dış (sağ kalça için) kısmına yerleştirilir. Sporcu kalçadan itibaren dışa doğru bir itiş gerçekleştirir. Dinamometrede ortaya çıkan değer kaydedilir.

Kalça abduksiyon ölçümü için sırt üstü yatar pozisyonda ki sporcunun dinamometre ayak bileğinin iç kısmına yerleştirilmek suretiyle gerçekleştirilir. Bacak içe doğru bir itiş kuvveti uygulanır. Dinamometrede ortaya çıkan değer kaydedilir.

Kalça ekstansiyon ölçümü sporcunun sedyeye yüz üstü yatması ile gerçekleştirilir. Kollar sedyenin üzerinde serbest pozisyonda durur. Dinamometre aşil tendonunun üst kısmına yerleştirilir. Kalçadan itibaren yukarıya doğru bacağın kaldırılması istenir. Dinamometrede ortaya çıkan değer kaydedilir.

Ölçümler sağ ve sol alt ekstremitede kas guruplarında aynı şekilde uygulanmış olup kuvvet değerleri Newton cinsinden kaydedilmiştir.

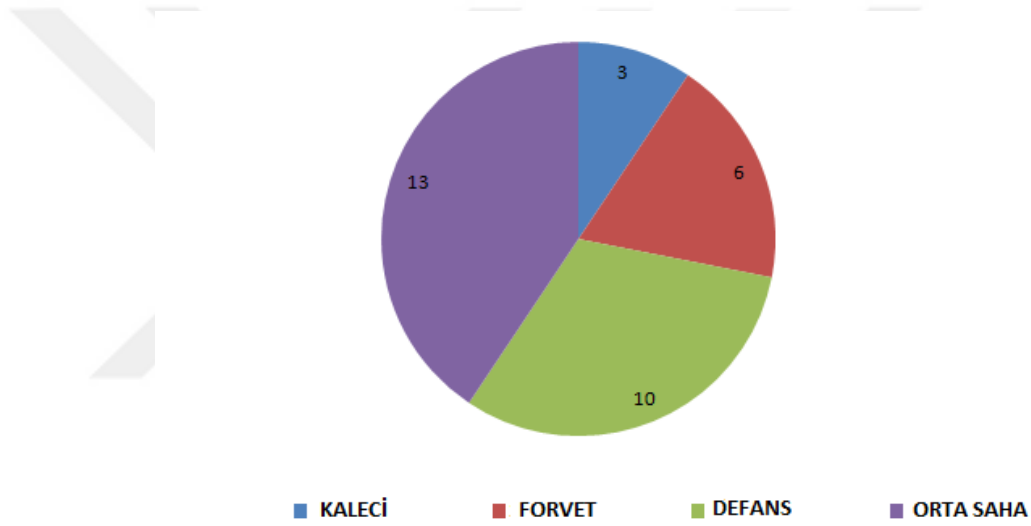
### **3.4.5 İstatistiksel Analiz**

Kategorik değişkenlerin incelenmesinde ki-kare testi, numerik verilerin değerlendirilmesinde ise t-testi ve Mann Whitney U testi çalışmamızda uygulanmıştır. Çalışma verilerinin incelenmesinde IBM SPSS 22 versiyon kullanılmış olup, istatistiksel anlamlılık düzeyi 0.05 olarak tayin edilmiştir.



#### 4. BULGULAR

Çalışmamızdaki sporcuların demografik, denge ve sıçrama testi ve alt ekstremiteye kaslarına ait endurans ölçümleri Tablo 4.2.'de gösterilmektedir. Aynı zamanda sporcuların mevkilerine göre dağılımları Şekil 4.1.'de gösterilmiştir. Buna göre örneklemimizde mevkiye göre 3 kaleci, 6 forvet, 10 defans ve 13 orta saha oyuncusu yer almaktadır.



**Şekil 4.1.Sporcu Grubunun Mevkiye Göre Dağılımı**

Farklı mevkilerde bulunan sporcuların alkol ve sigara kullanımına ilişkin dağılımları tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Buna göre, çalışma grubunda 8 kişide sigara kullanımı olup 24 sporcu ise sigara kullanmamaktadır. Alkol dağılımına baktığımız zaman 10 sporcunun alkol kullanımı söz konusu olup 22 sporcuda alkol kullanımı söz konusu değildir. Gözlenen dağılım yukarıdaki şekilde olmasına karşın beklenen frekansın yüzde 25'in üzerinde olması ve ilgili kategoride çok gözlü bazı kutucuklara denk düşmeyen birey varlığı p değeri hesaplanmasına karşın istatistiksel olarak güvenilir olmadığı için kullanılamamıştır(sigara; p=332; alkol; p=382).

**Tablo 4.1.Sigara ve Alkol Kullanımının Mevkiye Göre Dağılımı**

DEMOGRAFİK PARAMETRELER	MEVKİ			
	KALECİ	FORVET	DEFANS	ORTA SAHA
SİGARA KULLANIMI (-)	3(%12,5)	4(%16,7)	6(45,8)	11(45,8)
SİGARA KULLANIMI (+)	0(%0)	2(%25)	4(%50)	2(%25)
ALKOL KULLANIMI (-)	3(%13,6)	4(%18,2)	5(%22,7)	10(%45,5)
ALKOL KULLANIMI (+)	0(%0)	2(%20)	5(%50)	3(%30)

Çalışma Grubunun Demografik, Sportif Performans Ölçütleri ve Kas Endüransı Değerleri tablo 4.2’de verilmektedir. 32 olgunun boy ortalaması  $178,68 \pm 6,51$  cm., kilo ortalaması ise  $72,37 \pm 6,68$  kg. olarak saptanmıştır. Vücut kitle indeksi ortalaması  $22,68 \pm 1,91$ ’dir. Yaş ortalaması ise  $19,38 \pm 1,41$  olarak tespit edilmiştir.

Dinamik denge testinde ise gözler açık olarak  $181,62 \pm 98,87$  sn, gözler kapalı olarak ise  $21,25 \pm 28,30$  sn olarak saptanmıştır. Öne sıçrama testi sonuçlarında ise ortalama sıçrama mesafesi  $182,59 \pm 15,85$  cm olarak tespit edilmiştir.

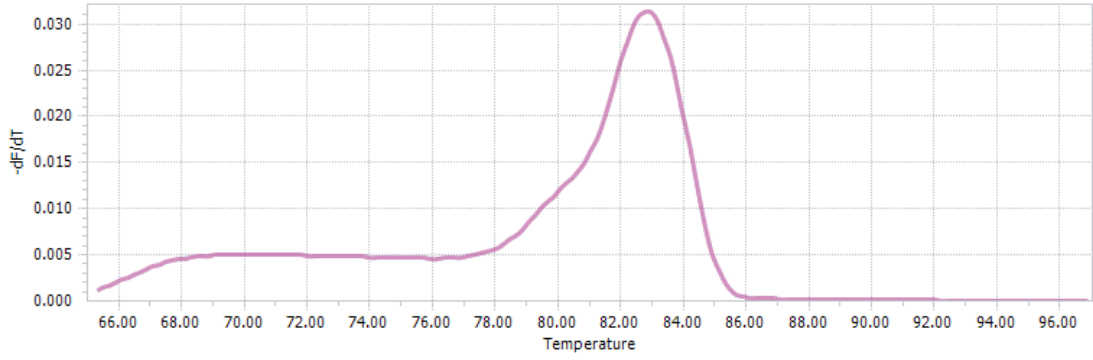
Alt ekstremite ölçümlerine bakıldığı zaman, sol kalça ekstansiyonu ortalama  $301,25 \pm 69,73$  N, fleksiyonu  $403,03 \pm 54,32$  N olarak saptanmıştır. Sol uyluk abdüksiyonunda ise ortalama  $197,68 \pm 40,43$  N, abdüksiyonu ise  $186,68 \pm 46,13$  N olarak tespit edilmiştir. Sol diz ekstansiyonu ortalama  $377,25 \pm 64,08$  N ve fleksiyon ortalama  $274,25 \pm 50,19$  olarak belirlenmiştir. Sol ayak ölçümlerinde ise dorsifleksiyon  $294,96 \pm 33,19$  N olarak saptanırken, plantar fleksiyon ortalaması  $367,21 \pm 81,09$  N gözlemlenmiştir.

