

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI



**COL5A1 GENİ İLE HAREKET GENİŞLİĞİ VE YUMUŞAK
DOKU YARALANMALARI İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ**

Doktora Tezi

Sedat KAHYA

Danışman

Prof. Dr. Murat ELİÖZ

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.YDS.1904.21.003 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2023

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☒ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☐

07/06/ 2023
Sedat KAHYA

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : COL5A1 GENİ İLE HAREKET GENİŞLİĞİ VE YUMUŞAK DOKU YARALANMALARI İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 04.04.2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 7

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

04/04/2023
Prof. Dr. Murat ELİÖZ

ÖZET

COL5A1 GENİ İLE HAREKET GENİŞLİĞİ VE YUMUŞAK DOKU YARALANMALARI İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Sedat KAHYA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı
Doktora, Haziran/2023
Danışman: Prof. Dr. Murat ELİÖZ

Amaç: Çalışmamız, *COL5A1* geni ile hareket genişliği ve yumuşak doku yaralanmaları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmamıza 18 yaş üstü elit seviye vücut geliştirme, güreş, cimnastik ve futbol spor branşlarından toplamda 100 erkek sporcu dâhil edilmiştir. Sporculara ait kan örneğinden DNA izolasyon kiti kullanılarak, izolasyon işlemi yapılmıştır. İzolasyon yapılan kan örnekleri, OMÜ KİTAM Laboratuvarında *COL5A1* rs12722 *Bst*UI için genotiplenmiştir. Gonyometre aleti kullanılarak sporcuların bel fleksiyon-ekstansiyon hareket genişliği seviyeleri ölçülmüştür. Sporcuların gonyometre ölçüm sonuçları ile *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizm sonuçları karşılaştırılmıştır. İstatistiksel değerlendirmede ANOVA, Pearson Ki-kare ve Fisher's Exact Testleri kullanılmıştır. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin, popülasyondaki dağılımında Hardy-Weinberg dengesine dikkat edilmiştir ($p>0,05$).

Bulgular: *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmi genotip dağılımı bakımından sporcuların; % 30'unun CC, % 46'sının CT, % 24'ünün ise TT genotipine sahip oldukları görülmüştür. Alel dağılımı bakımından ise sporcuların % 53'ü C aleline, % 47'si de T aleline sahiptirler. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmi ile bel fleksiyonu hareket genişliği seviyesi arasında CC genotipi ve C aleli lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar görülmüştür ($p<0,05$). Günlük antrenman süresinde ise yalnız CC genotipi lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar görülmüştür ($p<0,05$). *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin diğer alt boyutlarında ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmamıştır ($p>0,05$).

Sonuç: Çalışmamızda, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin CC genotipi ile C alelinin, bel fleksiyonunda artan hareket genişliği seviyesi ile ilişkili olduğu sonucu bulunmuştur. Hareket genişliği seviyesinin artmasıyla sporcular yumuşak doku yaralanmalarından önemli oranda korunabilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Alel, *COL5A1* geni, Hareket genişliği, Yaralanma, Yumuşak doku

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE *COL5A1* GENE AND RANGE OF MOTION AND SOFT TISSUE INJURIES

Sedat KAHYA

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Sports Sciences

Ph.D., June/2023

Supervisor: Prof. Dr. Murat ELİÖZ

Objective: Our study was conducted to investigate the relationship between *COL5A1* gene and range of motion and soft tissue injuries.

Material and Method: A total of 100 male athletes over the age of 18 from elite level bodybuilding, wrestling, gymnastics and football sports branches were included in our study. DNA isolation kit was used from the blood sample of the athletes and isolation process was performed. The isolated blood samples were genotyped for *COL5A1* rs12722 *Bst*UI in OMÜ KİTAM Laboratory. Using the goniometer instrument, waist flexion-extension range of motion levels of the athletes were measured. The goniometer measurement results of the athletes were compared with the results of *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polymorphism. ANOVA, Pearson Chi-square and Fisher's Exact Tests were used for statistical evaluation. The Hardy-Weinberg balance was noted in the distribution of *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polymorphism in the population ($p>0.05$).

Findings: *COL5A1* rs12722 in terms of *Bst*UI polymorphism genotype distribution, 30% of the athletes had CC, 46% had CT and 24% had TT genotype. In terms of allele distribution, 53% of athletes have the C allele and 47% have the T allele. There was a statistically significant difference between *COL5A1* rs12722 *Bst*UI and lumbar flexion range of motion in favor of CC genotype and C allele. ($p<0.05$). In the daily training period there was a statistically significant difference in favor of CC genotype alone ($p<0.05$). There was no statistically significant difference in the other sub-dimensions of the *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polymorphism ($p>0.05$).

Result: In our study, it was concluded that the CC genotype of *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polymorphism and the C allele were associated with the increased level of range of motion in lumbar flexion. With the increase in the level of range of motion, athletes can be significantly protected from soft tissue injuries.

Keywords: Allel, *COL5A1* gene, Injury, Range of motion, Soft tissue

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Araştırmamın her aşamasında destekleriyle beni cesaretlendiren, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, spor bilimine bakış açımı bütünüyle değiştiren akademik yaşamım boyunca hep örnek alacağım danışmanım, değerli hocam sayın Prof. Dr. Murat ELİÖZ'e sonsuz şükranlarımı sunarım. Araştırmam boyunca desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen, Doç. Dr. Erol DOĞAN ile Doç. Dr. Bade YAMAK hocalarıma, araştırmam süresince tavsiyeleriyle katkılarını esirgemeyen Dr. Oğuzhan ÇALI ve Dr. Burhan ÖZKURT hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Araştırmamın genetik analizinde, yardımlarını esirgemedi bana destek veren Öğretim Görevlisi sayın Eda UĞURTAY hocama çok teşekkür ederim. Çalışmama verdiği değerli katkılardan dolayı Türk Cimnastik tarihinde ilk altın madalyayı kazanarak bizleri gururlandıran değerli sporcu kardeşim Ümit ŞAMILOĞLU'na, Spor Etkinlikleri Daire Başkanı sayın Ercan YILDIZ ve değerli eşi Yeliz AY YILDIZ hanım efendiye teşekkürü borç bilirim. Doktora eğitimim boyunca benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Sabahat KAHYA'ya ve kızım Ece Nur KAHYA'ya şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma, PYO.YDS.1904.21.003 proje numarası ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Çalışmamıza verdiği desteklerden dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesine şükranlarımı sunarım.

Sedat KAHYA

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Genetik Bilimi ve Gen	6
2.2. İnsan Genom Projesi	8
2.3. Epigenetik ve Spor	10
2.4. Sporda Üzerinde Sıklıkla Çalışılan Genler ve Özellikleri	12
2.4.1. Angiotensin-Converting Enzyme	15
2.4.2. Alfa-Actinin 3	16
2.4.3. Adrenoceptor Beta 3	16
2.4.4. Adenosine Monophosphate Deaminase	17
2.4.5. Hypoxia-Inducible Factor 1 Alpha	18
2.4.6. Myostatin (Growth Differentiation Factor 8)	19
2.4.7. Nitric Oxide Synthases	19
2.4.8. Peroxisome Proliferator Activated Receptor Alpha	20
2.4.9. Vascular Endothelial Growth Factor Alpha	21
2.5. Sporda Hareket Genişliği ve Gen İlişkisi	22
2.6. Sporda Yumuşak Doku Yaralanmaları ve Gen İlişkisi	23
2.6.1. Yumuşak Doku Yaralanma ile COL5A1 Geni İlişkisi	25
2.6.2. Yumuşak Doku Yaralanmalarının Sıklıkla Meydana Geldiği Bazı Spor Dalları	28
2.6.2.1. Futbol	32
2.6.2.2. Güreş	34
2.6.2.3. Cimnastik	35
2.6.2.4. Vücut Geliştirme	37
3. MATERYAL METOT	39
3.1. Çalışma Grubu	39
3.2. Kullanılan Ölçek	39
3.2.1. Antropometrik ve Hareket Genişliği Ölçümleri	39
3.2.1.1. Bel Fleksiyon Ölçümü	40
3.2.1.2. Bel Ekstansiyon Ölçümü	41
3.2.2. Genotipleme	43
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	44
4. BULGULAR	45

5. TARTIŞMA	57
5.1. Araştırmacıya Ait Gözlem/Tespit ve Deneyimler.....	65
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
6.1. Çalışmanın Sonuçları	66
6.2. Çalışmanın Önerileri	68
6.3. Çalışmanın Sınırlılıkları.....	69
7. KAYNAKÇA	70
EKLER	90
Kişisel Bilgi Formu.....	90
Etik Kurul Kararı	91
.....	91
ÖZ GEÇMİŞ	92



SİMGELER VE KISALTMALAR

<i>ACE</i>	:Angiotensin-Converting Enzyme
<i>ACLI</i>	:Anterior Cruciate Ligament Injury
<i>ACTN-3</i>	:Alfa-actinin-3
<i>ADRB</i>	:Adrenoceptor Beta 3
<i>AMPD</i>	:Adenosinemonophosphate Deaminase
<i>ATP</i>	:Adenozinetriphosphate
<i>BDKRB</i>	:Bradykinin Receptor Beta
<i>CKM</i>	:Creatine Kinase, M-Type
<i>COL5A1</i>	:Collagen 5 Alpha 1
<i>COL5A2</i>	:Collagen 5 Alpha 2
<i>COL1A1</i>	:Collajen 1 Alpha 1
<i>COL12A1</i>	:Collajen 12 Alpha 1
<i>CRISPR</i>	:Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats
<i>DNA</i>	:Deoxyribonucleic acid
<i>EDS</i>	:Ehlers-Danlos Syndromes
<i>EMILIN-1</i>	:Elastin Microfibril Interfacer-1
<i>ELN</i>	:Elastin
<i>GDF-8</i>	:Growth Differentiation Factor 8
<i>HIF-1A</i>	:Hypoxia-Inducible Factor 1 Alpha
<i>HGP</i>	:The Human Genome Project
<i>MMP1</i>	:Matrix Metallopeptidase 1
<i>MMP2</i>	:Matrix Metallopeptidase 2
<i>mtDNA</i>	:Mitochondrial DNA
<i>NOS</i>	:Nitric Oxide Synthase
<i>PCR</i>	:Polimeraz Chain Reaction
<i>PPARA</i>	:Peroxisome Proliferator Activated Receptör Alpha
<i>RNA</i>	:Ribonucleic Acid
<i>ROM</i>	:Range of Motion
<i>SNP</i>	:Single Nucleotid Polymorphism
<i>TGF-β</i>	:Transforming Growth Factor- β
<i>TIMP</i>	:Metallopeptidase Inhibitor
<i>UTR</i>	:Untranslated Region
<i>VEGF</i>	:Vascular Endotheial Growth Factor

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Hücre düzeyinde genleri meydana getiren yapılar.....	7
Şekil 2. 2. Gen ifadesi üzerinde etkili epigenetik mekanizmalar	11
Şekil 2. 3. <i>COL5A1</i> geninin kromozom üzerindeki lokasyonu.....	26
Şekil 2. 4. Ehler Danlos Sendromu olan hastanın bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüsü ile doku hiper mobilitesi.....	28
Şekil 2. 5. Kolajen fibrilden bütün tendona kadar tendonun hiyerarşik yapısı	31
Şekil 3. 1. Bel fleksiyon ölçümü ön hazırlık çalışması	41
Şekil 3. 2. Gonyometre ile bel fleksiyon ölçümü.....	41
Şekil 3. 3. Bel ekstansiyon ölçümü ön hazırlık çalışması.....	42
Şekil 3. 4. Gonyometre ile bel ekstansiyon ölçümü.....	42
Şekil 4. 1. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin jel elektroforezi görüntüsü.....	47
Şekil 4. 2. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizm TT genotipinin elektroferogram görüntüsü	47
Şekil 4. 3. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizm CT genotipinin elektroferogram görüntüsü	48
Şekil 4. 4. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizm CC genotipinin elektroferogram görüntüsü	48
Şekil 4. 5. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizm genotip ve alel frekans dağılım grafiği	49
Şekil 4. 6. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin branşlararası genotip ve alel dağılım grafiği	50
Şekil 4. 7. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin spor yapma yılına göre genotip ve alel dağılım grafiği	50
Şekil 4. 8. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin haftalık antrenman yapma sayısına göre genotip ve alel dağılım grafiği.....	51
Şekil 4. 9. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin günlük antrenman süresine göre genotip ve alel dağılım grafiği.....	52
Şekil 4. 10. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin ısınma süresine göre genotip ve alel dağılım grafiği	53
Şekil 4. 11. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin soğuma çalışması yapma durumuna göre genotip ve alel dağılım grafiği.....	53
Şekil 4. 12. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin bir aydan fazla sakatlık geçirme durumuna göre genotip ve alel dağılım grafiği.....	54
Şekil 4. 13. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin her yıl sakatlık geçirme durumuna göre genotip ve alel dağılım grafiği.....	55
Şekil 4. 14. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin bel ekstansiyon hareketine göre genotip ve alel dağılım grafiği.....	55
Şekil 4. 15. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmin bel fleksiyon hareketine göre genotip ve alel dağılım grafiği.....	56

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Sportif performansla ilişkili bazı genler, lokasyonları ve polimorfizmleri.....	14
Tablo 4 1. Katılımcıların demografik özellikleri	45
Tablo 4.2.Katılımcıların <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmine ait genotip ve alel dağılımı.....	48
Tablo 4.3. Katılımcıların <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizmine ait genotip dağılımının boy, kilo V.K.İ. Anova testi sonucu	49
Tablo 4.4. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının spor branşlarına göre Ki-kare testi sonucu	49
Tablo 4.5. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının spor yapma yılına göre Ki-kare testi sonucu.....	50
Tablo 4.6. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının haftalık antrenman sayısına göre Ki-kare testi sonucu	51
Tablo 4.7. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının günlük antrenman saatine göre Ki-kare testi sonucu	51
Tablo 4.8. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının ısınma süresine göre Ki-kare testi sonucu.....	52
Tablo 4.9. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının soğuma yapma durumuna göre Ki-kare testi sonucu	53
Tablo 4.10. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının bir aydan fazla süreyle yumuşak doku yaralanması geçirme durumuna göre Ki-kare testi sonucu.....	54
Tablo 4.11. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının her yıl yumuşak doku yaralanması geçirme durumuna göre Ki-kare testi sonucu	54
Tablo 4.12. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının bel ekstansiyon hareketine göre Ki-kare testi sonucu	55
Tablo 4.13. <i>COL5A1</i> rs12722 <i>Bst</i> UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının bel fleksiyon hareketine göre Ki-kare testi sonucu	56
Tablo 5 1. <i>COL5A1</i> <i>Bst</i> UI rs12722 gen polimorfizminin yumuşak dokular üzerindeki etkisi	58

1. GİRİŞ

Spor; insanların zihinsel, fiziksel ve ruhsal yönde gelişimlerini destekleyen etkinlikler bütünüdür. Bu etkinliklerin gerçekleştirilmesinde sıklıkla kullanılan sportif performans kavramı, sportif faaliyetler esnasında sporcu başarısı için kritik rol oynamaktadır. Sporcunun sportif etkinlik sırasında sergilemiş olduğu fizyolojik, biyomekanik ve psikolojik verimlilik “sportif performans” kavramı olarak tanımlanmaktadır (Samur, 2018). Sportif performansın oluşumunda ve gelişiminde; genetik, psiko-sosyal, fiziksel uygunluk, bilgi, sportif deneyim, yetenek ve iyi planlama ile bunlar arasındaki ilişki oldukça önemlidir (Eken vd., 2018).

Sportif performansı etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin bir kısmı performans üzerinde olumlu etkilere sahip iken, bir kısmı ise olumsuz etkilere sahip olabilmektedir. Sportif performans üzerinde olumlu/olumsuz etkilere sahip olan bu faktörler, meydana geliş biçimlerine göre içsel ve dışsal faktörler olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır (Bayraktar ve Kurtoglu, 2009). İçsel faktörler; yaş, cinsiyet, anatomik yapı, metabolizma, sinir-kas ileti hızı, genetik; dışsal faktörler ise malzeme, ortam sıcaklığı, beslenme, ergojenik destekler, yükselti ve hava durumu olarak sıralanabilir. Sportif performansı etkileyen birçok içsel ve dışsal faktör olmakla birlikte özellikle içsel faktörlerden olan genetik faktörler, sportif performansın sağlıklı bir biçimde sürdürülmesinde önemli bir durum olabilir. Bireyin yaşamsal faaliyetini şifreleyen genetik; atletik performans ve onun ilişkili olduğu güç, kuvvet, aerobik/anaerobik kapasite ile yaşam tarzı, nöral gelişim, dengeli beslenme ve çevresel faktörlerle harmanlanmış multifaktöriyel bir olgudur (Baltazar-Martins vd., 2020; Yılmaz vd., 2020). Sporcuların başarılı olabileceği sporlarda ilgili spor branşlarının gerektirdiği anatomik, fizyolojik ve biyokimyasal bilgileri kadar onların sahip olduğu genetik özelliklerde en az sportif performans kadar önemlidir (Yiğit vd., 2020). Sporcuların sahip olduğu genetik özellikler, sporda başarı için anahtar bir role sahip olabilir. Sporcuların sportif başarı durumları incelendiğine, kimilerinin 3.000 saat, kimilerinin de 10.000 saat çalışmayla istenilen başarı düzeyine ulaşabildikleri göz önüne alındığında, sportif başarıyı belirleyen önemli etkenlerden birinin genetik yapı olduğu görülebilmektedir (Cerit ve Çakıroğlu, 2019).