Alt ekstremite sağ kalça ölçümlerine bakıldığı zaman, kalça ekstansiyonu ortalama  $303,93 \pm 52,35$  N, fleksiyonu ise  $416,96 \pm 67,48$  N olarak saptanmıştır. Sağ uyluk ortalama abdüksiyonu  $193,75 \pm 32,40$  N olarak tespit edilirken, addüksiyonu ise  $203,12 \pm 35,47$  N olarak tespit edilmiştir. Sağ diz ekstansiyonu ortalama  $391,71 \pm 56,89$  N iken, fleksiyonu ise ortalama  $292,53 \pm 50,79$  N olarak saptanmıştır. Sağ ayak ölçümünde dorsifleksiyon  $296,65 \pm 34,10$  N ve plantar fleksiyon ise  $381,75 \pm 77,12$  N olarak ortalamaları gözlemlenmiştir.

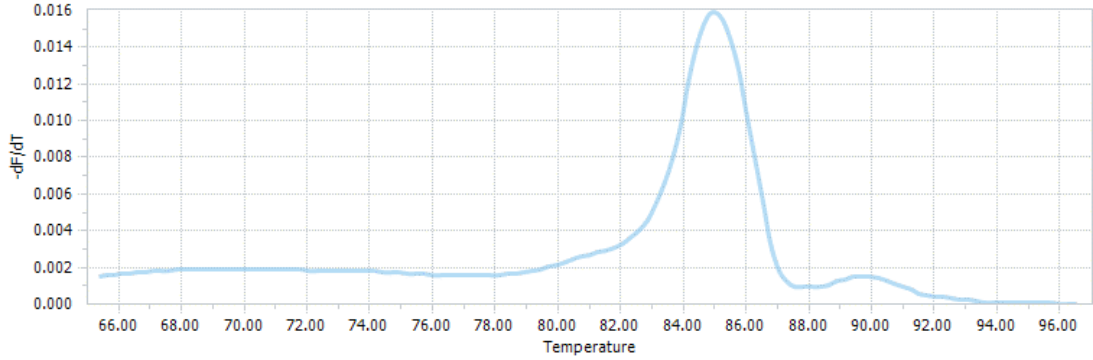
**Tablo 4.2. Çalışma Grubunun Demografik, Sportif Performans Ölçütleri ve Kas Enduransı Değerleri**

Değişkenler	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Boy (cm)	32	160,00	188,00	178,6875	6,51270
Kilo (kg)	32	60,00	91,00	72,3750	6,68050
Vki (Vücut Kitle İndeksi)	32	18.70	26.00	22.6813	1.91082
Dinamik Denge Testi (sn) (Tek ayak üzerinde gözler açık)	32	6,00	440,00	181,6250	98,87521
Dinamik Denge Testi (sn) (Tek ayak üzerinde gözler kapalı)	32	2,00	116,00	21,2500	28,30023
Öne Sıçrama Testi (cm)	32	152,00	214,00	182,5938	15,85592
Sol Kalça Ekstansiyonu (Newton)	32	195,00	510,00	301,2500	69,73313
Sol Kalça Fleksiyonu (Newton)	32	300,00	500,00	403,0313	54,32191
Sol Uyluk Abdüksiyon (Newton)	32	89,00	280,00	197,6875	40,43269
Sol Uyluk Addüksiyon (Newton)	32	90,00	260,00	186,6875	46,13265
Sol Diz Ekstansiyon (Newton)	32	270,00	520,00	377,2500	64,08311
Sol Diz Fleksiyon (Newton)	32	180,00	400,00	274,2500	50,19575
Sol Ayak Dorsifleksiyon (Newton)	32	207,00	350,00	294,9688	33,19977
Sol Ayak Plantar Fleksiyon (Newton)	32	240,00	560,00	367,2187	81,09920
Sağ Kalça Ekstansiyon (Newton)	32	200,00	453,00	303,9375	52,35360
Sağ Kalça Fleksiyon (Newton)	32	300,00	550,00	416,9688	67,48834
Sağ Uyluk Abdüksiyon (Newton)	32	120,00	255,00	193,7500	32,40868
Sağ Uyluk Addüksiyon (Newton)	32	130,00	270,00	203,1250	35,47534
Sağ Diz Ekstansiyon (Newton)	32	300,00	490,00	391,7188	56,89279
Sağ Diz Fleksiyon (Newton)	32	198,00	400,00	292,5313	50,79369
Sağ Ayak Dorsi Felksiyon (Newton)	32	230,00	360,00	296,6563	34,10289
Sağ Ayak Plantar Fleksiyon (Newton)	32	252,00	530,00	387,7500	77,12453

Vakalarımıza ait q-PCR sonuçlarının HRM analizlerine göre elde edilen AMPD1 ve CKMM gen varyantları için erime eğrileri şekil 4.2 ve 4.3'te gösterilmektedir. Erime eğrilerine göre tüm olguların genotiplendirmesi gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 4.2.AMPD1 Gen Varyantı için HRM Eğrisi**



**Şekil 4.3.CKMM Gen Varyantı için HRM Eğrisi**

Eğrilere göre gerçekleştirilen genotiplendirme sonucunda AMPD1 gen varyantı için 32 olgunun 3 tanesinde CT heterozigot gen varyantı tespit edilmiş olup, 29 tanesine wild type (doğal tip) olan CC genotipi saptanmıştır. 4 mevki arasında sadece kalecilerin tümünün CT genotipine sahip olduğu saptanmıştır. TT genotipi hiçbir sporcuda görülmediği için tablo içerisine eklenmemiştir ve gruplarının genotip dağılımı mevkiye göre Tablo 4.3.'de görülmektedir. Çok gözlü tabloda beklenen yüzde 0 değer sebebiyle p değeri hesaplanmamıştır. Dominant taraf açısından çalışmamızda CT genotipi taşıyan 3 kişinin 2'sinin CT genotipinde 1 tanesinin ise CC genotipinde olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda CC genotipi taşıyan 29 sporcunun sağ bacağına dominant kullananları 23 kişi olduğu, sol bacak dominansisinde ise 6 kişi olduğu görülmektedir. CKMM gen varyantı için tüm sporcular doğal tip (wild type) GG genotipinde olduğu saptanmış olup mevki ve dominant tarafa göre değişim bu örnekte görülmemektedir.

**Tablo 4.3. AMPD1 Genotiplerinin Mevki ve Dominant Tarafa Göre Dağılımı**

AMPD1 GENOTİP	MEVKİ				DOMİNANT TARAF	
	KALECİ	FORVET	DEFANS	ORTA SAHA	SAĞ	SOL
CC	0(%0)	6(%20,17)	10(%34,5)	13(%44,8)	23(%79,3)	6(%20,7)
CT	3(%100)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	2(%66,7)	1(%33,3)

AMPD1 gen varyantı için elde edilen genotip dağılımı vaka gruplarının demografik değerleri, sportif performans testleri ve alt ekstremitte kas gruplarının endurans değerleri arasındaki ilişki incelendiği zaman CT genotipi taşıyanların boy uzunluğunun CC genotipi taşıyanlara göre daha fazla olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır(p=0,006). Benzer şekilde gözler açık pozisyondan denge testi sonuçlarına göre CT genotipi taşıyanların dengede kalma süresinin yaklaşık 1,84 kat CC taşıyanlara göre daha fazla olduğu gözlemlenmektedir(p=0,016). Yine CT genotipi taşıyanların CC genotipi taşıyanlara göre ortalama 1,10 kat daha fazla öne sıçrama skorlarının olduğu saptanmıştır(p=0,033).