Zamanla gelişen bilgi ve teknoloji, genetiğe yönelik merakı artırarak sporcuların sahip olduğu kalıtsal yapıların belirlenmesini sağlamıştır. Bu amaçla, sportif

performans ve gen ilişkisini belirlemeye yönelik çalışan bilim adamlarının bilimsel uygulamaları, antrenman planlamalarına dâhil etmeleri sporcuların fizyolojik bakımdan zayıf ve güçlü yönlerini ortaya çıkartmıştır (Esmer ve Eskiyecek, 2020). Bu amaçla yapılan çalışmalar; klinik tedavi uzmanlarına, antrenörlere ve seçkin sporcu olmak isteyen bireylere genetik potansiyellerini tanıma konusunda büyük faydalar sağlamaktadır (Ma vd., 2013).

Sportif performansın geliştirilmesine yönelik sportif performans “doğuştan mı? yoksa sonradan mı?” kazanılır, “kırılan rekorlara rağmen performans limitleri yeteri kadar zorlandı mı?” “Daha fazlası olabilir mi?” gibi sorular, spor biliminde her zaman tartışma konusu olmuştur (Işık, 2009). Bu durumun belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar sonucu “spor genetiği” başlığı altında yeni bir alan ortaya çıkmıştır. Spor genetiği, sporcuların başarılı olabilecekleri spor branşlarına etki eden kalıtsal çalışmaları inceleyen bir bilim dalıdır (Eken vd., 2018).

Sporcuların uğraştığı spor branşına yönelik sahip olduğu avantajlı ya da dezavantajlı genetik özellikler, onların ilerdeki spor yaşamlarını etkileyebilmektedir. Sporcuların kalıtsal olarak sahip olduğu; kas-iskelet, solunum, kalp-damar, hormonal gibi fizyolojik özellikleri ile onların yaralanmalara karşı hassasiyetlerinin belirlenmesi, sporsal verimin sağlıklı bir biçimde sürdürülmesinde önemli bir durum olabilir. Sporcuların sportif performanslarını doğrudan etkileyen spor yaralanmaları, antrenman ve müsabakalara ayrılan zamanın kaybolması ile sonuçlanan olumsuz bir durumdur. Spor yaralanmaları, bedenin bir bölgesinin ya da tamamının karşı koyabileceği kuvvetten fazlasına direnç göstererek dayanıklılık limitlerinin aşılması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Budak vd., 2020). Spor yaralanmalarının pek çok ortak noktası olmasına rağmen meydana geliş mekanizmaları ve iyileşme süreçleri tamamen kendine has bir özellik göstermektedir (Bayraktar ve Kurtoğlu, 2009).

Spor yaralanmaları, kimi zaman sporcularda uzun vadede bazı olumsuzluklar oluşturabilmektedir. Sporcuların yaralanmalar sonrası iyileşme süreçlerinde yaşadıkları hem psikolojik (kaygı, endişe, korku, kendine karşı güvensizlik vb.) hem de fizyolojik (geç iyileşme, yetersiz beslenme, yaralanmanın nüksetmesi vb.) sıkıntılar bunlardan bazılarıdır. Bu olumsuzluklar göz önüne alındığında spor yaralanmaları, sporcu sağlığı açısından üzerinde durulması gerek bir önemli kavramdır. Spor yaralanmalarının ortaya çıkarttığı olumsuzluklar, kimi zaman sporcular için telâfisi zor bir duruma da dönüşebilmektedir (Çakır ve Kısa, 2021). Ayrıca yaralanma esnasında

ve sonunda deneyimlenen olumsuzluklar, spor yaralanmalarını sporcular açısından önemli bir kavram hâline getirmektedir. Spor yaralanmalarına bu açıdan bakıldığında yaralanmalara sebep olan genetik özelliklerin bilinmesinin sportif kaynaklı yaralanmalardan korunma anlamında sporcu sağlığına büyük katkılar sağlayabileceği öngörülebilir. Özellikle sporda yumuşak doku yaralanmaları ile ilgili bu zamana kadar; *COL5A1* (rs12722), *COL1A1* (rs1800012), *COL12A1* (rs970547), *MMP1* (rs1799750), *MMP3* (rs679620), ile *TIMP2* (rs4789932) gen polimorfizmlerinin olduğu tespit edilmiştir (Kubo vd., 2013; Ahmetov vd., 2021).

Bu genetik yapılar içerisinde özellikle vücuttaki kolajen dokular üzerinde etkili olduğu varsayılan *COL5A1* rs12722 polimorfizmdeki SNP (Single Nucleotid Polymorphisms)'ler, sporda yumuşak doku yaralanmalarında büyük bir öneme sahip olabilir. *COL5A1* geni, yumuşak dokular üzerinde etkili olan tip V kolajen yapıları oluşturmak için gerekli talimatları vermektedir (MedlinePlus, 2021). Bu bakımdan *COL5A1* rs12722 polimorfizminin içerisindeki genotip ve alel dağılımları, yaralanmaların tespitinde ve önlenmesinde büyük bir öneme sahip olabilir. Kolajen bağ dokular üzerinde etkili olduğu varsayılan *COL5A1* rs12722 polimorfizmi, Tip V kolajenler üzerinde önemli etkilere sahip biyolojik bir yapıdır (Dalewski vd., 2021).

Çalışmamızda güreş, cimmastik, futbol ve vücut geliştirme spor branşlarında sporcuların maruz kaldıkları yumuşak doku yaralanmaları detaylı bir şekilde incelenecektir. Bu doğrultuda sporda meydana gelen yaralanmaların büyük bir kısmını yumuşak doku yaralanmaları oluşturmaktadır. Bu amaçla Çetiner vd. (2021) yaptıkları çalışmada, toplamda 1713 yaralanmanın 1574 (%60,3)'ünün yumuşak doku yaralanmaları olduğunu tespit etmişlerdir. Molnár vd. (2022) yaptıkları çalışmada ise sporcuların % 29,1 baş-yüz, % 16,4 boyun, % 27,3 ise alt ve üst ekstremiteler yaralanmalarına maruz kaldıkları ve bu yaralanmaların çoğunluğunun ise yumuşak doku yaralanmaları olduğunu tespit etmişlerdir. Spor branşlarına göre yumuşak doku yaralanmalarını literatür ile birlikte değerlendirdiğimizde; güreş, cimmastik, futbol ve vücut geliştirme spor branşlarının spor yaralanmaları bakımından yüksek insidansa sahip olduğu görülmektedir. Habelt vd. (2011)'nin yaptıkları çalışmada, futbol'un % 31,13 ile hentbol, kayak, basketbol, voleybol, tenis, dans, judo, yüzme ve badminton spor branşlarına kıyasla daha fazla yaralanma insidansına sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Siewe vd. (2014)'nin yaptıkları çalışmada, vücut geliştirme sporcularında meydana gelen çoğu yaralanmanın omuz, dirsek, omurga ve diz

bölgelerinde olduğu, ağırlardan şikâyetlenen sporcuların büyük çoğunluğunun ise vücut geliştirme sporunu bıraktıkları sonucuna ulaşmışlardır. Ulusal lise sporlarıyla ilgili yaralanma gözlem sistemi (The National High School Sports-Related Injury Surveillance System), verilerine göre erkek cimnastikçilerin stres kırıkları bakımından ikinci en yüksek yaralanma oranına sahip olduklarını tespit etmiştir. Bu durum her 100.000 sportif faaliyette 7,43 olarak hesaplanmıştır (Sweeney vd., 2018).

Çalışmamız yumuşak doku yaralanmalarına sebep olduğu düşünülen *COL5A1* rs12722 *Bst*UI gen polimorfizmindeki genotip ve alellerin; güreş, cimnastik, futbol ve vücut geliştirme spor branşlarındaki dağılımlarının belirlenerek, bu genotip ve alel dağılımlarının sporda hareket genişliğine olan etkilerinin detaylı bir şekilde incelenmesini içermektedir. Araştırma sonucunda hareket genişliği seviyesini etkileyebilecek *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin genotip ve alel yapıları ortaya çıkarılarak, bu yapıların yumuşak dokular üzerindeki etkisi literatür dâhilinde bu alanda yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırılacaktır. Araştırmamız, özellikle erkek sporcular üzerine yürütülecektir. Güç ve temas sporlarının maksimal kapasiteyle birleştiği futbol, vücut geliştirme, cimnastik ve güreş spor branşları, kadın sporculara oranla erkek sporcularda daha fazla çaba, temas ve mücadele gerektirmesi bu sporla uğraşan erkek sporcuları, yaralanmalara daha fazla maruz bırakabilmektedir (Akınoğlu vd., 2019; Harput, 2019; Şensoy vd., 2021). Bunun sonucunda ise erkek sporcular kadın sporculara oranla yaralanmalardan daha fazla muzdarip olabilmektedir. Araştırmamıza konu olan vücut geliştirme, güreş, cimnastik ve futbol spor branşlarının, karakteristik özellikleri itibarıyla yüksek derecede güç ve temas gerektiren sporlar olması çalışmamızı bu bakımdan desteklemektedir.

Çalışmamız ilgili literatürde *COL5A1* rs12722 polimorfizminin yumuşak dokular üzerindeki etkisini hem bireysel hem de takım sporları bakımından değerlendiren alan yazında özgün bir araştırma olabilir. Çalışmamızdan elde edilen genotip ve alel dağılım farklılıkları, sonuçları itibarıyla sporcularda var/yok şeklinde değil bu farklılıkların nedensel ilişkilerinin detaylı bir şekilde sporun paydaşlarına sunulması bakımında da büyük önem arz etmektedir. Ayrıca ülkemizde defalarca aynı gruplarla aynı genlere yönelik çalışmaların yapılması, farklı genotipleri içeren yeni multidisipliner çalışmaların yapılması gereksinimini de ortaya çıkartmaktadır (Kasap ve Tutkun, 2020).

Çalışmamızdan elde edilecek veriler, sonuçları itibariyle genetik ayrımcılık gibi birtakım soruları da gündeme getirebilir. Genetik ayrımcılık, kalıtsal özellikleri itibariyle bireylerin ayrımcı uygulamalara maruz kalması durumudur (Küzeci, 2018). Çalışmamızın ana teması olan sporcu sağlığı ve yaralanmaların ülke ekonomilerine katkıları göz önüne alındığında, genetik ayrımcılık düşüncesinin çalışmamızın kapsamı dışında tutulması sorunun çözümünde doğru bir yaklaşım olabilir. Bu iyimser düşünce ve temennilere rağmen, genetik sonuçların istismarı farklı şekillerde de meydana gelebilmektedir.

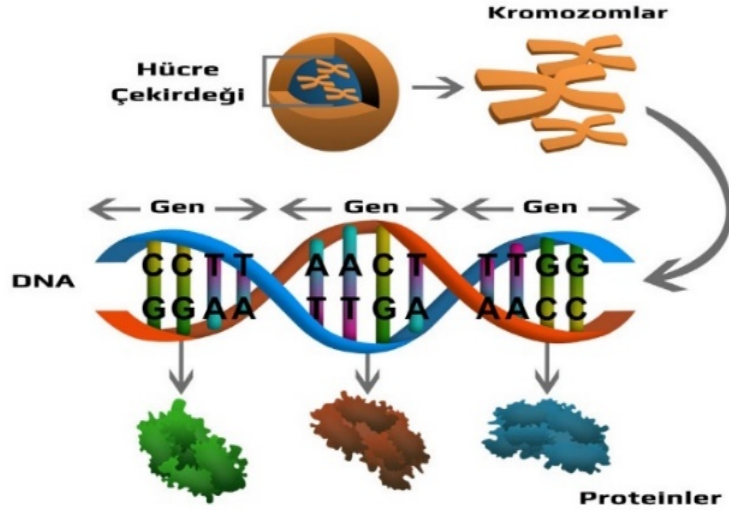
Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, yaralanmalardan korunma ve sürdürülebilir spor yaşantısının sağlanması gibi konularda antrenörlere, sporculara ve bu işle uğraşan tüm bireylere rehberlik etmesi beklenmektedir. Bu bakımdan özellikle yaralanma insidansı yüksek olan spor branşlarına genetik yatkınlıkları fazla olan sporcular yerine, daha az yatkınlığa sahip bireyler seçilebilir. Böylelikle antrenörlerin ve ailelerin sporcu yetiştirmede sporcuya verdiği emek, zaman, maddi-manevi destek gibi günümüzde sporda başarı için önemli olan kavramların da doğru bir şekilde kullanılması sağlanabilir. Ayrıca çalışmamızın metodolojik ve kavramsal yöntemlerinin ülkemizde hali hazırda uygulanan yetenek taraması test sonuçlarına entegre edilmesi, bu testler sonrası seçilen bireylerin sportif başarı yüzdelerini önemli ölçüde artırabilir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Genetik Bilimi ve Gen

Organizmanın en küçük yapı birimi olan hücre, içerisinde yaşamsal faaliyetlerin yürütüldüğü organellerden oluşmaktadır. Bu organeller arasında hücrenin bütün faaliyetlerini kontrol eden çekirdek, yapısında bulunan kromozomlar sayesinde kalıtsal bilgileri DNA içerisinde depo etmektedir. DNA; çift sarmal formda olup içerisinde fosfat, şeker ve azot gruplarından organik bazlar (A=adenin, T=timin, G=guanin ve C=sitozin) bulunan ve bu bazlar arasındaki boşlukların bazı bölgelerinde genler adı verilen alanlardan oluşan polimer bir yapıdır (Daş ve Türkoğlu, 2014; Samsunlu, 2021; Akalın ve Yumuşak, 2022). DNA, kromatinler tarafından histon proteinlerine sarılarak depo edilmektedir. DNA'yı kromatin ipliklerinin üzerine sarılarak daha küçük ve düzenli bir yapı olmasını sağlayan histon proteinleri, 4 çiftlik birimlerin bir araya gelmesiyle oktamlerleri oluşturmaktadır. Oktamerlerin üzerine nükleotidlerin belirli bir düzen içerisinde sarılmasıyla da nükleozom adı verilen yapılar oluşmaktadır. Bu yapılar, kalıtsal bilgilerin bir bütün halinde aktarılmasında oldukça önemlidir. DNA içerisine taşınan kalıtsal bilgiler, zamanla genetik biliminin temelini oluşturarak bu alanın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Genetik bilimi, sadece akademik boyutta bilginin üretilmesini sağlamamış aynı zamanda gündelik yaşamıda değiştirmiştir (Altunoğlu vd., 2020). 2012 yılında Jennifer Doudna ve Emmanuelle Charpentier'in CRISPR-Cas teknolojisini kullanmaya başlamasıyla gelişen genetik bilimi, günümüzde önemi giderek artan bir bilim dalı haline gelmiştir (Soysal, 2021). Genetik bilimi; gen fonksiyonunu, genom yapısını, kromatin organizasyonunu, tekrar birleşme oranını, mutasyon sürecini ve kalıtımın gelişimsel tarihi araştırır. Genetik bilimi aynı zamanda; insan biyolojisi, psikolojisi ve hastalığı ile karmaşık ilişki içindedir (Lippi vd., 2010).

Genetik biliminin temelini oluşturan genler, organizmanın kalıtsal karakterlerini kuşaktan kuşağa aktaran kromozom üzerinde bulunan farklı uzunluktaki DNA dizilimleridir. Genler, kalıtımın temel fiziksel ve fonksiyonel birimlerini oluşturarak, canlının hücre çekirdeğinin büyümesini sağlayan proteinleri şifreleyen DNA'nın özel bölümleridir (Kaya vd., 2019). Genleri, hücre düzeyinde oluşturan temel yapılar şekil 2.1.'de gösterilmiştir (Moleküler Biyoloji ve Genetik, 2021).



Şekil 2. 1. Hücre düzeyinde genleri meydana getiren yapılar

Sonraki nesillere kalıtsal olarak aktarılan genler, DNA içinde nitrojen baz dizilimi şeklinde kodlanmıştır. DNA’da bulunan gen bölgelerinin her biri özel şifreli mesajlar içermektedir (Karakaya, 2021). Bu mesajların şifrelendiği alanlarda birtakım değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler, genetik şifrenin farklılaşmasına bağlı olarak bireysel farklılıkların da oluşmasına sebep olmaktadır. Genetik yapıda meydana gelen değişimler, genlerin protein kodladığı alanlarda proteinlerin işlevsel yapısını bozarak, insanları hastalıklara karşı daha savunmasız hâle getirebilmektedir (Deligezer vd., 2004).

Değişime sebep olan genetik kodlar, bebeğin anne rahmine düşmesiyle birlikte vücudun şeklini, performans limitlerini, kas lifi yapısını, maksimal oksijen kullanım kapasitesini bebek doğmadan belirleyebilmektedir. Genler, vücudun birçok özelliği hakkında insanlara gerekli bilgileri vermektedir. Bu genetik bilgilerin bir kısmı ise sportif performansın geliştirilmesine yönelik olabilmektedir. Sportif performansa yönelik yapılan genetik çalışmalar, sporcuların performanslarını en iyi şekilde geliştirmek amacıyla yapılmaktadır (Yamak vd., 2021). Sporcuların sahip olduğu genetik özellikler, onların atletik performans sınırlarını bilmelerine ve antrenman programlarını da buna göre düzenlemesine imkân sağlayabilir. Atletik performans; insanoğlunun sahip olduğu iskelet-kas sistemi, sinir sistemi, kalp-damar sistemi, solunum sistemi, hormonal sistem gibi yapıların bir araya gelmesiyle oluşmuş karmaşık bir olgudur (Guth ve Roth, 2013). Bu karmaşık olgunun; genetik, çevresel faktörler ve antrenmanlar ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Yamak vd., 2015). Sporcuların sportif performanslarını geliştirmelerine yönelik yapılan uzun soluklu

alışmalar, onların uğraştıkları spor branşlarındaki başarılarının doğru bir şekilde değerlendirilmesinde her zaman net sonuçlar vermeyebilir. Bu durum üzerinde etkili olabilecek genetik faktörler, bu konuda büyük bir öneme sahip olabilir. Üst düzey performans için gerekli becerilerin binlerce saatlik antrenman, sağlam bir irade ve adanmışlığın sonucu olduğunu savunan fikirlere rağmen, bu durumun asıl mimarının bireyin ailesinden miras aldığı kalıtsal özellikler olduğu sonucu da göz önünde bulundurulmalıdır (İlgün vd., 2020). Elit düzey atletik performans; beslenme, egzersiz, sosyo-kültürel etmenlere bağlı olmasına rağmen, bu yeteneğin bir kısmının genetik faktörlere bağlı olabilmektedir (Nalbant, 2017).

Atletik performansın, genetik faktörlerle ilişkilendirilmesi sonucu sportif performansla ilgili genlerin belirlenmesi (*ACE, ACTN-3, PPARA, VEGFA, NOS-3, EMILINE1, IGF2, COL1A1, COL5A1, COL12A1*) ile bireylerin hangi spor branşına yatkın olduğunun tahminine yönelik yapılan öngörüler, spor genetiği alanının ortaya çıkmasını sağlamıştır (Kaman vd., 2017; John vd., 2020; Jacob vd., 2022; Végh vd., 2022). Sportif performansın ilgili olduğu aday genler, sporcuların performans düzeylerini belirlemede anahtar bir role sahip olabilir. Bu amaçla, spor dünyasında atletik performans ve gen ilişkisinin belirlenmesine yönelik yapılan araştırmalar, atletik performansa katkı sağlayabilecek genetik faktörlerin araştırılarak sporcuların genetik özelliklerinin belirlenmesi üzerinedir (Göçüçü vd., 2018).

2.2. İnsan Genom Projesi

James Watson ve Francis Crick'in 1953 yılında DNA'nın çift sarmal yapısını keşfetmeleriyle başlayan genetik çalışmalar, günümüzde hız kesmeden devam etmektedir. İnsan DNA'sı, 23 anneden 23 babadan gelen toplam 46 kromozomun 3 milyar baz çiftini oluşturduğu 2 metre uzunluğunda bir yapıdır. Bu yapının içerisinde bulunan genler, kalıtsal bilginin korunduğu ve gizlendiği özel bölümlerdir (Tuğ vd., 2002). İnsana ait yaklaşık 100.000 kadar olduğu tahmin edilen gen ile 3.000.000.000 DNA baz diziliminin ortaya çıkarılması amacıyla 1990 yılında İnsan genom projesi (Human Genom Project-HGP) başlatılmıştır (Gültekin, 2021). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte insanların kendi bedenleri üzerinde söz sahibi olabilmek ve genetik kusurlarını giderebilmek adına başlattıkları insan genom projesi'nin esas amacı genetik yapıyı oluşturan şifreleri çözerek insanlarda hastalık oluşturan yapıları belirlemek ve gerekli tedavileri uygulamaktır (Demir, 2013; Güngör, 2021). Kalıtsal hastalıklar ve genetik mühendisliği alanlarının gelişim süreci içerisinde olması, DNA

alışmaları için kullanılan restriksiyon enzimlerin icadı, DNA dizilemesi gibi birçok yöntemin tıpta kullanılmaya başlamasıyla birlikte insan genom projesinde sağlam temeller oluşturulmuştur. Bu doğrultuda ortaya çıkan genetik mühendisliği, rekombinant DNA teknolojisini kullanarak bir canlının gen yapısının kasıtlı olarak değiştirilmesiyle genlerin organizmadaki aktiflik ya da inaktiflik durumlarını sağlayan uygulamalardır (Aşkın, 2015; Akçay ve Tıngöy, 2021).

İnsan genomunun klonlanması ve dizilenmesi üzerine ilk kez 1984 yılında *Los Hamas ve Lawrence Livermore* laboratuvarlarında *kosmid* kütüphaneler kurulmuştur. 1991-1995 yıllarında ise insan genomu haritalandırılmıştır. 2000 araştırma, 3 milyon dolar masraf ile Mayıs 2006 yılında insan genom projesi tamamlanmıştır (Ulutin, 2005; Kaya vd., 2020). Ortaya çıkan sonuç ise insan genomunun 3.164.700.000 nükleotitten oluştuğu ve nükleotid dizilerinin % 99,9'nun bütün insanlarda aynı olduğudur. Aynı proje sonucunda bir gen içerisinde ortalama 3000 nükleotid olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ancak bu sayı net olmamakla birlikte değişkenlik gösterebilmektedir (Başaran vd., 2010).

İnsan genom projesi kısa adıyla HUGO'nun faydalarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- İnsanda hastalık yapan zararlı mikro organizmaların belirlenmesi ve bu organizmalardan endüstride enerji üretimi ile zehirli atıkların azaltılması gibi amaçlar için kullanılması.
- Hemofili, multipleskloz gibi hastalıklara neden olan gen yapılarını belirlemek ve tedavisini gerçekleştirmek.
- Kök hücre nakli, klonlama ve Rekombinant DNA gibi çalışmaların yapılması.
- İnsanoğlunun antropolojik özelliklerinin belirlenmesi ve farklı popülasyonlar ile karşılaştırılması.
- DNA ve içerisindeki bilgilerin adli tıp ve babalık davalarında kullanılması (Karabulut vd., 2019).
- Sağlık alanında; kolon, memeover kanserleri gibi birçok kalıtsal kanserin tanı ve teşhisinde kullanılmaktadır (Paşalak ve Seven, 2017).

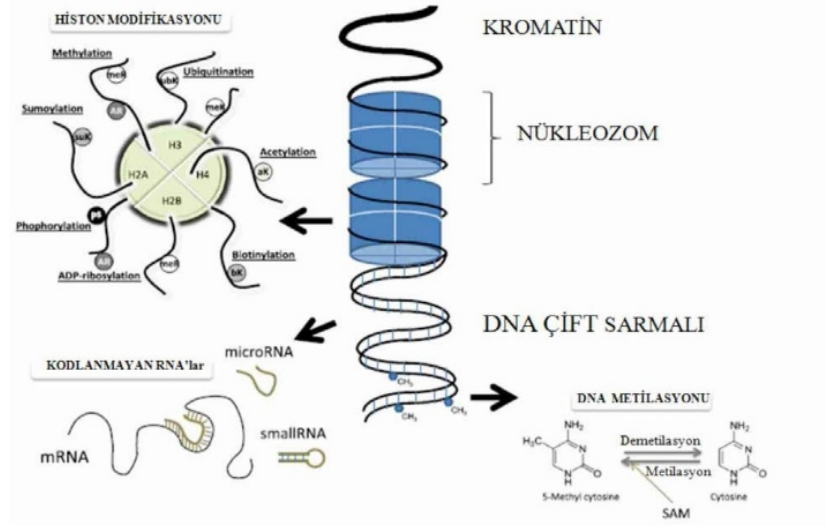
İnsan genom projesinin öncülüğünde sportif performansla ilişkili olarak bugüne kadar birçok gen varyantı ortaya çıkarılmıştır. Bu genlerin bir kısmı dayanıklılığa etki ederek (*ACE II*, *ACTN3 XX*) sporcunun maxVO₂'sini artırırken bir kısmı ise sporcunun maksimal g/kuvvetine (*ACE DD*, *ACTN3 RR*) etki ederek kasların

kasılma hızını etkileyebilmektedir (Zilberman-Schapira vd., 2012). Sportif performans üzerinde etkili olabilecek genler, sporcular arasında farklılıklara sebep olabilir. Genetik özellikler, elit sporcular arasındaki fizyolojik farklılıkları belirleyebilmektedir (Gineviciene vd., 2022).

2.3. Epigenetik ve Spor

Epigenetik, kelime anlamı olarak genetik üstü anlamına gelmektedir. Epigenetik, geni meydana getiren kromozom, DNA ve gen yapılarının ötesinde çevresel etmenlerinde genetik ifadelerde değişiklik oluşturabileceğini savunan bir bilim dalıdır. DNA baz çiftlerinde meydana gelen mutasyonlar ile kromozom üzerindeki hasarlar genetik biliminin incelediği konular iken, DNA dizilimlerinde herhangi bir değişiklik olmadan fenotip çeşitliliğinin çevre ile hastalık oluşumu arasındaki bağlantıları incelediği konular epigenetiktir (Çelik ve Yamak, 2018; Yücel ve Mutlu, 2020; Karataş ve Tunçdemir, 2021). Diğer bir tanımlamaya göre epigenetik, DNA diziliminde herhangi bir değişiklik olmadan genlerin beslenme ve egzersiz gibi çevresel faktörlerin etkisiyle fazla ya da az ifade edilmesi durumudur (Güngör ve Ünal, 2015; Akiş vd., 2021). Epigenetiğe göre, genetik bilgiye sahip hücreler benzer genetik dizilemeye sahip olsalarda farklı şekillerde ifade edilebilirler (Güler ve Peynircioğlu, 2016).

Epigenetik değişimler, çeşitli şekillerde meydana gelebilmektedir. Bunlar; DNA metilasyonu, histon modifikasyonu ve RNA tabanlı mekanizmalar (miRNA ve lncRNA) şeklindedir (Yükseloğlu, 2022). DNA metilasyonu, sitozin nükleotidine metil maddesinin bağlanması ve bunun sonucunda da genin işlev göstermemesi durumudur. Histon asetilasyonunda ise DNA'nın üzerine sarındığı histon proteininde bulunan lizin aminoasitine, asetil maddesinin eklenmesiyle o bölümde bulunan genler aktif hâle gelir (Deryakulu vd., 2020). Gen ekspresyonunu düzenleyen epigenetik mekanizmalar şekil 2'de sunulmuştur (Güçlü-Geyik ve Erginal-Ünaltuna, 2013).



Şekil 2. 2. Gen ifadesi üzerinde etkili epigenetik mekanizmalar

Epigenetik değişimler, insanın tüm yaşamını etkileyen bir karakteristiğe sahiptir. Bu durum, sportif performans için de benzer özellikler gösterebilmektedir. Sporcunun kendinden önceki nesilde yaşamış aile bireylerinin beslenme koşulları, onun hâli hazırdaki sağlık durumunu etkileyebilmektedir (Sırıken vd., 2018). Epigenetik mekanizmaların sporcu sağlığı üzerinde oluşturduğu etki, kendimize sportif performans üzerinde genetik mi?, epigenetik mi? daha etkili sorusunu sormamıza sebep olmuştur. Sportif performans üzerinde her ne kadar da genetik faktörlerin etkili olabileceği düşünülse de, epigenetik faktörlerde en az genetik faktörler kadar önemli olabilmektedir (Özdoğan, 2018). Bu doğrultuda, düzenli yapılan egzersizlerin epigenetik mekanizmaları etkilediği düşünülmektedir (İnan, 2021). Denham vd. (2015)'nin yaptıkları çalışmada, düzenli yapılan egzersizlerin sperm DNA metilasyonu üzerinde önemli farklılıklar oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır. Tarnowski vd. (2022)'nin yaptıkları çalışmada, epigenetik mekanizmaların yalnız spor tıbbında faydalı birer araç olmadıkları aynı zamanda bu mekanizmaların spor yaralanmaları için önemli bir biyobelirteç olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. McGee ve Walder (2017) yaptıkları çalışmada, DNA metilasyonu süreçlerinin egzersize karşı olan adaptasyonda önemli bir göreve sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kahya (2022)'nin yaptığı çalışmada, epigenetik etmenlerin sportif performans üzerinde kayda etkiler oluşturduğu sonucuna ulaşmıştır. Epigenetik faktörlerle ilgili olarak moleküler biyolojinin gelişmesi, bu alana daha fazla uygulama imkanı sunarak yeni tekniklerin ve hipotezlerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır (Hall vd., 2020).

2.4. Sporda Üzerinde Sıklıkla Çalışılan Genler ve Özellikleri

Spor genetiği, sportif performansın oluşumunda sporcuların uğraştığı spor branşlarında başarılı olmalarına destek olan genetik yapıları inceleyen bir bilim dalıdır (Eken vd., 2019). Spor genetiğinin incelediği genetik yapılar, bazı sporcular için avantaj bazıları için de dezavantajlı durumlar oluşturabilmektedir. Bu durum, sportif performans esnasında baskın olan enerji sistemlerinden kasların egzersize yanıtı ile kolajen fibrillerin vb. özelliklerine kadar geniş bir etki alanına sahip olabilmektedir. Örneğin; hızlı kas liflerinin maksimal ve çabuk kuvvetin baskın olduğu sporlarda daha çabuk yorulma özelliği gösterebilirken, yavaş kasılabilen kas lifleri dayanıklılığın baskın olduğu sporlarda daha geç yorulma özelliği gösterebilmektedir (Eroğlu ve Zileli, 2015).

Kalıtımsal özelliklerin sportif performans üzerinde gösterdiği etkinlikler, bu alanda çalışma yapan bilim insanlarının ilgisini çekerek bu alanla ilgili genetik moleküler biyolojinin gelişimini sağlamıştır. DNA'nın çift sarmal yapısının keşfinden bu zamana kadar hızlı bir ilerleme kaydeden moleküler biyoloji, biyoloji ve moleküller arasındaki ilişkiyi inceleyen bir bilim dalıdır (Karaçalı, 2003). DNA dizileme ve gen düzenleme gibi moleküler biyolojik teknolojiler, son yıllarda önemli ölçüde gelişmiştir (Tanisawa vd., 2020). Gen teknolojilerinde yaşanan son gelişmeler, sportif performans doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen genetik özellikleri belirlemede, büyük bir öneme sahip olabilir. Bu amaçla teknolojik gelişmelerin özellikle de moleküler biyolojinin gelişmesi, sportif performansa etki eden genlerin belirlenmesi çalışmalarını giderek hızlandırmıştır (Ulucan vd., 2015; Cerit, 2018). Sporcuların performanslarını en üst seviyeye çıkartmak için yapılan genetik çalışmalar; sporcuların uğraştıkları spor branşları için gerekli olan fiziksel uygunluk, kardiyorespiratuar sistem, hormonal sistem, iskelet-kas sistemi, sinir sistemi gibi yapıların sportif performans esnasında maksimum fayda ile çalışması bakımından oldukça önemlidir. Sportif performans etkileyen bu özellikler, aynı zamanda sporcuların sahip olduğu genetik farklılıkları da ortaya koymaktadır. Bu farklılıklara sebep olan genetik faktörler, bireyin hem fiziksel hem de yapısal değişimini ifade etmektedir (Silventoinen vd., 2021).

Sporcuların bireysel farklılıklarını inceleyen spor genetiği, giderek gelişen ve globalleşen dünyada bazı dezavantajları da beraberinde getirmiştir. Bu durum, genetik testlerin hem maliyet hem de iyi bir teknolojik alt yapı gerektirmesidir. Bu bakımdan spor genetiği ile ilgili yapılan çalışmalar, sporun giderek gelişen ekonomisi içerisinde kritik bir öneme sahiptir (Mutlucan vd., 2017). Sporun gelişen ekonomisi içinde başarılı ve elit statü sporcu seçimi, bu alanda yapılan çalışmalarda sporun paydaşlarını ortak bir platformda bir araya getirmektedir. Son yıllarda sportif performans üzerine yapılan genetik çalışmalar, elit düzey sporcu seçiminde önemli artışlara sebep olabilmektedir. Genetik çalışmalar, sporcuların yeteneklerini belirlemede bireylere önemli ipuçları vermektedir (Yamak vd., 2021). Bu amaçla, sporcuların yaralanma risklerini ve sportif performans durumlarını tahmin etmek için doğrudan kişilere yönelik genetik testler uygulanmaktadır (Doğgün, 2022).

Hızlı bir şekilde evrimleşen bilgi ve teknoloji, mevcut genetik testlerin geniş çaplı kullanılmasına olanak sağlayarak, yetenekli sporcu seçimi konusunda Dominik Cumhuriyeti, Amerika, Avusturalya, Estonya vb. ülkelerin detaylı çalışmalar yapmasına da olanak sağlamıştır (Vlahovich vd., 2017; Pickering vd., 2019). Spor genetiğine yönelik yapılan çalışmaların ana hedefi, sportif performansa etki eden genlerin belirlenmesi ve bu genlerin performansa olan etkilerinin çok yönlü araştırılmasıdır. Yapılan çalışmalar sonucu bu zamana kadar sportif performansla ilişkili yaklaşık 236 gen varyantı bulunmuştur (Dinç ve Gökmen, 2019). Bu gen varyantların 214'ü otomozal, 18 tanesi mitokondrial, diğerleri de X kromozonu üzerinde bulunmaktadır. Bu genlerde meydana gelen ufak mutasyonlar, performans üzerinde büyük etkilere sahip olabilmektedir (Eroğlu ve Zileli, 2015). Genetik yapılar üzerinde etkili olan faktörler; sportif performansı oluşturan dayanıklılık, hareket genişliği, güç, kuvvet, sinir-kas uyumu, hormonal düzey ve psikolojik yapılar üzerinde büyük etkilere sahip olabilir. Son yıllarda SNP'ler, güç ve elit dayanıklılık performansı ile ilişkilendirilmektedir (Varillas-Delgado vd., 2022). Spor genetiğine yönelik yapılan bir başka çalışmada ise elit atletik performans ile ilişkisi olduğu düşünülen en az 155 genetik belirteç tespit edilmiştir. Bunlardan 93'ünün dayanıklılık, 62'sinin de güç/kuvvetle ilgili olduğu varsayılmıştır (Xiang vd., 2022).

Sporcuların performans kapasitelerini belirleyen birçok gen polimorfizmi olmasına rağmen, spor yaralanmalarına sebep olan gen polimorfizmleride bulunmaktadır. *COL5A1* geni, sporda meydana gelen yumuşak doku yaralanmalarına

sebepler olabilecek aday genlerden biri olduğu düşünülmektedir. *COL5A1* gen polimorfizmlerinin, yumuşak dokular üzerinde oluşturduğu etkilerin bilinmesi ve yapılacak çalışmaların bu doğrultuda planlanması sportif başarıda büyük bir öneme sahip olabilir. Sporcular üzerinde etkinlikleri bilinen gen polimorfizmlerinin ilişkili olduğu performans özellikleri ile sporcunun bu özelliklere olan uyumu, doğru spor branşına doğru sporcu seçimi konusunda bu işle uğraşan bireylere daha net bilgiler sunabilir. Spor genomine yönelik yapılan araştırmalar, belirli bir genotipin hangi antrenman türüne hangi tepkinin oluşup-oluşmadığının tespitinde kritik rol oynamaktadır (Karaca, 2018). Yapılan araştırmalarda spor performansı üzerinde etkili olan bazı genler ile lokasyonları ve polimorfizmleri Tablo 2.1.'de listelenmiştir (Ahmetov ve Fedotovskaya, 2015).