Alt ekstremitte kas gruplarının CC ve CT genotiplerine göre dağılımları incelendiğinde ise sol uyluk addüksiyonunun CT genotipi taşıyanlarda CC genotipi taşıyanlara göre 1,26 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (P<0.001). Diğer kas gruplarında genotip dağılımı açısından farklı düzeyler olmasına, fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. AMPD1'in tüm genotipleri ve diğer parametrelerle olan ilişkisi tablo 4.4.'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.4. AMPD1 rs17602729 Varyantı İçin Genotipleri Demografik, Sportif Performans Parametreleri ve Kas Endüransı Değerleri Yönünden Karşılaştırılması**

Değişkenler	AMPD1	Birey Sayısı	Ortalama	Standart Hata	P değeri
<b>Boy (cm)</b>	CC CT	29 3	177,8621 186,6667	6,26626 1,52753	0.006
<b>Kilo (kg)</b>	CC CT	29 3	72,6552 69,6667	6,81005 5,50757	0.470
<b>Vki (Vücut Kitle İndeksi)</b>	CC CT	29 3	22,9621 19,9667	1,74917 1,25033	0.07
<b>Bel Çevresi (Cm)</b>	CC CT	29 3	79,5000 77,0000	5,18239 3,00000	0.422
<b>Dinamik Denge Testi (Sn) (Tek Ayak Üzerinde Gözler Açık)</b>	CC CT	29 3	168,3448 310,0000	88,05651 125,29964	0.016
<b>Dinamik Denge Testi (sn) (Tek ayak üzerinde gözler kapalı)</b>	CC CT	29 3	17,6897 55,6667	23,72326 50,73789	0.096
<b>Öne Sıçrama Testi (cm)</b>	CC CT	29 3	180,9655 198,3333	15,71279 5,50757	0,033
<b>Sol Kalça Ekstansiyonu (Newton)</b>	CC CT	29 3	301,8966 295,0000	73,23267 15,00000	0.874
<b>Sol Kalça Fleksiyonu (Newton)</b>	CC CT	29 3	406,6207 368,3333	55,21867 32,53204	0.252
<b>Sol Uyluk Abdüksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	196,7241 207,0000	42,08231 20,07486	0.682
<b>Sol Uyluk Addüksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	182,1034 231,0000	46,08714 1,00000	P < 0.001
<b>Sol Diz Ekstansiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	374,5517 403,3333	64,49617 65,50064	0.468
<b>Sol Diz Fleksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	269,8966 316,3333	50,60374 16,50253	0.129

<b>Sol Ayak Dorsifleksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	291,9655 324,0000	32,85627 24,00000	0.113
<b>Sol Ayak Plantar Fleksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	359,6897 440,0000	80,87782 40,00000	0.103
<b>Sağ Kalça Ekstansiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	305,8276 285,6667	53,73551 38,81151	0.534
<b>Sağ Kalça Fleksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	421,9310 369,0000	68,33005 37,72267	0.201
<b>Sağ Uyluk Abduksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	193,8966 192,3333	33,93307 12,50333	0.938
<b>Sağ Uyluk Addüksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	204,4483 190,3333	36,83514 15,50269	0.521
<b>Sağ Diz Ekstansiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	391,8966 390,0000	58,89782 40,00000	0.957
<b>Sağ Diz Fleksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	290,3793 313,3333	49,52663 70,23769	0.465
<b>Sağ Ayak Dorsi Felksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	296,2069 301,0000	35,57927 16,52271	0.821
<b>Sağ Ayak Plantar Fleksiyon (Newton)</b>	CC CT	29 3	384,4138 420,0000	79,67591 40,00000	0.456

\*Sporcu grubunda TT genotipine rastlanmadığı için değerler girilmemiştir.

Bu sonuçlar ışığında H1 ve H3 hipotezleri kabul, H2 ve H4 hipotezleri red edilmektedir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde onlarca sportif faaliyet gerek federasyonlar bazında gerekse küçük oluşumlarla devam ettirilmektedir. Futbol yüzlerce sportif faaliyet içerisinde en çok sevilen olma özelliğini hala korumaktadır. Futbolun bu ilgi ve alakanın yanında performans olarak her geçen gün ilerlemesiyle birlikte, sportif performansa etkisi olan ve olabilecek tüm etkenlerin tespitine çalışılmaktadır.

Sportif performansa etki eden değişkenler doğru saptanmalı ve doğru zamanda, doğru şekilde uygulanmalıdır. Aksi durumlarda sporcunun verebileceği maksimum performansın önüne geçilmektedir. Onlarca faktörün göz önünde bulundurulduğu ve uygulandığı sportif performansta, yaptığımız bu çalışma genetik faktörün oyun içindeki kuvvet ve beceri faktörleriyle olan bağına gözler önüne sermektedir.

İnsan genomunda sportif performans ile ilgili yaklaşık olarak 250 genetik bölgenin ilişkili olduğu tespit edilmiş ve bu genetik bölgelerin birçoğu farklı şekillerle analiz edilmiştir(Santos vd. 2015). Genetik alt yapı dayanıklılık, kas kitlesi, kas tipi kuvvet ve akciğer kapasitesinin gelişmişliği üzerinde büyük rol oynamaktadır. Aynı zamanda genler sporcunun yapılan antrenmana ve beslenmeye karşı nasıl tepkiler vereceğini de belirtmektedir(Işık 2008). Bireyin tüm genetik bilgileri insan genomunda mevcuttur. Her bir hücrenin çekirdeğinde var olan bu bilgiler, 23 çift kromozom tarafından taşınır. DNA ve proteinlerin paketlenmiş formuna kromozom denmektedir. Gendeki bu verilerin saptanması, sporcuya özel bir antrenman programı geliştirilmesinde büyük fayda sağlayacaktır. Sporculara uygulanacak genetik taramalar ile birlikte, bireyin genetik yatkınlıkları tespit edilip bu yatkınlığın artırılması veya geliştirilmesi içinde özel antrenman metotları seçilebilecektir(Tural vd. 2011).

Sportif performans da genetik faktörlerin etkilerine ilişkin literatürde pek çok çalışma mevcuttur. Birçok genin sportif performansı direkt veya indirekt faktörlere bağlı olarak etkilediği farklı çalışma grupları ve farklı ülkelerdeki araştırmacıların verilerine göre



saptanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda sportif performans ile en sık ilişkilendirilmiş genlere baktığımız zaman ACE (anjyotensin dönüştürücü enzim) geni en başta gelenlerdendir. ACE –I geni kas hücrelerine oksijen ve gıda taşınmasını artırdığı ve sağladığı için dayanıklılığı da arttırmaktadır(Montgomery vd. 1999). Yüksek irtifalara tırmanan dağcılar ile 10 hafta ağır idman yaptırılan askerlerden alınan örneklerde ACE (anjyotensin dönüştürücü enzim) geni taraması yapıldı. I varyasyonunda olan kişiler D varyasyona nispeten daha dayanıklıdılar. Yapılan araştırmada 7 bin metrenin üzerinde oksijensiz tırmanış yapan dağcılarının bir kısmında ACE geninin II ve ID genotiplerine rastlanmıştır. 18 dağcı ise 8000 metrenin üzerine çıkmış ve bu sporcularda DD varyantı görülmemiştir. Askerlerde ise ACE'nin II ve ID türüne sahip askerlerin diğer askerlere göre yaptırılan ağırlık çalışmalarında daha başarılı oldukları gözlemlenmiştir(Taylor vd. 1999).

Bu genlerden birisi de BDKRB2 (Bradykinin Receptor B2) genidir. BDKRB2 –9 / + 9 polimorfizmi daha önce dayanıklılık performansı ile ilişkilendirilmiştir. BDKRB2 –9 / + 9 (rs5810761) polimorfizminin, sporcuların (n= 155) arasındaki farklı talepleri 74 uzun mesafe koşucusu ve 74 sprinter koşucunun frekans dağılımlarını karşılaştırdık. Bu sonuçları atletik olmayan 240 sağlıklı bireyin sonuçları ile karşılaştırdık. Ayrıca BDKRB2 –9 / + 9 ve GNB3 C825T (rs5443) genotipleri arasındaki etkileşimin dayanıklılık performansı ile ilgili etkisini de test ettik. Genotip dağılımı ve alel frekansları, dayanıklılık sporcuları, sprinterler ve kontrol gruplarında benzer bulundu (genotip dağılımı için P = 0.83 ve alel frekansları için p= 0.9). BDKRB2 polimorfizmleri arasında dayanıklılık performansı ile ilgili bir ilişki yoktu (etkileşim etkisi için p= 0.16). Sonuç olarak, BDKRB2 + 9 / –9 polimorfizmi, dayanıklılık performansı ile ilişkili değildir(Gronek vd.2017).