Tablo 2.1. Sportif performansla ilişkili bazı genler, lokasyonları ve polimorfizmleri

Gen	Lokasyon	Polimorfizm
<i>ACE</i>	17q23.3	Alu I/D (rs4646994)
<i>ACTN3</i>	11q13.1	R577X (rs1815739 C/T)
<i>ADRA2A</i>	10q24–q26	6.7/6.3 kb
<i>ADRB1</i>	10q25.3	Ser49Gly (rs1801252 A/G)
<i>AMPD1</i>	1p13	Gln12X (rs17602729 C/T)
<i>BDKRB2</i>	14q32.1– q32.2	+9/—9 (exon 1) rs1799722 C/T
<i>CKM</i>	19q13.32	A/G NcoI (rs8111989 T/C) rs12722 C/T (BstUI)
<i>COL5A1</i>	9q34.2– q34.3	rs71746744 AGGG rs11689011 C/T
<i>mtDNA loci</i>	mtDNA	Birkaç mtDNA polimorfizminden oluşan haplogruplar ya da tek polimorfizm
<i>NOS3</i>	7q36	Glu298Asp (rs1799983 G/T) —786 T/C (rs2070744 T/C)
<i>PPARA</i>	22q13.31	rs4253778 G/C rs4697425 A/G
<i>SLC2A4</i>	17p13	rs5418 G/A
<i>VEGFA</i>	6p12	rs2010963 G/C
<i>VEGFR2</i>	4q11–q12	His472Gln (rs1870377 T/A)

Spor ile genetik ilişkinin incelenmesi genel sağlığımız ve performansımız hakkında bize bazı bilgiler sunmaktadır. Sportif performansa genetik yatkınlığı olan bireyler, sportif faaliyetlerle dzenli bir şekilde uğraşmamalarına rağmen, dzenli spor yapan bireylere göre daha gelişmiş bir performans kapasitesine sahip olabilmektedirler. Örneğin enerji kaynakları depolaması bakımından kapasitesi gelişmiş bir maratoncunun sahip olduğu özelliğe destek sağlayan genler, sedanter bir bireyde sağlığı olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Egesoy vd., 2013). Literatür taramamız sırasında sportif performansla ilişkili üzerinde sıklıkla çalışılan bazı genler, aşağda ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

2.4.1. Angiotensin-Converting Enzyme

ACE geni, 26 ekzon 25 introndan oluşan 17. kromozomun 17q23.3 uzun kolunda lokalizedir. Gen üzerinde 70'den fazla polimorfizm bulunmaktadır (Sercan vd., 2016). Anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE), anjiyotensin I'i anjiyotensin II'ye dönüştüren bu esnada bradikinin proteinin parçalanmasını sağlayan güçlü bir vazokonstriktör'dr (Akbulut vd., 2004). Sportif performansla ilgili üzerinde sıklıkla çalışılan *ACE* geni, üç adet (II, ID, DD) genotip; iki adette (I,D) alele sahiptir. *ACE* geni üzerine yapılan çalışmalarda DD genotipine sahip bireylerin yüksek ACE serum düzeyine sahip olmalarından dolayı kısa süreli ve çabuk kuvvetin baskın olduğu spor branşlarında daha başarılı oldukları görülmüştür. Yüksek ACE enzim düzeyi sonunda kan damarlarında meydana gelen yüksek kan basıncı D alelini, üzerinde sıklıkla çalışılan bir yapı haline getirmiştir (Bulđay vd., 2020). DD genotipinin aksine II genotipine sahip olan sporcuların ise dayanıklılığın baskın olduğu sporlarda daha başarılı oldukları görülmüştür. ACE enzim seviyesindeki artış, anjiyotensin II hormonun seviyesinin artışıyla ilişkilidir (Kurtuluş vd.,2018).

ACE geninin farklı etnik gruplarda değişik şekillerde ifade edilmesi bu gen üzerinde yapılan çalışmaların geniş bir alanda uygulanmasına fırsat tanımıştır. *ACE* geni I/D polimorfizm dağılımı, etnik gruplar arasında büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Yusof ve Che Muhamed (2021)'in *ACE* gen polimorfizmlerinin etnik gruplara göre dağılımıyla ilgili yaptıkları çalışmalarında, küçük siyahi etnik grup olan Avusturalya *Aborjinlerinin*, *ACE* (I) alel dağılımı bakımından diğer siyahi etnik gruplara göre daha yüksek bir dağılım gösterdiğini; Nijeryalı ve Somalili Afrika kökenli bireylerde ise *ACE* (D) alelinin, diğer etnik gruplara göre daha yüksek dağılım gösterdiğine işaret etmişlerdir. *ACE* geni ile yapılan bir başka çalışmada ise bu genin

statik ve dinamik kasılma üzerinde etkili olduğuna dair kanıtlar bulunmuştur (Williams vd., 2005).

2.4.2. Alfa-Actinin 3

Sportif performans üzerinde etkisi olan aday genlerin araştırılması çalışmaları, elit olan ve olmayan sporcuların arasındaki farklılıkların belirlenmesinde bu alanda çalışma yapan spor bilimcilere yol göstermektedir (Pickering ve Kiely, 2017). Bu genler içerisinde önemli bir yeri olan *ACTN-3* gen polimorfizmleri, bireylerin motor becerileri ile biyolojik fenotiplerinde önemli bir rol oynamaktadır (Yu vd., 2021). *ACTN-3* geni, 11. kromozomun 11q13-14 uzun kolu üzerinde lokalizedir. *ACTN-3* geni, ekzon 16'da 1747C>T dönüşümünü sağlayarak RR, RX, XX genotiplerini oluşturmaktadır. *ACTN-3* gen varyantı (R577X) olan XX genotipi, alfa aktinin-3 düzeyi eksikliği ile bu genin durdurucu kodona denk gelmesinden dolayı *ACTN-3* gen ekspirasyonunda azalma eğilimi göstermektedir. XX genotipine kıyasla RR ile RX genotiplerinin, sahip olduğu yoğun alfa aktinin-3 seviyelerinden dolayı *ACTN-3* gen ekspirasyon oranlarının fazla olduğu görülmüştür (Kim vd., 2014). Aktinin, distrofin bağlayıcı protein ailesinin bir üyesidir. Aktinin proteinini iskelet kaslarına kodlayan iki tür gen vardır. Bütün iskelet kaslarında bulunan *ACTN-2* (MIM102573) geni ile Tip II hızlı kasılan kas fibrilleri ile sınırlı *ACTN-3* (MIM102574) genidir. Bu özelliği sayesinde aktinin proteini, kas miyofibrillerinin kasılmalarında düzenleyici bir role sahiptir (Yang vd., 2003). *ACTN-3*, kaslarda yüksek seviyede bulunan bir proteindir. Hızlı kasılan kas liflerinin aktin miyofilamentlerinin miyozin çapraz köprü başlarına bağlanmasında işlev görür (Akgül vd., 2018). *ACTN-3* geni; hız, patlayıcı güç ve çabukluğun önemli olduğu sporlarda daha baskındır (Kavas vd., 2018).

2.4.3. Adrenoceptor Beta 3

Beta adrenerjik reseptör, G bağlayıcı protein süper ailesinin bir üyesidir. *ADRB* geni, insanda üç farklı formda bulunur. Bunlar; β 1 adrenerjik reseptör, β 2 adrenerjik reseptör, β 3 adrenerjik reseptör şeklindedir. Adrenerjik reseptörler, sempatik sinir sisteminin tamamlayıcı bölümü oluşturmaktadır. Ayrıca bu reseptörler; kardiyovasküler sistemde, solunum sisteminde, metabolizmada ve immun sistemde önemli görevlere sahiptirler (Cagliani vd., 2009). *ADRB 1* geni, 10q25-53 kromozomun uzun kolunda lokalizedir. *ADRB 1* gen polimorfizmlerinin, sporcuların dayanıklılık kapasitesi ve MaxVO₂'si üzerinde büyük etkilere sahip olduğu düşünülmektedir. Bu gen içerisinde bulunan C ve G alelleri sportif performansın

sınırlarını önemli oranda belirleyebilmektedir. Uzun süreli dayanıklılık faaliyetlerinde, sporcunun enerji ihtiyacını karşılamada oldukça önemli görevi olan *ADRB 1* geni, kalp ve solunum sistemini doğrudan etkileyerek kardiyak ve ventilasyonel hacim ve kapasite artışını harekete geçirmektedir. *ADRB 1* geninde bulunan SNP'ler, kardiyovasküler fonksiyonları etkileyerek yüksek MaxVO₂'ye bağlı sportif dayanıklılığı artırmaktadır (Jacob vd., 2018; Dai vd., 2021). Özellikle bu gen içerisinde C aleline sahip sporcular, yüksek dayanıklılık ve kuvvet parametrelerine sahiptir. *ADRB 1* geni, insan vücudunda özellikle aerobik enerji sistemi içerisinde oksijenin kullanılarak ATP üretimine katkı sağlamaktadır. *ADRB 1* geni, sporcuların uzun süreli aktivitelerinde kaslarda ve dokularda depo yağlar olarak bilinen trigliseritleri, aktif hâle getirerek sportif dayanıklılığın gelişimine büyük katkılar sağlayabilmektedir. Yağ dokuları üzerinde etkili olan bu gen ve içerisindeki reseptörler, dayanıklılığın gelişimi bakımından vücuttaki homeostazinin sağlanmasında anahtar bir role sahiptir. $\beta 2$ ve $\beta 3$ adrenerjik reseptörler, vücuttaki yağ dokularını metabolizmanın enerji dengesini korumasında etkin olarak kullanılmaktadır (Park vd., 2005).

2.4.4. Adenosine Monophosphate Deaminase

Sportif performansın artan bir verimle sürdürülmesinde, enerji kaynaklarının vücuda sağlayacağı destek önemlidir. Sportif faaliyetler esnasında artan iş yükü ile buna paralel artan enerji ihtiyacı, başarılı bir performans için kritik bir öneme sahip olabilir. Bu bakımdan AMPD-M (Muscle Adenosine Monophosphate Deaminase), artan egzersiz yüküne karşı kas enerji metabolizmasını düzenlemede önemli bir göreve sahiptir. Kas enerji metabolizmasında önemli bir regülatör görevi olan AMPD enzimi, ATP üretimindeki miyokinaz restriksiyonunu dengeler (Maciejewska-Skrendo vd., 2019). Bunun sonucunda ise ATP üretimi hızlı bir şekilde gerçekleşmiş olur. AMPD enzimi, enerji boşaltımının belirlenmesinde ve adenin nükleotitlerinin kurtarılmasında da önemli bir rol oynamaktadır (Sorrenti vd., 2019). AMPD enzimi, *AMPD* geni tarafından kodlanmaktadır. *AMPD-1* geni, 1p13.1 kromozomun kısa kolunda lokalizedir (Yakubov, 2017). ATP, kas enerji seviyesini dengelemede önemli bir göreve sahiptir. ATP, karmaşık yapıda bir adenosin molekülü ve ona bağlı üç fosfat grubunun aralarında oluşturduğu yüksek enerjili bağ kombinasyonudur. Vücutta değişik şekillerde ve farklı görevlerde kullanılan enerji, adenosine bağlı fosfat yapılarından sonda bulunan bağının ATP'den ayrılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Kopan fosfat bağı, tekrarlayan seriler şeklinde ATP ile bağlanarak enerji üretimi

sağlanmaktadır. ATP'nin yenilenme hızına bağlı olarak farklı şekillerde ifade edilen *AMPD-1* gen polimorfizmleri, ATP'nin yenilenmesine etki ederek sporcunun kassal uyarılara verdiği tepkiyi şekillendirmektedir. *AMPD-1* geni, organizmada farklı yapılarda olmakla birlikte CC, CT ve TT şeklide üç genotip olarak ifade edilmektedir (Atanasov vd., 2015).

2.4.5. Hypoxia-Inducible Factor 1 Alpha

İnsan organizması, oksijenin yetersiz olduğu durumlarda ortama uyum sağlamak için çeşitli mekanizmalar geliştirmiştir. Farklılaşan oksijen düzeyleri, gerekli homeostatik dengenin sağlanması için bazı genlerin aktif; bazılarının ise inaktif olmasını sağlar. Hipoksi koşullarında aktif bir rol oynayan *HIF* geni, *HIF-1 β* ve *HIF-1 α* alt kısımlarından oluşmaktadır. Özellikle *HIF-A1 (α)* oksijenin yetersiz olduğu durumlarda organizmanın ortama uyum sağlamasını kolaylaştıracak birçok genin transkripsiyonunu tetikleyen bir faktör konumundadır (Tepebaşı ve Calapoğlu, 2016). Sporcuların uzun süreli ve yüksek anaerobik eşik düzeyi gerektiren sportif faaliyetlerinde organizmanın yetersiz oksijen koşullarına daha verimli bir adaptasyon geliştirmesini sağlayan *HIF-A1* geni, bu bakımdan sporcunun performans limitlerini belirleyebilmektedir. *HIF-A1* geni, 14. kromozomun 14q20-24 uzun kolunda 15 ekzon, 14 intron içermektedir. Bu genin azalan oksijen seviyesine karşı geliştirdiği birtakım tepkiler, organizmanın varlığının sürdürebilmesinde oldukça önemlidir. *HIF-A1* geni; eritropoez, glikoliz ve anjiyogenez gibi birçok fizyolojik tepkimeyi stimüle etmektedir (Gözler vd., 2021). Anaerobik sporlarda oksijenin yokluğunda oluşan hipoksi ve saturasyon (kandaki oksijen seviyesi düşüklüğü) bu geni aktif hâle getirmektedir. Oksijen duyarlılığının olduğu durumlarda azalan metabolik faaliyetler ve artan olumsuz biyolojik kısıtlılıklar, vücutta bazı denge mekanizmalarının kurulmasını zorunlu hâle getirmektedir. Özellikle yetersiz oksijen koşullarında devam eden faaliyetlerde artan laktik asit ve hidrojen iyonu seviyesi, kanda ve kasta belirli bir eşik seviyesinin üstüne çıktığında organizma bunu tolere edememektedir. Bu durum karşısında ise organizma metabolik etkinliğini fazla sürdürememektedir. Bu noktada önemli bir görevi olan *HIF-A1* geni, oksijenin yetersiz olduğu durumlarda devreye girerek gerekli düzenlemeleri gerçekleştirmektedir. Oksijenin varlığında çok fazla aktif hâle gelmeyen *HIF-1A* geni, daha çok oksijen yetersizliğinde aktif hâle gelmektedir. *HIF-1A* seviyesi, hücrelerde ve dokularda aerobik antrenmanlara kıyasla

anaerobik antrenmanlarda daha fazla artış eğilimi göstermektedir (Syahraştani vd., 2020).

2.4.6. Myostatin (Growth Differentiation Factor 8)

Hücre bölünmesinde *TGF-β* (Transforming Growth Factor-β) gerekli bir sitokindir. *TGF-β*'nin alt modellerinden olan *GDF-8* (Growth Different Factor-8) myostatin geni olarak bilinmektedir. Sinyal moleküllerinin süper ailesine ait bir protein olan miyostatin, kasların farklılaşmasında ve hipertrofisinde oldukça önemlidir (Yayvan ve Özkul, 2018; Pira vd., 2021). Egzersizle birlikte kaslarda artan gerginlik ve direnç, zamanla kasların gelişimine katkı sağlayarak daha kuvvetli bir kas miyofibril yapısının oluşumunu sağlamaktadır. Kaslarda meydana gelen genişlemeden sorumlu olan myostatin, genetik faktörlerinde etkisiyle etkinliğini daha da artırmaktadır. Myostatin, *GDF-8* geni tarafından sentezlenmektedir. *GDF-8* geni, kromozom 2q32.2 uzun kolunda lokalizedir. Kas miyofilamentlerinin belirli bir düzen içerisinde dizileme ve sentezini sağlayan *GDF-8* geni, dokuların gelişimine de etki ederek sağlığın sürdürülmesine katkı sağlamaktadır. Kasların oluşumunda önemli görevi olan myostatin, doğumdan sonra dokuların homeostazisini de düzenlemektedir (Carvalho Grade vd., 2019). *GDF-8* geni, vücutta miyostatin seviyesini dengeleyerek doğumdan önceki süreçte organizmanın oluşumuna katkı sağlamaktadır. Fare kullanılarak yapılan myostatin ile ilgili ilk çalışmalarda erken gelişim ve yetişkinlik süresince vücutta farklı kas dokularında bu radikalın ifade edildiği görülmüştür (Gineviciene vd., 2021). *GDF-8* geninin regülatör etkisi sonucunda sağlanan düzen bu genin yokluğunda bazı olumsuz durumlar oluşturabilmektedir. Bu doğrultuda, *GDF-8* geninin yokluğu ya da eksprese edilmemesi kasların hipertrofisine; aşırı ifade edilmesi ise kasların atrofisine neden olabilmektedir (Rodriguez vd., 2014).