Farklı spor dallarında dayanıklılık ve patlayıcı enerji yönünden birçok çalışmada etkisi bildirilen NOS3 geni, sağlık ve egzersizle ilgili fenotiplerdeki bireysel farklılıkları açıklamaya adaydır. NOS3 -786 T / C polimorfizminin (rs2070744) genotipik ve alel frekanslarını, aynı Kafkas (İspanyol) kökenli erkek gruplarındaki kişilerle karşılaştırdık. İlk grup elit dayanıklılık sporcuları (bisikletliler, koşucular; N=100).İkinci grup elit güç sporcuları (atıcılar, koşucular; N=53) .Üçüncü grup atletik olmayan kontroller (N=100). TT genotipinin sıklığı, atletlerde (yüzde 57) dayanıklılığa (yüzde 33, p= 0.017) ve kontrol grubunda ise (yüzde 34, p= 0.026) göre anlamlı derecede yüksekti. T alelinin

sıklığı da yüksek performans ve güce dayalı spor yapan sporcularda (yüzde 71) dayanıklılık (yüzde 55,  $p= 0.003$ ) ve kontrol grubuna (yüzde 56,  $p= 0.015$ ) göre daha yüksekti. Kontrol ve dayanıklılık grupları arasında fark gözlenmedi. Özetle, NOS3 geninin -786 T / C polimorfizmi, patlayıcı güç odaklı atletik olaylarda (fırlatma, atlama, sprint) elit performans ile ilişkili ve T aleli yararlı bir etki göstermiştir (Saunders vd. 2006). PPAR 22. kromozomda bulunmaktadır. PPARA geninin dizisinde Sitozin nükleotidinin Guaninin yerine gelmesi ile (G/C, rs4253778) gende polimorfizm denilen DNA dizileri meydana gelmektedir. Bu DNA dizileri kişiler arasında farklılık göstermektedir. 2016 yılında detaylı bir inceleme yapılmıştır. İncelemede 760 dayanıklılık sporcusu ile 1792 sedanter kişinin genotipleri incelenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre dayanıklılık sporcularında, her iki kromozomunda da G alleli bulunan bireylerin (homozigot G), sedanter bireylere göre son derece yüksek sıklıkta olduğu gösterilmiştir(Lopez vd. 2016).

Çalışmamıza farklı mevkilerde oynayan 32 futbolcu katılmıştır. Katılan sporcuların genetik mutasyonları ve kas enduranlarının sportif performans ve oyun içi görevlendirmede etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular literatür çerçevesinde tartışılmıştır. Çalışmamıza amatör lig futbol oyuncularında farklı mevkilerde oynayan 32 futbolcu katılmıştır. Bu sporcular arasında AMPD1 C34T gen polimorfizmi ve CKMM C37885A gen polimorfizmi incelenmiştir. Sportif performans değerlendirilmesi için alt ekstremiter kas gruplarına ait endurans değerlendirmeleri yapılmıştır. Her iki gen polimorfizminin kas enduransına yönelik alt ekstremiter parametreleri ile ilişkisi de incelenmiştir.

Givciens ve arkadaşlarının Litvanyalı atlerde yaptığı çalışmada *ampd1 c34t* polimorfizmi incelenmiştir. TT genotipi kontrol grubunda yüzde 2,4 saptanmasına karşın atlerde saptanmamıştır. CC genotipi için bakıldığında atlerde CC genotipi yüzde 67 – yüzde 86,3 arasında olup dayanıklılıkla ilişkili sporcularda yüzde 86,3ten yüksek olarak saptanmıştır. Kas gücü gerektiren sporları icra eden sporcularda diğerlerine göre CC genotipinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Vertical sıçrama açısından CC genotipinin gene ilişkili olduğu çalışmada saptanmıştır. Böylece Givenic ve arkadaşlarının (2014) çalışmasına göre C alleli, güç ve hız gerektiren sporlarda avantaj sağlarken T allelinin ise majör rol oynamadığı tespit edilmiştir. Biz ise çalışmamızda sadece kalecilerde CT heterozigot genotipini saptamımıza karşın diğer tüm sporcuların CC genotipine sahip

olduğunu tespit ettik. Aldığımız bu veriler Givenic ve arkadaşlarının sonuçlarıyla uyuşmaktadır. Bir takım oyunu olarak futbol değerlendirildiği zaman kalecilerin diğer mevki oyuncularına göre oyun içerisinde güç ve hız gerektiren aktiviteleri daha az sergilediği aşikârdır. Yinede atletizm ile futbolun temel dinamikleri farklı sporlar olmasını unutmamak gerekir.

Fisher ve arkadaşlarının Kafkas ırkında yaptığı çalışmada AMPD1 C34T polimorfizmi incelenmiştir. Sağlıklı deneklerde gerçekleştirilen kısa mesafe koşu performansı açısından TT genotipi taşıyanların CC ve CT genotipi taşıyanlara göre hızlı bir güç kaybı yaşadıkları gözlemlenmiştir(Fischer vd. 2007). Bizim çalışmamızda elde edilen verilere göre CT genotipi taşıyan sporcuların öne sıçrama mesafelerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aldığımız bu veriler Fisher ve arkadaşlarının aldığı verilerle tam olarak karşılaştırılmamasına karşın öne sıçrama eyleminin patlayıcı güç açısından yorumlanması doğru olacaktır.

Grealy ve arkadaşlarının dayanıklılık gerektiren sporlar üzerine yaptıkları çalışmada, ortalama performans süresi açısından AMPD1 C34T polimorfizminin C allelini taşıyanların daha avantajlı olduğu saptanmıştır(Grealy vd. 2015). Bizde çalışmamızda kaleci dışında geri kalan tüm mevki oyuncularının CC genotipine sahip olduğunu saptadık. Buradan yola çıkarak futbol müsabakası sırasında kaleciye göre oyun içerisinde daha aktif rol oynayan diğer mevkilerde CC genotipinin fazla olması Grealy ve arkadaşlarının aldığı sonuçlarla kısmi benzerlik göstermektedir.

Collins ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri genotiplendirme çalışmalarında, AMPD1 C34T polimorfizminin TT ve CT genotiplerinin yaralanmaya yatkınlık açısından bir katkı sağladığı saptanmıştır. Aynı zamanda bu çalışmada AMPD1 CT ve TT genotiplerinin maç sayısında düşük skorlarda ilişkili olduğu ifade edilmektedir(Collins vd. 2003). Bizim çalışmamızda ulaştığımız verilere göre CT genotipinde sol uyluk addüksiyonunun daha yüksek olduğu saptanmıştır. Buna göre CT genotipindeki sporcuların ikili mücadelelere daha çok girebileceği ve yaralanmalara daha açık hale gelebileceğini düşünmekteyiz

İsraili elit atler üzerinde yapılan çalışmada AMPD1 C34T polimorfizminin T alelinin elit seviyedeki uzun mesafe-dayanıklılık koşucularının performanslarıyla bir ilişkisi olmadığı saptanmıştır(Meckel vd. 2011). Bizler de çalışmamızda T allel sıklığının

kalecilerde daha yüksek olduğunu saptadık. Bu verilere göre genotipinde T allel bulunan sporcuların kas endurance ve MaxVO-2 kapasiteleriyle ilişkili olmadığını düşünmekteyiz.