2.4.7. Nitric Oxide Synthases

Sportif performans esnasında artan fiziksel şiddet, vücutta birtakım düzenleyici mekanizmaların aktif hâle gelmesini sağlamaktadır. Bu mekanizmaların bazıları, kan damarlarının iç yüzeylerine etki ederek damarların çalışma şekillerini değiştirmektedir. Özellikle damarların iç yüzeylerinde etkili olan NOS (Nitrik Oksit Sentaz), başarılı bir sportif performans için anahtar bir role sahip olabilir. Yapılan aktivitenin türüne bağlı olarak etkinliğini artıran ya da azaltan NOS, metabolizmada üç değişik formda (*nNOS* 1, *eNOS* 2 ve *iNOS* 3) bulunan ve farklı genler tarafından

kodlanan etkisi kısa ömürlü serbest bir radikaldır (Pawlika vd., 2020). NOS 3 geni, 7q36.1 kromozomun uzun kolunda lokalizedir. NOS 3 geni, damarların iç yüzeyinde bulunan endotel faaliyetlerinin düzenlenmesinde görevlidir. Endotel, damarların iç yüzeylerinde bulunan damarların genişlemesi (vazodilatasyon) ya da daralması (vazokonstriksiyon)'nı sağlayan bir dokudur. Endotel, damarların iç katmanını oluşturan damar ile kan aktivitesini düzenleyen önemli bir yapıdır (Öztürk, 2019). Endotelin damarlar üzerindeki etkisi NO (Nitrik Oksit), sayesinde gerçekleşmektedir. Bu etki, egzersizin fiziksel şiddetine bağlı olarak biyolojik regülasyonun sağlanmasına yöneliktir. Özellikle dayanıklılık egzersizlerinde damarların genişlemesini sağlayan endotel, kısa süreli maksimal egzersizlerin olduğu spor branşlarında damarların daralmasını sağlamaktadır. NO, kasların rahatlamasında ve damar genişliğinin düzenlenmesinde kritik endojen sinyal düzenleyicidir (Song vd., 2017). NOS ifadesindeki değişimler, bu genin amino asit dönüşümünü katalize etmesi sonucu meydana gelmektedir. NOS, L-arjinin amino asitini L-sitrülin amino asitine katalize eden önemli bir vasküler düzenleyicidir. (Moskaleva vd., 2021).

2.4.8. Peroxisome Proliferator Activated Receptor Alpha

Dayanıklılık ve kuvvetin baskın olduğu spor branşlarında, sporcuların daha uzun mesafelere daha kısa sürede ulaşmalarına destek sağlayan genetik yapılardan birisi olan *PPARA* (Peroxisome Proliferator Activated Receptor Alpha) geni, aerobik enerji metabolizmasının belirli bir dengede faaliyetlerini sürdürmesinde oldukça önemlidir. Sportif performans üzerinde etkili olabilecek *PPARA* geni, 22q33.31 kromozomun uzun kolunda lokalizedir. Sportif performans esnasında dayanıklılık ve kuvvetle ilişkilendirilen *PPARA* geni, insan vücudunda glikoz ve yağ metabolizmasını önemli ölçüde dengelemektedir (Akçamlı vd., 2018). Ortamda yeterli oksijenin bulunduğu durumlarda yağların enerji kaynağı olarak kullanılması, bu genin işleyişini daha da etkilemiştir. Özellikle yağ asitlerinin enerji üretim sistemi içerisinde kullanılması, sporcuları hem gereksiz kilo alımından hem de oluşabilecek birtakım sağlık risklerinden korumaktadır. *PPARA* geninin, yağ asitleri üzerindeki etkisi, daha çok bu genin yağ enzimlerini kontrol etmesi üzerinedir. Bu amaçla *PPARA* geni, kasların yağ asitlerini kullanması için gerekli olan enzimleri de kontrol etmektedir. Yağ enzim seviyesini düzenleyen *PPARA* geni, bu işlemi gen ifadesini değiştirerek yapmaktadır. Genin ifadesindeki değişiklik, guanin (G) nükleotidinin yerine sitozin (C) nükleotidinin gelmesiyle meydana gelmektedir. Gen içerisinde CC, GC, GG olmak

üzere üç genotip bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar, C aleline sahip sporcuların kuvvet sporlarında, G aleline sahip sporcuların ise dayanıklılık sporlarında daha başarılı olduklarını göstermiştir (Subak vd., 2017).

2.4.9. Vascular Endothelial Growth Factor Alpha

Büyüme faktörünün önemli bir üyesi olan VEGF (Vascular Endotel Growth Factor), endotel hücrelerin gelişiminde ve çoğalmasında anahtar role sahip bir sinyal proteinidir (Lulińska-Kuklik vd., 2019). VEGF proteininin işlevi *VEGFA* geni tarafından kontrol edilmektedir. Egzersizde vasküler sistemin çalışmasını düzenleyen *VEGF* geni, 6 nolu kromozomun q21.1 uzun kolunda lokalizedir. *VEGF* geni, kan damarlarına etki ederek sporcunun performans sınırlarını artırıp azaltabilmektedir. Egzersiz esnasında kasların ve dokuların rahat bir kan dolaşımı içerisinde aktivitelerini sürdürmesini sağlayan endotel, damarlarda bulunan kan ile vasküler yapılar arasında damarlar dengesini sağlamaktadır (Kış vd., 2020; Soydan ve Akın, 2021). *VEGF* geninin endotel üzerindeki düzenleyici etkisi, artan egzersiz şiddetine bağlı olarak kan aracılığıyla taşınan okijen başta olmak üzere diğer birçok maddenin gerekli dokulara taşınmasına aracılık etmesidir. Endotelin bu kritik rolü; kan damarları, kılcal damarlar ve dokular üzerinde hayati bir öneme sahiptir. VEGF, iskelet kası da dahil olmak üzere birçok dokuda bulunan önemli bir ara maddedir (Prior vd., 2006). *VEGF* geni, sporcuların biyolojik faktörleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu durum, sportif performans esnasında damarların egzersize yanıtında önemli oranda kendini göstermektedir. Bu genin organizma üzerindeki biyolojik yanıtı *anjyogenez*'i stimüle etmesi şeklindedir. Egzersize yanıt olarak artan *anjyogenez*, sporcunun sportif faaliyetler esnasında dokularının beslenerek daha rahat bir performans sergilemesine olanak sağlamaktadır. Farklı şekillerde ifade edilen *VEGF* geni, A ve D izoformlarına sahiptir. VEGF, sporcunun egzersize başlamasıyla birlikte egzersize yanıt olarak kaslardan hücre dışına salınmaktadır (Hellsten ve Hoier, 2014).

VEGFA geninin damarlar üzerindeki hatırı sayılır etkisine ilave bu gen ön çapraz bağ yaralanmalarında da önemli bir risk faktörü olarak görülmektedir. Shukla vd. (2020)'nin *VEGFA* promotor polimorfizmlerini (rs699947 ile rs35569394) ön çapraz bağ kopukları ile ilişkilendirdiği çalışmaya, 60 hasta birey (ön çapraz bağ kopuğu radyolojik bulgularla uyumlu) ile 76 sağlıklı birey (herhangi bir ön çapraz bağ yaralanması bulgusu olmayan) katılmıştır. Çalışma sonunda, *VEGFA* geni, A ve I alellerinin ön çapraz bağ kopuğu riskini artırdığı ve AA genotipine sahip erkek

sporcuların kontrol grubuna kıyasla ön çapraz bağ yaralanmalarına karşı daha hassas olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

2.5. Sporda Hareket Genişliği ve Gen İlişkisi

Sportif performans, sporcunun uğraştığı spor branşında en yüksek sportif verime ulaşması için ortaya koyduğu çabalar bütünüdür (Yaman, 2019). Verimli bir performansın oluşumunda, sporcunun sahip olduğu zihinsel ve psikolojik süreçlerin sporcu tarafından sürekli olarak geliştirilmesi gerekmektedir (Aktop ve Seferoğlu, 2014).

Sporcunun geliştirmesi gereken bir diğer özellik olan hareket genişliği/hareket açıklığı kavramları ise hangi spor dalı ile uğraşılsa uğraşılsın sportif yeteneğin ve performansın gelişiminde büyük önem arz etmektedir (Atlı vd., 2021; Sarısoy ve Lök, 2022). Sporda hareket genişliği kavramı; eklemlerin, tendoların ve ligamentlerin uygun seviyede esnekliği olarak da tanımlanabilir. Esneklik; kasın kasılabilme, uzayabilme, uyarılabilme, iletebilme ile hareket esnasında eklemlerin optimal düzeyde genişlemesi yeteneğidir (Atan, 2020; Taştan ve Suna, 2022). Hareket genişliğinde, esneklik de olduğu gibi kasların dört temel özelliği bulunmaktadır. Bunlar; uzayabilme, esneyebilme, uyarılabilme ve kasılabilmedir. Bunlar içerisinde uzayabilme ve esneyebilme kavramları, hareket genişliğinin ana bölümlerini oluşturmaktadır. Uzayabilme kasın gerilme yeteneğini ifade eden bir özelliktir. Kasın esneyebilme özelliği ise kasın uzadıktan ya da kasıldıktan sonra normal uzunluğuna geri dönebilmesi yeteneğidir (Akyüz vd., 2017). Hareket genişliği; genetik, bağ doku yapısını, kasın viskozitesi, kasın karşılıklı koordinasyonu, cinsiyet ve vücut yapısı gibi çeşitli faktörlerden etkilenmekle birlikte, özellikle kas esnekliği ve uzunluğu bu beceriyi etkileyen iki ana unsurdur (Reese ve Bandy, 2002; Akınoğlu vd., 2020).

Hareket genişliği; spor hekimlerini, sporcuları, antrenörleri ve spor terapistlerini içerisine alan bilimsel bir görüş olarak kabul edilmektedir (Gleim ve McHugh, 1997). Hareket genişliği, eklemlerin uygun bir seviyede hareket edebilmesi yeteneği olmasının yanında fiziksel uygunluğunda önemli bir koşuludur (Alter, 2006; Ateş, 2019). Bu amaçla, hareket genişliği bazı spor branşları için yaşamın erken dönemlerinden itibaren geliştirilmesi gereken önemli bir beceri olabilir. Özellikle cimnastik sporuyla uğraşan bireyler, çoğunlukla erken çocukluk dönemlerinde bu spora katılmaya ve bu sporda uzmanlaşmaya başlarlar. Cimnastik spor branşında

hareket genişliği, özellikle de omurga esnekliği, akrobatik yeteneğin doğası gereği gerekli bir beceridir (Sands vd., 2016).

Spor branşı ayırt etmeksizin hareket genişliği seviyesinin geliştirilmesi, beraberinde bazı faydalar getirebilir. Bunlar; atletik performansın geliştirilmesi, sakatlıklardan korunma ve etkinliklere uyum şeklinde sıralanabilir (Dantas vd., 2011; Aslan vd., 2017). Ayrıca hareket genişliği çoğu spor branşında önemli bir beceri olmasına rağmen, bazı spor branşlarında (maraton, kros, 5.000, 10.000 m koşu vb.) ise yüksek oranda ekonomiklik ve verimlilik sağlayabilmektedir. Ayrıca uygun hareket genişliği seviyesi, sporcunun ivmelenmesine olumlu katkılar sağlayarak, sportif veriminin artmasını destekleyebilir. Bu durumun aksine sporcu, uygun seviyede hareket genişliğine sahip değilse hareketleri; süratli, kuvvetli ve rahat bir şekilde gerçekleştirmede birtakım zorluklar yaşayabilmektedir (Duran, 2021). Katılımsal olarak bağ dokuda görülen birtakım değişiklikler ile morfolojik farklılıklar hareket genişliği seviyesi üzerine olumlu/olumsuz katkılar sağlayabilir. Bu duruma, erkek bireylerin sahip olduğu bağ doku oranının kadın bireylere oranla fazla olması ve bunun sonucunda da kadınların erkeklerden daha fazla eklem hareket genişliğine sahip olması örnek gösterilebilir (Yılmaz, 2020). Stastny vd. (2019)'un genç takım atletlerinde nöromüsküler performans ve hareket görüntüleme üzere *PPARA*, *GDF5* ve *COL5A1* genlerini inceledikleri çalışmalarında, *COL5A1* rs11103544 CT genotipinin, TT ve CC genotiplerine göre daha az hareket genişliği seviyesine sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Aynı çalışmada, *COL5A1* gen polimorfizmlerinin (rs12722, rs3196378, rs11103544) kas esnekliği ve yumuşak doku yaralanmalarında önemli parametreler olduğunu belirlemişlerdir. *COL5A1* geni, yaralanma risklerinin düzenlenmesinde önemli bir biyobelirteçtir (Laguette vd., 2020).

2.6. Sporda Yumuşak Doku Yaralanmaları ve Gen İlişkisi

İnsanların yaşam kalitesinin artmasıyla birlikte spora ayrılan zaman kavramında da artışlar meydana gelmiştir. Bu artışa paralel spor yaralanmalarından muzdarip olan birey sayısı da artmıştır (Wang vd., 2017). Sportif faaliyetlerin sağlıklı yaşam uygulamalarıyla yaygınlaşıp gelişmesi ile sporun önemli bir sektör haline gelmesi, sportif faaliyetlerin şiddetinin ve sıklığının giderek artmasına neden olmuştur. Antrenman ve müsabakalara ayrılan zamanın kaybolması ile sonuçlanan spor yaralanmaları, sportif faaliyetler sırasında oluşan her türlü hasar olarak tanımlanmaktadır (Vlahovich vd., 2017; Karayol ve Eroğlu, 2020). Spor

yaralanmaları, hücre dokusundaki matriksin yapısal bütünlüğünün bozulması ile karakterize edilmektedir. Bedensel işlevlerin kaybedilmesi ya da sportif etkinliklere katılım esnasında enerji aktarımında meydana gelen sapma olarak tanımlanan spor yaralanmaları, 1-7 gün hafif dereceli, 8-21 gün orta düzey, 21 günden daha fazla sürenler yaralanmalar ise kronik yaralanmalar olarak sınıflandırılmaktadır (Kocaman vd., 2018). Spor yaralanmaları genel olarak spordan ayrı kalınan süre, kaybedilen zaman ve yaralanma sonrası medikal tedavi olmak üzere 3 bölümde değerlendirilmektedir (Aydoğan vd., 2022).

Spor yaralanmaları, çok faktörlü ve genelde yapılan spora özgü farklılık gösterebilir. Spor yaralanmalarına sebep olan faktörler, genel olarak içsel ve dışsal faktörler olarak 2 kısımda ele alınabilir. İçsel faktörleri; genetik, yaş, kuvvet, cinsiyet, gelişimsel dönemler; dışsal (çevresel) faktörleri ise stretching (esnetme-gerdirme), ısınma, yanlış antrenman yöntemleri, koruyucu malzeme ve sportif etkinliğin gerçekleştirildiği ortam olarak sıralayabiliriz (İşlegen, 2013). Spor yaralanmalarına sebep olan bu faktörlerin dışında sporcunun fiziksel zorlanması ve fizyolojik homeostazinin bozulmasına bağlı olarak yaşadığı yaralanmalarda bulunmaktadır. Spor esnasında oluşabilecek bu yaralanmaları da şu şekilde sıralayabiliriz;

- Muskulotendinöz dokuda oluşan aşırı gerilmeye bağlı yaralanmalar
- Burkulma (sprain) sonucu farklı şekillerde oluşan ligament doku yaralanmaları
- Subluksasyon'a bağlı çıkığın oluşturduğu yaralanmalar
- Tendonlarda ve kaslarda meydana gelen kısmi ya da tam rüptürler (kopuklar)
- Eklem boşluklarında meydana gelen kanama (hematroz)
- Tendonların aşırı gerilmesi sonucu oluşan mikrotravmalar şeklinde gelişen tendinitler
- Eklemlerde meydana gelen eklem zarı iltihapları (sinovit)
- Eklemler arası boşluklarda bulunan ve içi sıvı dolu kesecikler olan bursaların iltihaplanması sonucu oluşan bursitler (Özgür vd., 2016).

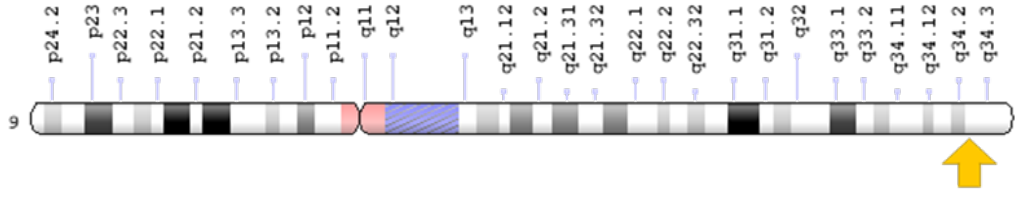
Bilimsel spor tıbbının amacı sakatlığın sporcuya getirdiği yükü anlayarak görülme sıklığını azaltmaktır. Bu amaçla, spor yaralanmalarının görülme sıklığını azaltmak için bilgi sahibi olmak hem sakatlıkların önlenmesinde hem de sakatlıklar sonrası daha etkili bir tedavi için son derece önemlidir. Spor yaralanmalarına maruz kalınmanın yanı sıra sakatlık sonrası vücudun hızlı bir şekilde iyileşebilme becerisi de sportif başarı için önemlidir (Guth ve Roth, 2013). Sakatlık sonrası sporcunun spora

dönmesinde yapılacak doğru yönlendirme, bu amacın gerçekleştirilmesinde kritik rol oynamaktadır (Mack vd., 2020).

Spor yaralanmalarında özellikle tendonlar ve ligamentler gibi yumuşak dokularda meydana gelen yaralanmalar, sporcuların sıklıkla karşılaştığı yaralanma türleridir. Bu yaralanmalara sebep olabilecek kalıtsal etmenlerinde bilinmesi yaralanmaların önlenmesinde kritik bir öneme sahip olabilir. Spor yaralanmalarına sebep olduğu varsayılan; *COL5A1*, *COL1A1*, *COL12A1*, *IGF2*, *EMILIN1*, *SMAD6* gen yapıları bulunmaktadır (Jacob vd., 2022). Bu genlerin bir kısmı sporcuların kas yapısını önemli şekilde etkileyerek, sportif performans üzerinde önemli etkilere sahip olabilmektedir. Kas kompozisyonunu etkileyerek spor yaralanmalarına sebep olan östrojen reseptör 1 (*ESR1*) ve Titin (*TTN*) genleri de bulunmaktadır (Maciejewska-Skrendo vd., 2020).