Polonyalı askerler üzerinde yapılan bir araştırmada, seçilen askerlere kürek çektirilmiş ve değerler alınarak analiz edilmiş. Analiz sonucunda AMPD1 C34T polimorfiziminde T alelinin patlayıcı güç ve hız seviyelerinin yüksek olmasıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir(Cieşszczyk vd. 2011). Bizim çalışmamızın verilerinde T alelinin kalecilerde anlamlı bir farklılıkla yüksek bulunması, kale statüsündeki sporcu için ani reaksiyon gerektiren patlayıcı güç hareketlerinin gerekli olduğu düşünülecek olursa T alelinin patlayıcı güç ve hızla ilişkili olduğunu düşünmekteyiz.

Fedotovskaya ve arkadaşları tarafından hız ve güç gerektiren spor dalları üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada boks, güreş, paten (500-1500m), halter, yüzme (50-100m) ve atletlerden oluşan bir grup seçilmiştir. Kontrol grubu olarak 499 lise öğrencisi çalışmaya dahiledilmiştir. Yapılan analizler sonucunda AMPD1 geni C34T polimorfizmi, anaerobik moddaki kas aktivitesi ile ilişkili görmüşlerdir. C alleli yüksek hız ve kuvvetle ilişkilendirilmiştir(Fedotovskaya vd. 2012). Bizlerin yaptığı araştırmalarda C allelinin destek ayağı olan sol uylukta yer almaktadır. Şut aktivitesi ve ikili mücadelelerin sıçrama yani patlama ve sol uyluğun etkinliği görülmektedir. Bunun hız ve kuvvetle ilişkili olduğunu ve özellikle sıçrama ve ikili mücadelelerde etkin olduğunu düşünmekteyiz.

Fedotovskaya ve arkadaşlarının genç sporcular üzerinde AMPD1 C34T polimorfiminin etkileri adlı araştırmasını bizim yaptığımız çalışma ile karşılaştırdık. Fedotovskaya ve arkadaşları 48 dayanıklılık sporcusu ile 80 kontrol grubu üzerinde DNA incelemesinde bulunmuşlardır. Kontrol grubunda ki kriter ise en az 5 yıl antrenman geçmişi olmasıydı. Elde ettikleri bulgular neticesinde güce dayalı spor yapan sporcular arasında C alelinin baskın olduğu kanısına ulaşılar. Bizim elde ettiğimiz sonuçlarda C alelinin anlamlı olarak farklılık gösteren öğelerde yer almış ve güç gerektiren mevkide görev alan futbolcularda olduğu gözlemlenmiştir. Bunlar elit düzeyde spor yapmasalarda güç ve kuvvet gerektiren oyunun içinde görev almaktadırlar.

Genel olarak AMPD1 C34T varyasyonunun CC genotipinin sportif faaliyet veya askerler gibi sportif faaliyet benzeri fiziki yoğun idman gerektirenlerde daha sık olduğu

çalışmalarda görülmektedir. Benzer şekilde kaleciler hariç çalışmamızın tüm diğer mevkilerinde tüm gruplarda CC genotipini saptamış olmamız literatürle uyumlu sonuçlar aldığımızı göstermektedir. Buna karşın CT genotipinin kalecilerin tümünde saptanması futbolda kalecinin sportif performansının diğer mevkilere göre farklarının neler olabileceği sorusunu akıllara getirmektedir. Kalecinin maç esnasında genellikle bekleme konumunda oyunu izlemesi, gelen eyleme karşı ani sıçrayıcı kuvvetle topu karşılayarak sayı olmasını engellemeye çalışması ana prensibidir. Bu süreçte kaleci topun geldiği yöne bağlı olarak ani sıçramaları lateral şekilde yapabilmelidir.

Uyluk adduksiyonundaki diğer gruplara göre farklı sonuçlar CT genotipi olan kalecilerde saptanmış olması AMPD1 T allelinin sporcunun pozisyonda sabit pozisyonda tetikte iken şut veya penaltı gibi durumlarda ani yön değiştirme yetisiyle ilişkili olduğu düşünülebilir. Bu durum başarılı bir kurtarışta önem arz etmekle birlikte istatistiksel anlamlılık taşıyan denge testinde diğerlerine göre daha fazla skor, daha fazla kuvvetli sıçramaylada paralellik göstermekte birbirlerini desteklemektedir. Böylece AMPD1 C34T gen varyantının T allelinin bir spor dalı futbolda denge, sıçrama kabiliyeti, ani yön değiştirme gibi faktörlerde rol oynayabileceğine yönelik veriler kaydedilmiştir. Çalışmamızdaki veriler literatürde bu konuda ilk olması aasındanda önem arz etmektedir.

Del Coso ve arkadaşlarının 59 maratoncu üzerinde yaptığı araştırmada, CK-MM C37885A'nın polimorfik varyantının maraton esnasında egzersize bağlı kas hasarı üzerindeki etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmada C alelinin uzun süreli yüklenmeye bağlı egzersizde kas hasarına maruz kaldığı belirlenmiştir. Ancak CKMM'nin kas lifleri arasında kuvvet üretimini arttırmada rol oynayabileceği ve aynı zamanda uzun süreli egzersizler sırasında kas yorgunluğunu olumsuz yönde etkileyebileceği gözlemlenmiştir(Del Coso vd. 2016). Bizim yaptığımız araştırmada ise herhangi bir anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir.

Gen polimorfizimleri genetik mutasyonlardan gerek DNA zerindeki lokasyonu gerek ise protein üzerine yansımaları farklı olan varyasyonlardır. Genetik polimorfizimlerden olan SNP'ler (Tek Nükleotid Polimorfizimi) protein düzeyine yani fonksiyona direkt veya dolaylı yoldan etki edebilir, etmeyebilir. Mutasyonlarda ise bu ayırım daha net olup protein düzey veya fonksiyonunda direkt etki söz konusudur.

Mutasyonlar genel olarak klinik yansımaları olan tablolara yani hastalıklara neden olabilmekle birlikte gen polimorfizimleri ise genellikle yatkınlık durumu söz konusudur. Yani gen varyasyonları sadece ilgili parametrenin genetik açıdan o duruma eğilimini gösterir. Fenotipik yansıma çoklu faktörün etkileşimi ile meydana gelebilmektedir. Aynı zamanda diğer unutulmaması gereken diğer bir husus SNP'lerin genotip dağılımları farklı etnik gruplarda farklılık gösterebilmektedir. Herhangi bir genotipin veya allelin etnik kökeni birbirinden farklı iki birey için anlamı farklı olabilir. Bu sebeple genotiplerin değerlendirilmesinde aynı veya yakın etnik grupların referans alınması anlamlı olacaktır.

Çalışmamızda bahsedildiği üzere spor genetiği günümüzde tüm dünyada oldukça yaygın yer tutmaya başlamış bir daldır. Buradan elde edilen veriler hem spor fiziolojisinde açık kapıların aralanması hemde spor performansı üzerine ne gibi yaklaşımlarla müsabakanın yönetilebileceğine dair bilgi vermektedir. Her gen için avantajlı veya dezavantajlı genotipin belirlenmesi sporcu seçimi, seçilen sporcunun takım oyunlarında mevkisinin belirlenmesi, kişisel antreman programları, sporcu beslenmesinde özel yaklaşımlar, sporcunun psikolojik ve biyolojik yapısının doğru değerlendirilmesine yönelik veriler elde etmemize katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Açıkada, C., Hazır, T., Asçı, A. ve Turnagöl, H. (2013). Bir İkinci Lig Futbol Takımının Sezon Öncesi Hazırlık Döneminde Fiziksel ve Fizyolojik Profili. *Futbol Bilim ve Teknoloji Dergis.* 27(5), 1287-1294.
- Ahmetov, I.I., Fedotovskaya, O.N. (2012). Current Progress in Sports Genomics (Review). *Cell Mol Exerc Physiol.* 1(1).
- Ahmetov, I.I., Gavrilov, D.N., Astratenkova, I.V., Druzhevskaya, A.M., Malinin, A.V., Romanova, E.E. and Rogozkin, V.A. (2013). The Association of ACE, ACTN3 And PPARA Gene Variants With Strength Phenotypes in Middle School-Age Children. *J Physiol Sci.* 63, 79-85.
- Ahmetov, I.I., Hakimullina, A.M., Popov, D.V., Lyubaeva, E.V., Missina, S.S., Vinogradova, O.L., Williams, A.G. and Rogozkin, V.A. (2009). Association of the VEGFR2 Gene His472Gln Polymorphism With Endurance-Related Phenotypes. *Eur J Appl Physiol.* 107, 95-103.
- Ahmetov, I.I., Popov, D.V., Astratenkova, I.V., Druzhevskaya, A.M., Missina, S.S., Vinogradova, O.L., Williams, A.G. and Rogozkin, V.A. (2008). The Use Of Molecular Genetic Methods For Prognosis of Aerobic and Anaerobic Performance İn Athletes. *Hum Physiol.* 34, 338-342.
- Akarçeşme, C. (2004). Voleybolda Müsabaka Öncesi Durumluk Kaygı ile Performans Ölçütleri Arasındaki İlişki. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akgün, N. (1989). *Egzersiz fizyolojisi*. T.C Başbakanlık ve Spor Genel Müdürlüğü Yayın No: 75, Ankara: Gökçe Ofset.
- Amelink, G.J., Van Der Wal, W.A., Wokke, J.H., Van Asbeck, B.S. and Bar, P.R. (1991). Exercise-Induced Muscle Damage In The Rat: The Effect Of Vitamin E Deficiency. *Pflugers Arch.* 419(3-4), 304-309.