2.6.1. Yumuşak Doku Yaralanma ile *COL5A1* Geni İlişkisi

Sportif performansın gelişiminde; beslenme, aile desteği, eğitim ve koçluk gibi faktörlerin büyük etkileri bulunmaktadır. Sporda başarıyı harekete geçiren genetik miras; yaşam şekli, çevresel faktörler, egzersizde uygulanan şiddet, sinir-kas gelişimi, beslenme ve etnik farklılıklarla birleşerek ortaya çıkan kalıtsal bir olgudur (Bulğay vd., 2021). Sporda başarıyı etkileyen genetik çeşitlilik, bazı durumlarda sportif performansını artıran fizyolojik süreçleri kontrol ederek sporcu açısından başarılı bir spor yaşamının kapılarını açabilmektedir. Bu durum, genlerde meydana gelen çeşitliliklerin insanlar arasındaki metabolizmal faaliyetleri farklı düzeylerde etkileyebilmesiyle açıklanabilir (Zeybek, 2020). Bu amaçla, spor yaralanmalarına hassasiyette farklı genetik kodlar etkinlik gösterebilmektedir. Spor yaralanmalarına sebep olabilecek genetik kodların tanımlanması, sporcular açısından başarılı bir spor yaşamının önündeki büyük bir engelin ortadan kalkmasına olanak sağlayabilir. Genetik faktörler, spor yaralanmaları üzerinde önemli biyobelirteçler olabilir. Özellikle sporda yumuşak doku yaralanmalarıyla ilişkili olduğu düşünülen *COL5A1* geni, yaralanmaların oluşumunda, tepki mekanizmasını hızlandıran ve yavaşlatan bir göreve sahip olabilir. (Petr vd., 2019). Yumuşak dokular üzerinde etkili olduğu varsayılan *COL5A1* geni, tip V kolajenin alfa 1 zinciri için kodlama yapmaktadır (Kirk vd., 2016). Alfa 1 zinciri, tip V kolajenin izoformlarının çoğunda (ligamentler, tendonlar ve kolajen fibriller) bulunmaktadır. *COL5A1* geni, 9. kromozomun 9q34.3 uzun kolunda lokalizedir (Malfait vd., 2007; Genetic Home Reference, 2020).



Şekil 2. 3. *COL5A1* geninin kromozom üzerindeki lokasyonu

Sporda yumuşak doku yaralanmaları üzerinde etkisi olan kolajen lifler, sporcularda genetik yapıya bağlı olarak farklı şekillerde sentezlenebilmektedir. Kolajenleri kodlayan genlerde meydana gelen mutasyonlar ve tekrarlar, yumuşak doku yaralanmalarına sebep olabilmektedir. Bu bakımdan tip V kolajenin düzenlenmesinden sorumlu olan *COL5A1* geni ve içerisindeki dizi varyantları, aşırı kullanıma bağlı yumuşak doku yaralanmalarında anahtar bir role sahiptir (Ficek vd., 2013; Burger vd., 2015; Vaughn vd., 2017; Alvarez-Romero vd., 2021; Kim vd., 2021). Tendonlar, ligamentler, fibröz bağ dokular gibi birçok yumuşak dokuyu içerisinde barındıran tip V kolajen yalnız bu yapıları temsil etmemekte, aynı zamanda da bu yapıların belirli bir düzen içerisinde dokularda bulunmasını da sağlamaktadır (Kiener vd., 2022). Tip V kolajen, oluşum mekanizması bakımından tip I kolajenle aynı özelliklere sahiptir. Bu bakımdan tip V kolajen, tip I kolajenin içerdiği dokuların küçük bir birleşimidir. Tip I kolajen, vücutta temel bağ dokusunu oluşturan bir yapı olması bakımından bu kolajene; deri, kemik, kornea, kan damarları gibi yapılarda sıklıkla rastlanmaktadır (Viglio vd., 2008).

COL5A1 geni, Pro- $\alpha 1$ (V) zinciri adı verilen tip V kolajenin üretiminden sorumludur. Kolajenler, her biri üç zincirden meydana gelen ip benzeri prokolajen yapılarıdır. İki zincir birleşimi tip V kolajeni meydana getirmektedir. Tip V kolajenin en yaygın formları, sırasıyla *COL5A1* ile *COL5A2* tarafından kodlanan 1 alfa 2 propeptit ile 2 alfa 1 propeptitten oluşan heterotip bir zincirdir (Chiu vd., 2020). Üç iplikçikli prokolajen yapılar, enzimler yardımıyla olgun kolajen yapıları oluşturur. Meydana gelen bu kolajenler, tip I kolajen yardımıyla ince ve uzun bir fibril yapıya dönüşür. Tip V kolajen ise bu fibrillerin genişliğini yani kalınlığını düzenler (Zhu vd., 2022).

Sportif performans esnasında meydana gelen yumuşak doku yaralanmalarında risk faktörü oluşturduğu düşünülen tip I ve tip V kolajen yapılar, genetik faktörlere bağlı olarak sporcuların yaralanmalara karşı olan hassasiyetlerini

artırıp azaltabilir. Bu amaçla Collins ve Posthumus (2011)'un yaptıkları çalışmada, *COL5A1* genin 3'UTR alanları içerisindeki C ile T tek nükleotid polimorfizmlerinin (SNP rs12722-*Bst*UI RFLP), spor yaralanmaları ile ilişkilendirilen yapılar olduğunu ortaya çıkartmışlardır. Longo vd. (2010)'nin *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmine sahip bireylerin çift taraflı quatriseps kopuğunu inceledikleri çalışmaya, *COL5A1* geni dizi varyantları içerisinde yer alan rs 12722 *Bst*UI spor yaralanmaları ile ilişkilendirilebilir en güçlü genetik yapı olduğunu tespit etmişlerdir.

Sportif yaralanmalar ile ilişkilendirilebilir genetik faktörlerden olduğu düşünülen *COL5A1* geni içerisindeki aleller, yumuşak doku yaralanmaları bakımından kritik bir öneme sahip olabilir. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI C aleline sahip sporcuların, T aleline sahip sporculara kıyasla sportif performans esnasında meydana gelen darbeye bağlı yumuşak doku yaralanmalarında daha az yaralanma riskine sahip oldukları düşünülmektedir. Bu durumun, *COL5A1* gen polimorfizmlerindeki mRNA stabilitesinin değişimi neticesinde meydana geldiği tahmin edilmektedir. mRNA'daki değişim sonucunda *COL5A1* rs12722 CC genotipi yumuşak doku yaralanmalarına karşı koruyucu bir mekanizmaya sahip olabilmektedir (Mannion vd., 2017).

COL5A1 geninin yumuşak dokular üzerindeki düzenleyici etkisine yönelik en somut örnek, vücut dokularının ve eklemlerinin hiper mobilitesine sebep olan *Ehlers-Danlos Sendromu* hastalığı olabilir. Bu hastalık vücuttaki yumuşak dokuların yapısal orjinlerini etkileyerek doku matriksinde ciddi sorunlar ortaya çıkartabilmektedir. Vücut dokularının aşırı bir şekilde gerilmesi sonucunda, bu hastalığa sahip bireyler kolaylıkla yaralanabilmekte ve yaralanmalar sonrasında iyileşme süreçleri de uzayabilmektedir (Danesh vd., 2013). EDS, damar yapıları üzerinde de etkili bir hastalıktır. Damar duvarlarının aşırı gerilmesi sonucu, damar içerisinde oluşan *hematom* (damar çatlaması sonucu kanın sızması) bu duruma örnek teşkil etmektedir. *COL5A1* ile *COL5A2* genlerinde meydana gelen mutasyonların, tip V kolajen sentezinde azalmaya yol açarak düzensiz bağ dokuların gelişmesine sebep olabilmektedir (Mokone vd., 2005; Zhetkenov vd., 2021). Şekil 2.4'te EDS hastalığına sahip bireylerin klinik bulguları verilmiştir (Hongal ve Kalavant, 2020).



Şekil 2. 4. Ehler Danlos Sendromu olan hastanın bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüsü ile doku hipermobilitesi

2.6.2. Yumuşak Doku Yaralanmalarının Sıklıkla Meydana Geldiği Bazı Spor Dalları

Yumuşak doku, iskelet-kas sisteminin kemik haricindeki diğer yapılarıdır (Özdilek, 2019). İskelet-kas sistemi içerisinde yer alan yumuşak dokular, kemiklere oranla yaralanmalara karşı oldukça hassastır. Yumuşak dokular; kaslar, tendonlar, ligamentler ve fibröz dokulardan oluşan kolajen yapılardır. Sportif faaliyetlerde kolajenlerde oluşan hasarlar, yumuşak doku yaralanmaları olarak tanımlanmaktadır (Khan vd., 1999). Yumuşak doku yaralanmaları, meydana geliş biçimine göre akut ve kronik olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilir. Akut yaralanmalar, daha çok makrotravma sonrası oluşurken; aşırı kullanıma bağlı kronik yaralanmalar ise tekrarlayan mikrotravmatik olayların birikimi sonucunda meydana gelmektedir (Ercan ve Çetin, 2015).

Antrenmanın sıklığı, yoğunluğu ve hacmi ile birlikte antrenmanlarda ya da müsabakalarda darbelere maruz kalma çeşitli yaralanmalara sebep olmaktadır. Bu yaralanmalara karşı özellikle baş-boyun, omuz, bel, dirsek, el-el bileği, kalça, diz, ayak-ayak bileği bölgeleri hassas bölgelerdir (Ünal, 2021). Sportif faaliyetler esnasında meydana gelen yaralanmalar, spor branşlarında uzuvların kullanım sıklığına ve spor branşının karakteristik özelliğine göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu doğrultuda, Batur vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada, yarışma sırasında yaralanan sporcuların acil servise yaptığı başvurular neticesinde sporcuların % 31,6 diz yaralanmaları, % 15,8 pelvis ile omuz yaralanmaları, % 10,5 ise el ve el bileği

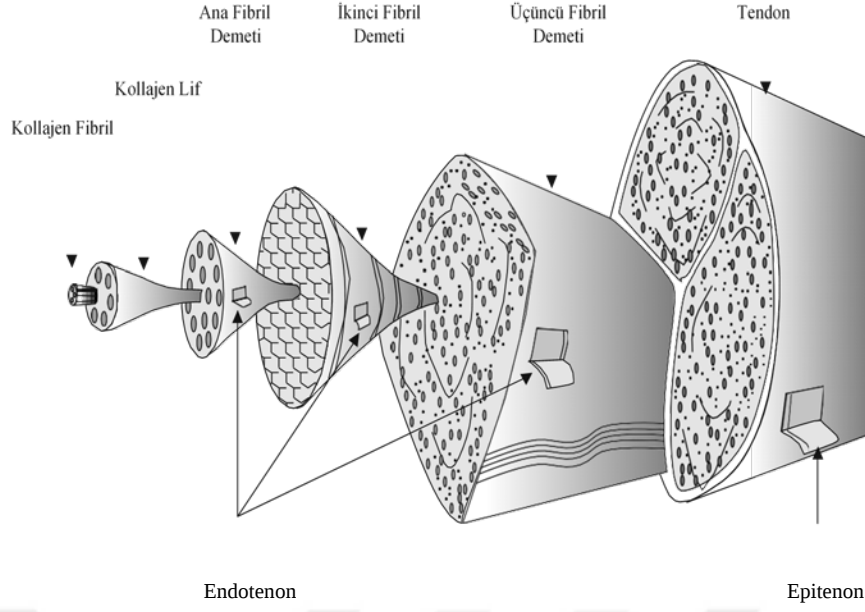
yaralanmalarına maruz kaldıklarını tespit etmişlerdir. Sportif performans esnasında yaralanmaların olduğu bölgeler incelendiğinde, bu yaralanmaların olduğu bölgeler itibariyle sporcuların performansları üzerinde doğrudan olumsuz etkiler oluşturabilecek vücudun işlevsel uzuvları olduğu görülmektedir. Bu bölgelerden biri olan diz eklemi, sportif performansın sürdürülmesinde oldukça önemlidir. Diz ekleminin stabilitesi birçok spor branşı için önemlidir. Bu stabilizasyonun sağlanmasında önemli bir rolü olan ön çapraz bağlar, yalnız dizin rotator stabilitesini değil aynı zamanda femur kemiği ile bağlantılı tibianın öne çevrilmesini de engelleyerek sporcunun yaralanmasının önüne geçebilmektedir (Lin vd., 2018). Ön çapraz bağlar, elde edilen klinik bulgular nedeniyle üzerinde sıklıkla çalışılan kritik bir öneme sahip ligamenttir (Uçan vd., 2020). Ön çapraz bağ yaralamaları, çoğunlukla genç ve hareketli popülasyonlarda görülmektedir (Polat vd., 2020). Sporcuların performanslarını sergilerken tibia ve fibula kemiklerinin aşırı hareket açıklığı seviyesini engelleyen ön çapraz bağlar, aşırı yüklenmelere maruz kaldıklarında kuvvet sonrası oluşan yükleri tolere edememektedir. Bu olumsuz durumun sonucunda ise sporcular, ön çapraz bağ yaralanmalarıyla karşı karşıya kalabilmektedir. Ön çapraz bağ kopukları, ister spor amaçlı isterse de rekreatif amaçlı olsun aktif popülasyonlarda, yaygın olarak görülen bir yaralanmadır. Bu yaralanma ile ilgili çok sayıda cerrahi operasyon da yapılmaktadır (Filbay ve Grindem, 2019; İyeten vd., 2020). Sportif verimini olumsuz etkileyebilecek ön çapraz bağ kopukları, yükselen sportif verimine engel olabilme potansiyeline sahiptir. Bu olumsuz durum, sporcular açısından hem maddi hem de manevi birtakım kayıplara sebep olabilmektedir. Ön çapraz bağ kopukları, hem spordan uzak kalınan süre için önemli bir kayıp hem de cerrahi yönden oldukça maliyetli bir yaralanma türüdür (Bell vd., 2012). Ön çapraz bağ yaralanmalarına sebep olabilecek birçok içsel ve dışsal faktör olmakla birlikte özellikle kalıtsal faktörler, sporcuların yaralanmalar karşısındaki hassasiyetini belirlemede oldukça önemli bir belirteç olabilir. Sporcuların sahip olduğu kalıtsal özellikler, onların sportif performans esnasında karşılaşacağı mekanik yüklenmeleri tolere etmede büyük bir öneme sahip olabilir. Özellikle yumuşak dokular üzerinde önemli bir biyobelirteç olabilecek *COL5A1* gen SNP'leri, ön çapraz bağ yaralanmalarına karşı duyarlılık düzeyini belirleyebilir. Bu amaçla *COL5A1* gen varyantları, ön çapraz bağ kopuklarında önemli yapılardır (Appel vd., 2021).

Sportif performansın başarılı bir şekilde sürdürülmesinde önemli olabilecek bir diğer vücut bölgesi ise omuz eklemidir. Bu amaçla, birçok sporda yoğun olarak kullanılan omuz eklemi çoğu sporcu için yaralanma riski oluşturabilecek çok fonksiyonlu anatomik bir bölgedir. *Glenohumeral* kemik yapısıyla humerus başı ve rotator manşet kaslarından oluşan omuz bölgesi, sportif performans esnasında vücudun diğer bölümlerine göre daha fazla hareket açıklığına olanak sağlamaktadır. Omuz eklemi, 1600'den fazla hareket pozisyonuna imkan sağlayan bir bölgedir (Kızıltoprak, 2017). Omuz eklemine çok yönlü hareket genişliğine sahip olması, bu bölgeyi bazı risklerle karşı karşıya getirebilmektedir. Bu risklerden biri olan omuz çıkıkları, (Luksasyon/Dislokasyon) sportif faaliyetlerde sıklıkla karşılaşılan bir yaralanma türüdür. Omuz eklemi, vücudun en büyük eklemi olmasından dolayı eklem çıkıklarının sıklıkla görüldüğü risk potansiyeline sahip anatomik bir yapıdır (Yeşil vd., 2021). Omuz eklemine geniş hareket açıklığına sahip olması, bu bölgeyi farklı türden çıkıklara karşı savunmasız hâle getirmiştir. Meydana geliş biçimlerine göre omuz çıkıkları, üç'e ayrılmaktadır. Bunlar:

- **Anterior Omuz Yaralanmaları:** Genç bireylerde, temaslı sporlar başta olmak üzere meydana gelen bir yaralanma türüdür. Omuz abduksiyon ve eksternal rotasyonda iken meydana gelmektedir.
- **Posterior Omuz Yaralanmaları:** Sıklıkla önden gelen darbeler sonucu oluşmaktadır. Genellikle yaralanmaların % 5'ini oluşturmaktadır.
- **Inferior Omuz Yaralanmaları:** Genellikle yüksek enerjili darbeler sonucu oluşan travmalarda, omuzun hiperabduksiyon kuvvetiyle meydana gelmektedir. Omuz abduksiyonda, dirsek fleksiyonda ve el baş üstü pozisyonundadır (Öner, 2020).

Omuz bölgesinde görülen diğer bir yaralanma türü ise rotator cuff tendonitisidir. Rotator cuff tendonipati, sıklıkla omuz bölgesinde fonksiyon bozukluğu ve ağrıya neden olan bir yaralanma türüdür. Bu yaralanmada büyük bir öneme sahip olan tip I kolajen, özellikle rotator cuff tendon yapılarının düzenlenmesinde önemli bir regülatördür (Thankam vd., 2018).

Sportif performans esnasında önemli yükleri tolere eden tendonlar, kemikler ile kaslar arasında yer alan ve kasların yükünü kemiklere aktaran bir yapıdır (Pekünlü, 2020). Ayrıca tendon, tip I kolajen fibrilden oluşan kolajenöz de bir yapıdır (Wang vd., 2017). Tendon ve tendonu oluşturan yapılar, şekil 2.5.'te gösterilmektedir.