*Anterior ve Posterior Alt Ekstremité Kasları,*  
<http://www.thinglink.com/scene/653029534756503554>, [Erişim tarihi:20 Eylül 2019].

Arıpınar, E. (1991). *Türk futbol tarihi*. İstanbul: TFF Yayınları.

Arslan, C., Bingölbali, A., Kutlu, M. ve Baltacı, A.K. (1997). Voleybol ve Atletizm Sporunun Kız Çocukların Hematolojik ve Biyokimyasal Parametrelerine Etkisi, *Beden Eğitimi Spor Bilimleri Dergisi*. 2, 28-34.

Baechle, T.R. and Earle, R.W. (2000). *Essential of strength training and conditioning*. 2nd edition. İngiltere: Human Kinetics, s; 427-433.

Bangsbo, J. (1994). Energy Demands in Competitive Soccer. *Journal of Sports Sciences*. 12, 5-12.

Bangsbo, J. (1994). *Fitness training in football*. Bagsvaerd: Storm.

Başer, E. (1998.) *Uygulamalı spor psikolojisi*. Ankara: Bağırğan Yayınevi.

Bayraktar, B. ve Kurtoğlu, M. (2009). Sporda Performans, Etkili Faktörler, Değerlendirilmesi ve Artırılması. *Klinik gelişim*. 22(1), 16-24.

Beggs, A.H., Byers, T.J., Knoll, J.H., Boyce, F.M., Bruns, G.A. and Kunkel, L.M. (1992). Cloning and Characterization of Two Human Skeletal Muscle Alpha-Actinin Genes Located on Chromosomes 1 and 11. *J Biol Chem*. 267, 9281-9288.

Black, H.R., Qualich, H. and Gareleck, C.B. (1983). Racial Differences In Serum Creatin Kinase Levels. *Ame J. Med*. 81, 478-487.

Bompa, T.O. (1998). *Antrenman kuramı ve yöntemi*. 5. Baskı. Ankara: Bağırğan Yayınevi, ss.3-30.

Bouchard, C. and Malina, R.M. (1983). Genetics of Physiological Fitness and Motor Performance (Review). *Exerc Sport Sci Rev*. 11, 306-339.

Bouchard, C., Chagnon, M., Thibault, M.C., Boulay, M.R., Marcotte, M., Cote, C. and Simoneau, J.A. (1989). Muscle Genetic Variants and Relationship With Performance and Trainability. *Med Sci Sports Exerc*. 21, 71-77.

Bouchard, C., Daw, E.W., Pirinç, T. Pérusse, L., Gagnon, J., İl, M.A., Leon, A.S., Rao, D.C., Skinner, J.S. and Wilmore, J.H. (1998). Familial Resemblance for VO2max



- in the Sedentary State: the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc.* 30(2), 252-258.
- Brewer, B.W. (2009). Handbook of Sport Medicine and Science, Britton W. Brewer (Ed). *Sport Psychology*. İngiltere: John Wiley ve Sons Ltd., ss.148
- Chiu, L.L., Wu, Y.F., Tang, M.T., Yu, H.C., Hsieh, L.L. and Hsieh, S.S. (2011) ACTN3 Genotype and Swimming Performance İn Taiwan. *Int J Sports Med.* 32, 476–480.
- Cieszczyk, P, Ostanek, M, Leońska-Duniec, A, Sawczuk, M, Maciejewska, A, Eider, J, Ficek, K, Sygit, K, Kotarska, K. (2012). Distribution Of The AMPD1 C34T Polymorphism İn Polish Power-Oriented Athletes. *J Sports Sci.* 30(1), 31-35.
- Cięszczyk, P., Eider, J., Ostanek, M., Leońska-Duniec, A., Ficek, K., Kotarska, K. and Girdauskas, G. (2011). Is the C34T Polymorphism of the AMPD1 Gene Associated With Athlete Performance İn Rowing? *Int J Sports Med.* 32(12), 987-991.
- Collins, M., Renault, V., Grobler, L.A., St Clair Gibson, A., Lambert, M.I., Wayne Derman, E., Butler-Browne, G.S., Noakes, T.D. and Mouly, V. (2003). Athletes With Exerciseassociated Fatigue Have Abnormally Short Muscle DNA Telomeres. *Med Sci Sports Exerc.* 35(9), 1524-1528.
- Colombini, A., Lombardi, G., Banfi, G., Arpesella, M. and Pelissero, G. (2011). *Athleticogenomics and Elite Athletes: A Review Of The State Of The Art And A Possible Relationship With İnflammatory Response.* *IJPH.* 8(3), 275-285.
- Costa, A.M., Breitenfeld, L., Silva, A.J., Pereira, A., Izquierdo, M. and Marques, M.C. (2012). Genetic İnheritance Effects On Endurance And Muscle Strength: An Update. *Sports Med,* 42, 449-458.
- Coyle, E.F., Cositill, D.L. and Lesmes, G.R. (1979).Leg Extension Power And Muscle Fiber Composition. *Med and Sci. İn Sport.* 11(1), 12-15.
- Çamlıyer, H. (1990) Yarış ve Rekabet Ortamlarının Sporcuların Yaşadıkları Streslerine Davranışlarına Etkileri, 1. *Ulusal Spor Bilimleri Sempozyumu*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- De Moor, M.H., Spector, T.D., Cherkas, L.F., Falchi, M., Hottenga, J.J., Boomsma, D.I. and De Geus, E.J. (2007). Genome-Wide Linkage Scan For Athlete Status in 700 British Female DZ Twin Pairs. *Twin Res Hum Genet.* 10, 812-820.
- De Ste Croix, M.B.A., Armstrong, N., Chia, M.Y.H., Welsman, J.R., Parsons, G. and Sharpe, P. (2000). Changes in Short-Term Power Output in 10 to 12-Year-Olds, *Journal of Sports of Sciences.* 19, 141-148.
- Del Coso, J., Valero, M., Lara, B., Salinero, J.J., Gallo-Salazar, C. and Areces, F. (2016). Myosin Light Chain Kinase (MLCK) Gene Influences Exercise Induced Muscle Damage during a Competitive Marathon. *PLoS ONE.* 11(8), e0160053. doi: 10.1371
- Djinovic-Carugo, K., Gautel, M., Ylanne, J. and Young, P. (2002). The Spectrin Repeat: A Structural Platform For Cytoskeletal Protein Assemblies. *FEBS Lett.* 513, 119-123.
- Doğar, A.V. (2002). *Futbol Eğitim ve Öğretimi Ders Notları.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi.
- Echegaray, M. and Rivera, M.A. (2001). Role of Creatine Kinase Isoenzymes On Muscular and Cardiorespiratory Endurance: Genetic And Molecular Evidence. *Sports Med.* 31, 919-934.
- Elliott, B. (1998). *Training in Sport, Applying Sport Science,* England: John Wiley & Sons Ltd.,ss.145-166.
- Eynon, N., Hanson, E.D., Lucia, A., Houweling, P.J., Garton, F., North, K.N., and Bishop, D.J. (2013). Genes For Elite Power and Sprint Performance: ACTN3 Leads The Way. *Sports Med.* Sep; 43(9), 803-17.
- Eynon, N., Meckel Y., Sagiv, M., Yamin, C., Amir, R., Sagiv, M., Goldhammer, D., Duarte, J.A. and Oliveira, J. (2010). Do PPARGC1A and PPARalpha Polymorphisms Influence Sprint or Endurance Phenotypes? *Scand J Med Sci Sports.* 20, 145-150.
- Fedotovskaya, O.N., Danilova, A.A. and Akhmetov, I.I. (2012). Effect of AMPD1 Gene Polymorphism on Muscle Activity in Humans. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine,* 154(10), 485-487.

- Fedotovskaya, O.N., Danilova, A.A. and Akhmetov, I.I. (2013). Effect of AMPD1 Gene Polymorphism on Muscle Activity in Humans. *Bull Exp Biol Med.* 154(4), 489-491.
- Fischer, H., Esbjörnsson, M., Sabina, R.L., Strömberg, A., Peyrard-Janvid, M. and Norman, B.J. (1985). AMP Deaminase Deficiency is Associated With Lower Sprint Cycling Performance in Healthy Subjects. *Appl Physiol.* 103(1), 315-322.
- Genç, D.A. (1999). *Futbol Kulüplerinin Stratejik Yönetimi*. Ankara: Bağırhan Yayınevi, ss.8.
- Ginevičienė, V., Jakaitienė, A., Pranculis, A., Milašius, K., Tubelis, L., Utkus, A. (2014). AMPD1 rs17602729 is Associated With Physical Performance of Sprint And Power in Elite Lithuanian Athletes. *BMC Genet.* 15, 58. doi: 10.1186/1471-2156-15-58.
- Gómez-Gallego, F., Ruiz, J.R., Buxens, A., Artieda, M., Arteta, D., Santiago, C. (2009). The -786 T/C Polymorphism of the NOS3 Gene is Associated With Elite Performance In Power Sports. *Eur J Appl Physiol.* 107, 565-569.
- Grealy, R., Herruer, J., Smith, C.L.E., Hiller, D., Haseler, L.J. and Griffiths, L.R. (2015) Evaluation of a 7-Gene Genetic Profile for Athletic Endurance Phenotype in Ironman Championship Triathletes. *PLoS ONE.* 10(12), e0145171.
- Gronek, P., Gronek, J., Lulińska-Kuklik, E., Spieszny, M., Niewczas, M., Kaczmarczyk, M., Petr, M., Fischerova, P., Ildus I. Ahmetov and Żmijewski, P. (2018). Polygenic Study of Endurance- Associated Genetic Markers NOS3 (Glu298Asp), BDKRB2 (- 9/+9), UCP2 (Ala55Val), AMPD1 (Gln45Ter) and ACE (I/D) in Polish Male Half Marathoners. *Journal of Human Kinetics.* 64(1), 87-98.
- Gutin, B., Manos, T. and Strong, W. (1992). Defining Health and Fitness: First Step Toward Establishing Childrens Fitness Standards. *Research Quartely for Exercise and Sport.* 63(2), 128-132.
- Guyton, A.C., John, M.D. and Hall, E., (2003). *Tibbi fizyoloji cep kitabı*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, ss.1-5.
- Günay, M. (1999). *Egzersiz fizyolojisi*, 2. baskı, Ankara: Bağırhan Yayınevi, ss.12-20.

- Hamilton, B. (2011). Vitamin D and Athletic Performance: The Potential Role of Muscle. *Asian J Sports Med.* (2), 211-9.
- Harre, D. (1971). *Trainingslehre*. Sportverlag-Berlin. 1971-1976-1978-1979.
- Hughes, D.C., Day, S.H., Ahmetov, I.I. and Williams, A.G. (2011). Genetics of Muscle Strength and Power: Polygenic Profile Similarity Limits Skeletal Muscle Performance. *J Sports Sci.* (29), 1425-1434.
- Işık, A. (2008). Sportif Performans ve Genetik. *Klinik Gelişim Dergisi.* 37-39.
- Jamshidi, Y., Montgomery, H.E., Hense, H.W., Myerson, S.G., Torra, I.P., Staels, B., World, M.J., Doering, A., Erdmann, J., Hengstenberg, C., Humphries, S.E., Schunkert, H. and Flavell, D.M. (2002). Peroxisome Proliferator--Activated Receptor Alpha Gene Regulates Left Ventricular Growth in Response to Exercise and Hypertension. *Circulation.* (105), 950-955.
- Karatosun H. (1991). *Futbol çocuk ve gençlerin eğitimi. 2.* Isparta: Altıntug Ofset Tesisleri.
- Kaynar, Ö. and Bilici, M.F. (2017). Analysis of the Talent Selection in Turkish Wrestling. *International Journal of Science Culture and Sport.* 5(4), 347-355.
- Keten, M. (1974). *Türklerde spor*. Ankara: Ayyıldız Matbaası, s. 25.
- Kılıç, E. (2006). *Politik goller futbol ve siyaset*, İstanbul: Güncel Yayıncılık, ss. 21-22.
- Kiah McCabe and Christopher Collins Muhdo Health Ltd. (2018). Ipswich IP4 2BN, UK Author to Whom Correspondence Should be Addressed. *Sports.* 6(1), 21.
- Koku F. E. (2015). Sportif Performansın Genetik ile İlişkisi. *Spor Hekimliği Dergisi.* (50), 21-30.
- Küçük, V. (2009). *Futbolda yetenek seçimi. 5.* İstanbul: TFF Yayınları.
- Leahey, T. H. (2000). *A History of modern psychology. 5.* New Jersey: Prentice Hall.
- Lopez-Leon, S., C. Tuvblad, and D. A. Forero. (2016). Sports Genetics: The PPARA gene and Athletes' High Ability in Endurance Sports. *A Systematic review and meta-analysis. Biol sport.* (33), 3-6.

- Lucia, A., Gomez-Gallego, F., Barroso, I., Rabadan, M., Bandres, F., San Juan, A.F., Chicharro, J.L., Ekelund, U., Brage, S., Earnest, C.P., Wareham NJ and Franks PW (2005). PPARGC1A Genotype (Gly482Ser) Predicts Exceptional Endurance Capacity in European Men. *J Appl physiol.* (99), 344– 348.
- MacArthur, D. G., North, K. N. (2004). A Gene for Speed? The Evolution and Function of Alpha-Actinin-3. *Bioessays.* (26), 786-95.
- Meckel, Y, Nemet, D, Alves, A.J, Eliakim, A, Eynon, N. The AMPD1 C34T mutation is not associated with the status of Israeli athletes. *European Journal of Sport Science.* 2011, 12(3), 244-248.
- Mendeş, B. (2012). Profesyonel Futbolcular ile Sedanterlerde Akut Egzersiz ile Oluşan Total Oksidan ve Total Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması. *Doktora Tezi*, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Montgomery, H. E., Marshall, R., Hemingway, H., Myerson, S., Clarkson, P., Dollery C., Hayward, M., Holliman, D.E., Jubb, M., World, M., Thomas, E.L., Brynes, A.E., Saeed, N., Barnard, M., Bell, J.D., Prasad, K., Rayson, M., Talmud, P.J., Humphries, S.E. (1998). Human Gene for Physical Performance. *Nature.* (393), 221-2.
- Montgomery, H., Clarkson, P., Barnard, M., Bell, J., Brynes, A., Dollery, C., Hajnal, J., Hemingway, H., Mercer, D., Jarman, P., Marshall, R., Prasad, K., Rayson, M., Saeed, N., Talmud, P., Thomas, L., Jubb, M., World, M., Humphries, S. (1999). Angiotensin Converting-Enzyme Gene Insertion/Deletion Polymorphism and Response to Physical Training. *Lancet.* (353), 541-545.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Rodwel, V.W. (1998). *Harper'in biyokimyası*. İstanbul: Barış Kitabevi.
- Myerson, S., Hemingway, H., Budget, R., Martin, J., Humphries, S., Montgomery, H. (1999). Human Angiotensin I-Converting Enzyme Gene and Endurance Performance. *J Appl Physiol (1985).* (87). 1313-1316.
- Norman, B., Sabina, R. L., Jansson, E. J. (2001). Regulation of Skeletal Muscle ATP Catabolism by AMPD1 Genotype During Sprint Exercise in Asymptomatic Subjects. *Appl Physiol (1985).* 91(1), 258-64.