Şekil 2. 5. Kolajen fibrilden bütün tendona kadar tendonun hiyerarşik yapısı

Tendonlar, kaslar ve kemikler arasında kuvvet aktarımını sağlayan bir yapı olmasından dolayı spor yaralanmalarda önemli klinik bir faktördür (Wu vd., 2017). Tendon önemli yükleri tolere etmek için dizayn edilmiştir. Tendonun homeostazisi ince bir şekilde ayarlanmıştır. Tendonlar, mekanik yüklere karşı daha fazla direnç ve eklem hareket genişliği geliştirebilmektedir. Çünkü kolajenlerin içerisinde yer alan kıvrımlar, farklı kuvvetler esnasında gerilerek kolajenin uzamasına sebep olmaktadır (Cebeci, 2006). Tendonlar, farklı yüklere uyum sağlayacak dayanıklı kolajenöz bir yapı olsa da, aşırı yüklenmeye maruz kaldığında yaralanma riski oluşturabilmektedir. Tendon yaralanmalarına sebep olan faktörlerin bilinmesine rağmen, bazı durumlarda bu mekanizma oldukça farklı karakteristiğe sahip olabilmektedir (Thomopoulos vd., 2015). Genel anlamda tendonun aşırı kullanıma bağlı olarak çeşitli yaralanmalar meydana gelebilmektedir. Tendonda meydana gelen iltihaplanmanın önemli rol oynadığı kronik semptomatik ağrı şeklinde de tanımlanan *tendinit* bu yaralanmaya örnek olarak verilebilir (Karahan ve Erol, 2004). Tendon yaralanmalarının genelinde *tendinopati* terimi sıklıkla kullanılmaktadır. Tendinopati; tendonun hücresellüğünün ve bütünlüğünün mikro yapısındaki anormallik ile karakterize tendon çevresinde şişlik, ağrı, sağlıklı dokunun bozulması ve azalan fiziksel performans durumları gibi olumsuzluklar ile ilişkili klinik bir rahatsızlıktır (Tatari vd., 2005; Millar vd., 2021). Tendinopati'ye içsel ve dışsal birçok faktör sebep olabilmektedir. İç faktörlere; genetik, cinsiyet, vücut sıcaklığı, antropometri, anatomik faktörler, önceki sakatlıklar ve hastalıklar sayılabilir. Yaygın dışsal faktörlere ise çevresel faktörlere bağlı olarak

spor yapılan zemin, çalışmada yapılan hatalar, beslenme ve hatalı yüklenme periyotları örnek verilebilir.

Teknolojinin hızla gelişmesine paralel genetik mikrobiyolojideki gelişmeler, özellikle tendon yaralanmalarına sebep olan içsel faktörlerin daha detaylı araştırılmasına olanak sağlamıştır. Bu amaçla, son yıllarda spor biliminde yapılan çalışmalar tendinopati oluşumu ile aşıl tendonu yaralanmaları arasında genetik faktörlerin kritik bir öneme sahip olabileceğini göstermektedir (Raleigh vd., 2008; Brazier vd., 2019). Yumuşak dokular üzerinde yapılan genetik çalışmalar, her ne kadar yaralanmaların genetik kökenli etkileri ortaya çıkarsada, genetik faktörlerin yumuşak doku yaralanmaları üzerinde oluşturduğu biyolojik mekanizmalar spor biliminde hâla tartışılan bir konudur (Gibbon vd., 2018). Yumuşak doku yaralanmaları üzerinde önemli bir biyobelirteç olduğu düşünülen *COL5A1* gen polimorfizmleri, sportif performansın verimli bir şekilde sürdürülmesinde kilit bir konumda olabilir. Bu amaçla, yumuşak doku yaralanmalarına sebep olan genetik faktörlerin bilinmesi sporcuların karşılaşılabileceği yaralanmaların önüne geçerek performansın verimli bir şekilde sürdürülmesine büyük bir katkı sağlayabilir. Bu bilgilerden hareketle yumuşak doku yaralanmalarının meydana geldiği ve bu yaralanmaların önemli bir risk faktörü oluşturduğu bazı spor branşları aşağıda detayları ile sunulmuştur.

2.6.2.1. Futbol

İngilterede başlayan ve giderek popülaritesi artan futbol, insanları peşinden sürükleyen ve üzerinde en çok konuşulan spor branşlarından biridir (Aydın vd., 2007). Futbolun bu kadar popüler olmasında, toplumun her kesiminden bireyin hem oynadığı hem de büyük bir zevk alarak izlediği bir etkinlik olması esas sebep olabilir. Globalleşen dünyada büyük bir endüstri haline gelen futbol, günümüzde rekabetin ve bunun sonucunda ise yaralanmaların yoğun olarak yaşandığı bir spordur. Futbol, özellikle sporcuların topa vuruş esnasında topa temas eden bacağın sıklıkla yaralandığı sporların başında gelmektedir (Işıklar, 2021). Rekabetin beraberinde getirdiği yüksek mücadeleyi içeren futbol, ani hız değişimi ve sporcuların mücadele esnasında birbirleriyle olan yakın temasları sebebiyle yaralanmaların yüksek bir insidansla görüldüğü spor branşlarından. Kaynar ve Koç (2020)'un yaptıkları çalışmada; yıldız, genç ve büyükler kategorisinde kas yırtığına bağlı yaralanmaların bu spor branşında sıklıkla meydana gelen bir yaralanma türü olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Futbolun gerek mücadeleye dayalı gerekse de farklı zeminlerde (çim, sentetik çim, kapalı alanlar, vb.) ve değişik hava koşullarında (yağmurlu, nemli, sıcak, soğuk vb.) oynanabilen bir spor branşı olması, futbolcuları yaralanmalara karşı savunmasız hâle getirebilmektedir (Açak ve Karademir, 2012). Futbolun doğası gereği gelişen mücadele duygusu, zamanla sporcuları biyomekanik birtakım yüklenmelerle karşı karşıya bırakmıştır. Bu yüklenmelerin sonucunda ise futbolcular, yaralanmalara karşı daha duyarlı hâle gelmiştir (Koz ve Ersöz, 2004). Futbolda meydana gelen yaralanmaların büyük bir bölümü, yumuşak doku yaralanmaları şeklindedir. Açak vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada, U-19 futbolcularının % 89,5'inin yumuşak doku yaralanmalarına % 10,5'inin ise eklem ve kemik yaralanmalarına maruz kaldıkları sonucunu ortaya koymuşlardır. Aynı çalışmada, U-21 futbolcularının % 80'lik bölümünün yumuşak doku yaralanmalarına, % 20'lik bölümünün ise eklem ve kemik yaralanmalarına maruz kaldıkları sonucuna ulaşmışlardır. Bayer vd. (2017)'inin yaptıkları çalışmada ise profesyonel futbolcularda görülen yaralanmaların % 85,8'inin yumuşak doku yaralanmaları, % 14,2'lik kısmının da eklem ve kemiklerde meydana gelen yaralanmalar olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Futbolda sıklıkla kullanılan diz eklemi ve diz eklemine oluşturan yapılar, mücadele esnasında yaralanmalara karşı oldukça hassastır. Bu amaçla Esmer vd. (2020)'nin yaptıkları çalışmada, hastaneye sakatlık üzerine yapılan başvurularda futbol oynayan 20 sporcudan 14'ünün diz yaralanması şikâyeti üzerine hastaneye başvurdıklarını tespit etmişlerdir. Kerr vd. (2018)'nin yaptıkları çalışmada, hem üniversite hem de lise düzeyindeki futbolcuların sakatlanmalarının büyük çoğunluğunun müsabaka esnasında, sakatlanmaların çoğunluğunun hem alt ekstremitte hem de üst ekstremitte (omuz ve köprücük kemiği) ligament yırtıkları ve kas/tendon gerilmeleri şeklinde gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Sahota vd. (2020)'nin yaptıkları çalışmada, 211 futbolcunun 79'unun yumuşak dokuya bağlı *pectoralis major* kopuklarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Aynı çalışma sonucunda, yaralanmalar sonrası operasyon geçiren futbolcuların sezon içerisinde gösterdikleri performanslarda ciddi derecede kayıplar yaşadıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Futbolda yaralanmaya sebep olan içsel (yaş, genetik, metabolizma, cinsiyet vb.) ve dışsal (spor yapılan zemin, malzeme, ısı, iklim vb.) birçok faktör olmakla birlikte özellikle bireyin kalıtsal niteliğinden gelen genetik faktörler, futbolda meydana gelen yaralanmalarda en az diğer faktörler kadar önemli olabilir. Futbolcuların sahip

olduğu genetik özellikler, futbol gibi hem mücadelenin hem de teknik becerinin üst düzeyde sergilendiği spor branşında, performans ve yaralanma hassasiyetinin belirteci olabilir (Clos vd., 2021). Hall vd. (2022)'nin erkek akademi futbol oyuncularında sakatlık ve genetik ilişkisini inceledikleri çalışmada, *COL5A1* rs12722 CC genotipine sahip sporcuların, T aleli taşıyan sporculara oranla yumuşak doku yaralanmalarına karşı daha hassas oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

2.6.2.2. Güreş

İnsanların vahşi hayvanlardan ve düşmanlardan kendilerini korumak adına birbirlerine ve doğaya karşı verdikleri mücadele sonucu ortaya çıkan güreş, çağlar boyunca insanların vazgeçemediği bir spor dalı olmuştur (Kurt ve Eroğlu, 2019; Gökşin vd., 2021). Serbest ve Grekoromen olarak iki farklı kategoride gerçekleştirilen güreş, içerisinde yüksek düzeyde bazı riskleri de barındırmaktadır. Bu risklerden belki de en önemlisi, yaralanmalara karşı duyulan aşırı hassasiyet olabilir. Egzersiz ya da fiziksel etkinlikler, umulmadık durumlarda çeşitli yaralanmalara neden olabilir (Köse ve Kirişçi, 2020). Güreş, yüksek düzeyde efor gerektirmesinden dolayı yaralanma riski oldukça yüksek bir spor dalıdır (Polat vd., 2018). Günümüzde güreş sporunun artan popülaritesi, bu sporda istenmeyen birtakım yaralanmaları meydana getirmektedir. Yaşanan yaralanmalar sonrası güreşçilerin spora geri dönebilmeleri bazı durumlarda güç olabilmektedir. Bu olumsuz durumun sonucunda ise güreşçiler, sporu bırakma noktasına gelebilmektedirler. Güreş, son 20 yılda yaralanmaların sıklıkla görüldüğü bir spor branşıdır (Stanbouly vd., 2022).

Güreş; maksimal kuvvet, yüksek anaerobik kapasite, denge ve iyi bir sinir-kas uyumu gerektiren kompleks bir spordur. Güreşin bu kadar karmaşık motor beceriyi içeren bir spor olması, bu spor branşına özgü yaralanmaları önemli hâle getirebilmektedir. Bu bakımdan güreş sporunda diz, ayak bileği ve omuz yaralanmaları sıklıkla görülmektedir (Atay vd., 2017). Ulupınar vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada, greko-romen güreşçilerin sıklıkla skapula, klavikula, omuz, sırt, kaburga ile gövde bölgesi; serbest stil güreşçilerin ise diz bölgesine yönelik yaralanma oranlarının yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Goodman vd. (2018)'nin yaptıkları çalışmada, üniversite güreşçilerinin, her 10.000 sportif faaliyette % 21,59 oranında dirsek ve omuz yaralanmalarına maruz kaldıklarını, en sık yaralanmanın ise dirsek ligament kopukları, omuz çarpmalarına bağlı travmalar ve *acromioclavicular* eklem burkulmaları olduğunu sonucuna ulaşmışlardır. Agarwal ve Mann (2016)'ın

yaptıkları çalışmada, 188 güreşçinin 121'inin sportif faaliyetlerde yaralandıklarını ve yaralanmaların çoğunluğunun güreşçilerin rakibe yaptığı saldırı esnasında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışma sonunda, güreşçilerin ligament burkulmaları ile kas gerilmesine sıklıkla maruz kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Thomas ve Zamanpour (2018)'un yaptıkları çalışmada, hem gözleme dayalı fiziksel veriler hem de bilgisayar destekli veri tabanına kayıtlı veriler değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, güreşçilerin mücadeleye dayalı fiziksel gözlem verileri ile bilgisayar destekli veri sonuçlarına göre sporcuların geçirdikleri yaralanmalardan bazılarının (kırıklar, çatlaklar, çıkıklar, ligament ve kıkırdak doku yaralanmaları) benzer sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenmiştir.

Güreş sporunda oluşabilecek yaralanmaların önlenmesine yönelik yapılacak çalışmalar, bu sporda oluşabilecek yaralanma oranlarını ciddi oranda düşürebilir. Sporcunun yaralanma riskini öngörebileceği bir özellik olan genetik, güreş dâhil birçok spor branşında sporcuya birtakım avantajlar sağlayabilir. Bu avantajların başında yaralanmalardan korunma gelmektedir.

2.6.2.3. Cimnastik

Cimnastik, alt ve üst vücut bölgelerinin zarafet ile kullanıldığı güç ve kuvvetin cesaretle bütünleştiği, izleyenleri kendine hayran bırakan bir spor dalıdır (Pala ve Avcı, 2016). Farklı disiplinler içerisinde uygulanan cimnastik sporu; artistik cimnastik, trampolin cimnastik, ritmik cimnastik, aerobik cimnastik, tumbling cimnastik ve parkur gibi farklı kategorilerden oluşmaktadır. Çeşitli kategorilerde mücadele edilen cimnastik sporunda, üst seviye müsabakalarda en yüksek zorluk becerileri sergilenir (Kruse vd., 2021). Bütün vücut uzuvlarının kullanıldığı cimnastik sporu, sakatlıklara maruz kalma bakımından yüksek insidansa sahip bir spordur. Campbell vd. (2019)'nin yaptıkları çalışmada, erkek cimnastikçilerin sıklıkla üst ekstremité sakatlıklarına, kadın cimnastikçilerin ise alt ekstremité sakatlıklarına maruz kaldıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Trampolin cimnastik, alt ekstremité kullanımına bağlı olarak diz ve ayakların sıklıkla yaralanmaya maruz kaldığı bir spordur. Kirişçi ve Alpkaya (2019)'nın yaptıkları çalışmada, trampolin cimnastikçilerinin % 23,7 diz yaralanmaları, % 18,6 ayak ve ayak bileği yaralanmaları, % 13,5 dirsek yaralanmaları, % 10,1 omurga yaralanmaları, % 10,1 baş ve yüz yaralanmaları, % 8,9 kalça yaralanmaları, % 8,4

omuz yaralanmaları ile % 6,7 el-el bileği yaralanmalarına maruz kaldıkları sonucuna ulaşmışlardır. Çalışma sonucunda görüldüğü üzere diz ve ayak-ayak bileği yaralanmaları, cimnastik sporunda büyük bir risk faktörü oluşturmaktadır. Bu yaralanmalara ek olarak cimnastik sporunda, yoğun olarak kullanılan femur başının kalça ile eklem yaptığı kısım da bu sporla uğraşan sporcular açısından büyük bir risk faktörü oluşturmaktadır. Femur kemiğinin kalça eklemine sürtünmesi sonucu *femoroasetabulum implingement* yani kalça eklemi sıkışması bu duruma örnek verilebilir. Özellikle eklem içi *femoroasetabulum implingement* (FAI) ve eklem dışı kemik sıkışması yaralanmaları, cimnastik sporunda sıklıkla meydana gelmektedir (Weber vd., 2015). Cimnastik sporunda alt ekstremitte yaralanmalarına ek olarak aşırı kullanıma bağlı omuz yaralanmaları da sıklıkla meydana gelebilmektedir. Gerhardt vd. (2014)'nin cimnastik sporcularında omuz yaralanmalarını inceledikleri çalışmada, erkek cimnastikçilerde omuz kemeri ve omuzun yapısal lezyonlarının, halka aleti başta olmak üzere yüksek düzeyde tekrarlayıcı destekli hareketler sırasında ortaya çıktığı sonucuna ulaşmışlardır. Cimnastik sporunun doğası gereği sporcular, yaralanmalara karşı daha hassas hâle gelebilmektedir. Kruse vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada, toplam 2102 cimnastikçi çalışmaya dâhil edilmiştir. Çalışma sonucunda artistik cimnastikçilerin büyük bir çoğunluğunun ayak bileği yaralanmaları, kas gerilmesi, kas yırtığı ve kas kopukları bakımından en yaygın yaralanma türüne sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Ahmad vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada, sporcuların yaygın yaralanma alanlarının; % 32,5'i üst ekstremitte, % 42,3'ünün ise alt ekstremitte bölgesine ait olduğu görülmüştür. Artistik cimnastik gibi yüksek teknik beceri gerektiren spor dalında meydana gelen yaralanmalar ile bu yaralanmalara sebep olan faktörler, bu sporda başarı için büyük bir öneme sahip olabilir. Artistik cimnastik sporunda sporcuların sakatlanmalarına sebep olabilecek genetik etmenlerin bilinmesi ve bu etmenlere göre önlemlerin alınması, oluşabilecek yaralanmaların sayısını önemli miktarda düşürebilir. Bu yaralanmaların oluşumları üzerinde etkili olabilecek genetik faktörler, vücudun yumuşak dokularının hareket genişliği seviyeleri ile ilgili bir durum olabilir. Bu amaçla, *COL5A1* gen varyantları, cimnastik sporunda sporcuların performanslarını doğrudan etkileyebilir. Hareket genişliği, hem çok faktörlü fenotiplerden hem de genetik faktörlerden etkilenen bir özelliktir (Abrahams vd., 2014).