- North, K. N., Yang, N., Wattanasirichaigoon, D., Mills, M., Eastal, S. (1999). A Common Nonsense Mutation Results in Alpha-Actinin-3 Deficiency in the General Population. *Nat Genet.* (21), 353–354.
- Peeters, M. W., Thomis, M. A., Loos, R.J. Derom, C.A., Fagard, R., Claessens, A.L., Vlietinck, R.F. and Beunen, G.P. (2007). Heritability of Somatotype Components: A Multivariate Analysis. *Int J Obes (Lond).* (31), 1295- 1301.
- Perusse, L., Rankinen, T., Rauramaa, R., Rivera, S.M., Bouchard, C., Wolfarth, B. (2003). The Human Gene Map for Performance and Health-Related Fitness Phenotypes: the 2002 Update. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35 (8), 1248-1264,
- Prior, S.J., Hagberg, J.M., Paton, C.M., Douglass, L.W., Brown, M.D., McLenithan, J.C. AND Roth, S.M. (2006). DNA Sequence Variation in the Promoter Region of the VEGF Gene Impacts VEGF Gene Expression and Maximal Oxygen Consumption. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 290(5). H1848-H1855.
- Proia, P., Bianco, A., Schiera, G., Saladino, P., Contrò, V., Caramazza, G., ... Paoli, A. (2014). PPAR $\alpha$  Gene Variants as Predicted Performance-Enhancing Polymorphisms in Professional Italian Soccer Players. *Open Access Journal of Sports Medicine.* (5), 273–278.
- Reilly, T. (2002). *Fitness assessment. science and soccer.* Routledge-Taylor & Francis Group, London and New York.
- Rico-Sanz, J., Rankinen, T., Joannis, D.R., Leon, A.S., Skinner, J.S., Wilmore, J.H., Rao D. C., Bouchard, C. (2003). HERITAGE Family Study. *Physiol Genomics.* 14(2), 161-6.
- Rieder, M. J., Taylor, S.L., Clark, A. G., Nickerson, D. A., (1999). Sequence Variation in the Human Angiotensin Converting Enzyme. *Nat Genet.* (22), 59-62.
- Rubio J. C., Martín, M. A., Rabadán, M., Gómez-Gallego, F., San Juan, A. F., Alonso, J. M., Chicharro, J. L., Pérez, M., Arenas, J., Lucia, A.J. (1985). Frequency of the C34T Mutation Of The AMPD1 Gene in World-Class Endurance Athletes: Does This Mutation Impair Performance? *Appl Physiol.* 98(6), 2108-2112.
- Santos, C. G., Pimentel-Coelho, P. M., Budowle, B., Moura-Neto, R.S., DornelasRibeiro, M., Pompeu, F.A. and Silva, R. (2015). The Heritable Path of Human Physical

- Performance: From Single Polymorphisms to the Next Generation. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 26(6), 600-12.
- Saunders, C. J., Xenophontos, S. L., Cariolou, M. A., Anastassiades, L. C., Noakes T. D., Collins, M. (2006). The Bradykinin Beta2 Receptor (BDKRB2) and Endothelial Nitric Oxide Synthase 3 (NOS3) Genes and Endurance Performance During Ironman Triathlons. *Hum Mol Genet*. (15), 979-87.
- Saunders, P.U., Pyne, D.B., Telford, R.D., Hawley, J. A. (2004). Factors Affecting Running Economy in Trained Distance Runners. *Sport Med*. (34), 465–85.
- Schlicht, W. and Lames, M. (1993). Wissenschaft und technologie: Ideen zu einer Forschungskonzeption in der traainingswisseschafft. Selbstverstandnis und Forschungansansatze. Sankt Augustin
- Schwane, J.A., Buckley, R.T., Dipaolo, D.P., Atkinson Mal., Shepherd, J. R. (2000). Plasma Creatine Kinase Responses Of 18-To 30-Yr-Old African-American Men To Eccentric Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc*. 23 (2), 370-378.
- Shang, X., Huang, C., Chang, Q., Zhang, L., Huang, T. (2010) Association Between the ACTN3 R577X Polymorphism and Female Endurance Athletes in China. *Int J Sports Med*. (31), 913-916.
- Silventoinen, K., Magnusson, P. K., Tynelius, P., Kaprio, J. and Rasmussen, F. (2008). Heritability of Body Size and Muscle Strength in Young Adulthood: A Study of One Million Swedish Men. *Genet Epidemiol*. (32), 341-349.
- Smith, D.J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*. 33(15), 1103-1126.
- Soubrier, F., Hubert, C., Testut, P., Nadaud, S., Alhenc-Gelas, F., Corvol, P. (1993). Molecularbiology of the angiotensin 1 converting enzyme: I. biochemistry and structure of the gene (Review). *J Hypertens*. (11), 471-476.
- Staron, S. R., Hikita, S. (2000). Muscular responses to exercise and training. William E., Garrett, J.R.(Eds.,) *Exercise And Sport Science*. 163-173.
- Süzen, B. (2017). *Hareket sistemi anatomisi ve kinesiyoloji*, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 206-208.

- Şenel, Ö. (1991). Effect Of Continious and İnterval Running Rograms an Aerobic and Aerobic Capacites Of High Scholl Boys Aged 14–16 Years Metü. *Yüksek Lisans Tezi*, Ortadoğu Teknik Üniveritesi, Ankara.
- Taylor, R. R., Mamotte, C. D., Fallon, K., Van Bockxmeer, F. M. (1999). Elite athletes and the gene for angiotensin converting enzyme. *J Appl Physiol.* 87 (3), 1035- 1037.
- Tural, Ş., Tural, E., Kara, N and Ağaoğlu, S. A. (2011). Sporda gen dopingi. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi.* 13(3), 253-260.
- Urartu, Ü. (1987). *Futbol teknik taktik kondisyon*. Ankara: İnkilap Yayınevi.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M. and Philippaerts, R. M. (2008). Talent identification and development programmes in sport: Current models and future directions. *Sports Med.* 38 (9), 703-14.
- Williams, A. G., Dhamrait, S. S., Wootton, P. T., Day S. H., Hawe, E., Payne, J. R, Myerson, S.G., World, M., Budgett, R., Humphries, S. E. And Montgomery, H. E. (2004). Bradykinin receptor gene variant and human physical performance. *J ApplPhysiol.*(96), 938-42.
- Wittig Arno, F. E. (1984). Sport competition anxiety and sex role, *Journal of the Sport Psychology.* (10), 469-473.
- Wolfarth, B., Rivera, M. A., Oppert, J. M., Boulay, M. R., Dionne, F. T., Chagnon, M., Gagnon, J., Chagnon, Y., Perusse, L., Keul, J. and Bouchard, C. (2000). A Polymorphism in the Alpha2a-Adrenoceptor gene and endurance athlete status. *Med Sci Sports Exerc.* (32), 1709-12.
- Yang, N., Garton, F. and North, K. (2009). Alpha-Actinin-3 and performance. *Med Sport Sci.* (54), 88-101.
- Yang, N., MacArthur, D. G., Gulbin, J. P., Hahn, A.G., Beggs, A. H., Eastal, S., North, K. (2003). ACTN3 Genotype is associated with human elite athletic performance. *Am J Hum Genet.* 73(3), 627–631.