2.6.2.4. Vücut Geliştirme

Diğer adıyla *Body Building* olarak bilinen vücut geliştirme, Türkçede vücut/beden inşası anlamına gelmektedir. Düzenli ve belirli bir dengede ağırlıklar kullanılarak tekrarlı hareket serilerinden oluşan vücut geliştirme sporu, sporcuların ve sedanter bireylerin kassal güçlerinde ve fiziki görünümünde artış sağlayan bir spor branşıdır. Bu spor branşı, iskelet-kas sisteminin kuvvetini geliştirmek için önemli bir spor dalıdır (Türkay, 2020). *Budybuilding* kültürü, günümüzde sayısız fitness merkezlerinin açılması ve mücadelelerin popülaritesinin artmasıyla birlikte önemi giderek artan bir spor dalı haline gelmiştir (Fagotti vd., 2021). Günümüzde yağsız vücut kütlesi artışının çoğu insan tarafından iyi bir şekilde bilinmesi, vücut geliştirme sporunun yalnız yarışma düzeyinde değil, aynı zamanda sağlık amaçlı yapılan bir faaliyet olmasını da sağlamıştır (Lodhia vd., 2005). Yarışma amaçlı yapılan vücut geliştirme sporunda sporcular, kas boyutlarını geliştirmek için yüksek yoğunluklu ağırlıklı kaldırma çalışmaları yaparlar. Ayrıca sporcular bu sporda kas definasyonu, kaslararası simetri ve kas dengesini de korumaya çalışırlar (Keogh ve Winwood, 2017).

Vücut geliştirme sporunda sporcuların karşılaşacağı birtakım zorluklar bulunmaktadır. Özellikle kasların gelişimine yönelik uygulanan ağırlık kaldırma çalışmaları, bazı durumlarda sporcuların yaralanmaları ile sonuçlanabilir. Vücut geliştirme sporunda yaralanmalar, sporcular için yıkıcı sonuçlar ortaya çıkarabilir (Fares vd., 2020). Vücut geliştirme, halter ve powerlifting sporlarında dirençli makinaların kullanımından dolayı çıkıklar ve kırıklar yaygın bir şekilde görülmektedir (Golshani vd., 2018). Aasa vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada, halter ve powerlifting sporlarında omurga, omuz ve diz bölgesi yaralanmalarının en yaygın yaralanma bölgeleri olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır. Aynı çalışma sonucunda, haltercilerin her 1.000 saatlik çalışmada % 2,4-3,3'lük yaralanma oranına, powerliftçilerin ise her 1.000 saatlik çalışmada % 1,0-4,4'lük yaralanma oranına sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Alt ve üst ekstremitelerin yoğun olarak kullanıldığı vücut geliştirme, yaş ve artan kilo durumuna bağlı olarak yaralanma riskini artıran bir spor dalıdır. Çetinkaya vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada, sporcuların vücut kitle indekslerinin artışına bağlı olarak omuz ve diz bölgelerinden yaralanma geçirme risklerinin diğer vücut uzuvlarına göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Hsia, (2020)'nın yaptığı çalışmada,

vücut geliştirme sporcularında en yaygın sakatlık bölgelerinin sırt, kalça, diz ve omuz bölgesi olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca üst kol ve göğüs bölgelerinden geçirilen yaralanmaların, erkek sporcular lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar ortaya koyduğu sonucuna ulaşmıştır.

Vücut geliştirme spor branşında meydana gelen yaralanmalar, bu sporla uğraşan sporcularda ciddi olumsuzluklar oluşturabilir. Bu olumsuzlukların önlenmesinde sporcuların sahip oldukları kalıtsal kodlar, büyük bir öneme sahip olabilir. Sporcuların yaralanmalar karşısındaki genetik tepkilerinin bilinmesi, vücut geliştirme gibi yoğun ağırlıklarla yapılan spor branşında krtitik bir öneme sahip olabilir.



3. MATERYAL METOT

3.1. Çalışma Grubu

Çalışmamızın evrenini ülkemizde vücut geliştirme, güreş, cimmastik ve futbol spor branşlarından sporcular oluştururken, araştırmamızın örneklemini ise bu spor branşlarını halihazırda aktif olarak gerçekleştiren 25 vücut geliştirme, 25 futbol, 25 güreş ve 25 cimmastik sporcusundan gönüllü ve rastgele seçilen toplam 100 sporcu oluşturmuştur. Çalışmamıza dâhil edilen sporcuların katılım kriterleri şu şekilde sıralanmıştır:

- 18 yaş üstü erkek sporcu olması.
- En az 10 yıllık elit seviye, ilgili spor branşlarını aktif ve düzenli yapıyor olması.
- Ulusal ve uluslararası düzeyde yarışmacı olması.
- Ölçümler öncesinde ve esnasında herhangi bir yaralanma durumunun olmaması.
- Herhangi bir virüs kaynaklı bulaşıcı (kovit, hepatit, difteri, dizanteri, aids, tüberkuloz vb.), bakteriyel ve sürekli tedavi gerektiren bir hastalığının olmaması.
- Kardiyorespiratuar, hipertansiyon, bağışıklık yetmezliği, diyabet vb. hastalığının olmaması.

3.2. Kullanılan Ölçek

Çalışmanın ilk bölümünde katılımcılara testin uygulayıcısı tarafından hazırlanan 10 soruluk demografik bilgi formu, gerekli açıklamalar yapılarak uygulanmıştır. Bu formda katılımcıların; yaş, spor branşı, boy, kilo, spor yapma yılı, haftalık spor yapma süresi, günlük antrenman süresi, egzersizden önce ısınma çalışması yapma süresi, egzersiz sonrası soğuma çalışması yapma durumu, bir aydan fazla sakatlanma durumu ile her yıl sakatlanma geçirme durumu gösteren tanımlayıcı bilgiler yer almaktadır. (Tablo 4.1). Katılımcılara yöneltilen her bir soruyu cevaplamaları için gerekli süre sağlanmış olup, formun tam doldurulması için de katılımcılar teşvik edilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise katılımcıların bel bölgesine yönelik fleksiyon-ekstansiyon hareket genişliği seviyeleri, gonyometre aleti yardımıyla test uygulayıcısı tarafından ölçülerek bilgi formuna kaydedilmiştir.

3.2.1. Antropometrik ve Hareket Genişliği Ölçümleri

Çalışmaya katılan bireylerin, boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları en az iki kez ölçülerek ortalama değerler test uygulayıcısı tarafından kaydedilmiştir. Boy ölçümünde *holtain* marka, hassasiyeti ± 1 mm boy ölçer kullanılmıştır. Boy ölçümü sırasında

sporcuların ayakları çıplak, topukları bitişik ayak parmakları 45⁰ olacak seviyede ölçüm gerçekleştirilmiştir. Ağırlık ölçümünde ise *Xiaomi Mi Body Composition Scale 2* Model ± 50 gr hassasiyetli dijital baskül kullanılmıştır. Sporcuların VKİ ölçüm değerleri; vücut ağırlığının, boy uzunluğu karesine bölünmesi (kg/m^2) şeklinde hesaplanmıştır.

Sporculara bel bölgesi hareket genişliği ölçümü öncesinde test uygulayıcısı tarafından en az 15 dakika genel, 10 dakika da özel ısınma çalışmaları yaptırılmıştır. Ardından sporcuların bel bölgesi hareket genişlik seviyeleri, fleksiyon-ekstansiyon şeklinde en az iki kez ölçülüp ortalama sonuç ölçeğe kaydedilmiştir. Hareket genişliği ölçümlerinde, *Baseline* marka 360⁰ dönüş açısına sahip, 20 cm'lik plastik gonyometre aleti kullanılmıştır. Çalışmamızın hareket genişliği ölçümlerine kılavuzluk etmesi adına, Nancy Berryman Reese ve William D. Bandy'nin *Joint Range of Motion and Muscle Length Testing* isimli kitabındaki ölçüm yöntemleri çalışmamızda kullanılmıştır. Hareket genişliği performans ölçümü; fleksiyon ile ekstansiyon hareketlerinin gonyometre yardımıyla kaydedilmesi işlemini içermektedir (Reese ve Bandy, 2002).

Çalışmamız, sporcuların herhangi bir rahatsızlık hissetmeleri durumunda hemen sonlandırılmıştır. Sporcuların ölçümleri, Kovit-19 pandemisinin etkisinde göz önünde bulundurularak maske, mesafe ve hijyen kurallarına uyularak gerçekleştirilmiştir. Kovit-19 hastalığı belirtisi olan sporcuların ölçümleri ertelenerek, daha uygun zaman dilimlerinde ölçüm tekrarlanmıştır. Ölçüm ile ilgili uygulama yönergeleri (Şekil 3.1), (Şekil 3.2), (Şekil 3.3) ve (Şekil 3.4) açıklanmıştır.

3.2.1.1. Bel Fleksiyon Ölçümü

Bel fleksiyonu hareketinin gonyometre tekniği kullanılarak ölçümünün hazırlık bölümünde, şekil 3.1'de olduğu gibi denek, ayakta elleri çapraz bir şekilde omuz başlarında başlama pozisyonunda bekler. Gonyometrenin doğru hizalanması için ölçüm yerleri turuncu renkle işaretlenir. Ölçüm öncesi hazırlık çalışması için denek ellerini dizlerinin altına doğru şekil 3.1'de görüldüğü gibi mümkün olduğu kadar uzanarak bekler. Uygulama sonrasında bel başlangıç pozisyonuna geri getirilir.



Şekil 3. 1. Bel fleksiyon ölçümü ön hazırlık çalışması

Bel fleksiyonu hareketinin ölçümü esnasında, turuncu renkle işaretlenen bölgeyi test uygulayıcısı el yardımıyla palpe ettikten sonra gonyometre, şekil 3.2 ‘de olduğu gibi sporcunun bel bölgesine (lumbar vertabranın ortasına) uygun bir şekilde hizalanır ve sporcu, yer çekiminin de etkisiyle öne doğru bacaklarını mümkün olduğu ölçüde bükmeden maksimal gerilimde eğilerek ölçüm gerçekleştirilir. Ölçümler, en az 2 kez tekrar edilir ve en iyi ölçüm sonucu test uygulayıcısı tarafından ölçeğe kaydedilir. Uygulama sonrasında bel başlangıç pozisyonuna yavaş bir şekilde geri getirilir.



Şekil 3. 2. Gonyometre ile bel fleksiyon ölçümü

3.2.1.2. Bel Ekstansiyon Ölçümü

Bel ekstansiyonu hareketinin gonyometre tekniği kullanılarak ölçümünün hazırlık bölümünde şekil 3.3’de olduğu gibi denek, ayakta elleri çapraz bir şekilde omuz başlarında başlama pozisyonunda bekler. Gonyometrenin doğru hizalanması

için ölçüm yeri turuncu renkle işaretlenir. Ölçüm öncesi hazırlık çalışması için denek geriye doğru mümkün olduğu kadar uzanır. Uygulama sonrasında bel yavaş bir şekilde başlangıç pozisyonuna geri getirilir.



Şekil 3. 3. Bel ekstansiyon ölçümü ön hazırlık çalışması

Bel ekstansiyonu hareketinin ölçümü esnasında, turuncu renkle işaretlenen bölgeyi test uygulayıcısı el yardımıyla palpe ettikten sonra gonyometre, şekil 3.4 ‘te olduğu gibi sporcunun bel bölgesine (lumbar vertabranın ortasına) uygun bir şekilde hizalanır ve sporcu yer çekiminin de etkisiyle geriye doğru bacaklarını mümkün olduğu ölçüde bükmeden maksimal gerilimde eğilerek ölçüm gerçekleştirilir. Ölçümler, en az 2 kez tekrar edilir ve en iyi ölçüm sonucu test uygulayıcısı tarafından ölçeğe kaydedilir. Uygulama sonrasında bel başlangıç pozisyonuna yavaş bir şekilde geri getirilir.



Şekil 3. 4. Gonyometre ile bel ekstansiyon ölçümü

3.2.2. Genotipleme

Sporculara ait 100 adet kan örneğinden DNA izolasyon kiti kullanılarak, DNA izolasyonları yapılmıştır. İzole edilen DNA örnekleri *Nanodrop 2000* cihazı kullanılarak konsantrasyon ve saflık değerleri belirlenerek, konsantrasyon ve saflık değerleri uygun bulunan DNA örnekleri, *COL5A1* 3'UTR gen bölgelerinin çoğaltılması için PCR reaksiyonları gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda, *COL5A1* bölgesi için forward primer olarak 5'- GAAGACGGTCTTGGAGACTG-3', reverse primer olarak 5'- GAAGGCACCTGCAGAATGAC-3' primerleri kullanılmıştır. PCR reaksiyonu sırasında *New England M0285L Taq 5x Master Mix* kullanılmıştır. Reaksiyon koşulları şu şekildedir: Reaksiyon her bir örnek için; Master mix 5 µl, Forward primer 0,5 µl., reverse primer 0,5 µl., DNA 3 µl., ddH₂O 16µl. toplam 25µl. olacak şekilde hazırlanmıştır. Örneklerin PCR reaksiyonları 94° C' de 3 dk. denatürasyon, 94°C de 1 dk., 53°C'de 1 dk. 72° C' de 1 dk. olmak üzere 35 döngü ve 72° C' de 8 dk. uzama reaksiyonu şeklinde gerçekleştirilmiştir. PCR sonrası ürünler, %2 lük agaroz jelde 90 voltta 90 dk. olarak yürütülmüştür. PCR sonrasında polimorfizmlerin net şekilde gözlenmesi için her bir örneğin sanger dizileme yöntemi kullanılarak ilgili gen bölgelerinin DNA baz dizilimleri çıkarılmıştır (Sanger vd., 1977). Sanger dizileme yöntemi için kalan PCR ürünleri enzimatik saflaştırma kiti (CleanSeq) yardımıyla artık primerleri ve nükleotidler ayrıştırmak için saflaştırma işlemi yapılmıştır. Saflaştırma işlemi için 7 µL PCR ürüne 2 µL Cleanseq reaktifi eklenmiştir. Toplam 9 µL karışım 37 °C' de 30 dk. inkübe edilmiştir. Sonrasında cleanseq reaktifini inaktif etmek için 80 °C' de 15 dk. inkübe edilmiştir. Saflaştırılmış PCR ürünleri sanger dizileme için sekans PCR reaksiyonuna tabii tutulmuştur. Sekans PCR reaksiyonu kurulmuştur. PCR programı 96 °C'de 1 dk. denatürasyon , 96 °C' 10 sn., 50 °C'de 5 sn. ve 60 °C'de 4 dk.'lık 25 döngü şeklinde gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon sonrasında artık PCR ürünlerinden arındırmak için manyetik bead kullanılarak ikinci bir saflaştırma işlemi daha uygulanmıştır. Sonrasında örnekler *ABI 3130 Genetic Analyser* cihazına yüklenerek tek yönlü dizileme işlemi yapılmıştır. Elde edilen diziler biyoinformatik programlar yardımıyla değerlendirilerek ve polimorfik bölgelerdeki değişimler tespit edilmiştir. Tüm bu işlemler, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Ofisinin PYO.YDS.1904.21.003 nolu proje desteği sayesinde gerçekleştirilmiştir.

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmamızdan elde edilen verilerin analizinde, SPSS 22.0 paket istatistik programı kullanılmıştır. Çalışma örneklemine ait sosyo-demografik veriler için betimsel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğunda Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) analiz sonuçları kullanılmıştır. Yapılan analizde, verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Normal dağılım gösteren verilerin ikiden fazla grup karşılaştırmasında ANOVA testi, kategorik bağımsız değişkenler arasında ilişki olup olmadığının belirlenmesinde ise nonparametrik testlerden Pearson'ın Ki-kare ile Fisher's Exact Testleri kullanılmıştır. Çalışmanın istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlenmiştir.

Genlerin popülasyon içerisindeki dağılımında Hardy-Weinberg dengesi göz önünde bulundurulmuştur. Hardy-Weinberg, uygun genomların seçildiği seleksiyon, mutasyon, göç olmayan ve tesadüfen çiftleşen popülasyonda gen ve genotip frekanslarının nesilden nesile değişmediğini korunduğunu savunan bir yasadır (Çıtak ve Kesici, 1999).

4. BULGULAR

Çalışmamızda, sporcuların *COL5A1* rs12722 *Bst*UI gen polimorfizm analizlerinin yapılması amacıyla, EDTA'lı tüpler kullanılarak, sporculardan kan örnekleri alınmıştır. Alınan kan örneklerinin DNA izolasyonları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi K.İ.T.A.M. Laboratuvarlarıda yapılmıştır. DNA izolasyonu yapılan kan örneklerinin, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizm bölgesindeki genomik bölgeleri, tespit edilmiş ve elde edilen bulgular tablolar ve açıklamalar şekline aşağıda sunulmuştur. Araştırmamız Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Ofisi tarafından PYO.YDS.1904.21.003 nolu proje ile desteklenmiştir. Çalışmaya katılan sporcuların demografik bilgileri tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4 1. Katılımcıların demografik özellikleri

Değişkenler	Gruplar	N	%
Yaş	18-22 yaş	60	60
	23-28 yaş	15	15
	29-34 yaş	7	7
	35-40 yaş	7	7
	> 41 yaş	11	11
Boy	160-165	6	5
	166-171	16	15
	172-177	38	37
	178-183	29	32
	>184	11	11
Kilo	50-65	32	32
	66-85	46	47
	86-100	16	15
	101-115	4	4
	>116	2	2
V.K.İ.	18,5 ve altı	3	3
	19-24,9	57	57
	25-29,9	33	33
	30-34,9	3	3
	>35	4	4
Spor Branşı	Vücut Geliştirme	25	25
	Güreş	25	25
	Cimnastik	25	25
	Futbol	25	25
Haftalık Antrenman Sayısı	3 gün	24	24
	4 gün	18	18
	5 gün	40	40
	6 gün	15	15
	7 gün	3	3
Günlük Antrenman Süresi	30dk-1 saat	6	6
	1-2 saat	31	31
	2-3 saat	40	40
	3-4 saat	13	13
	4-5 saat	8	8
	>5 saat	2	2

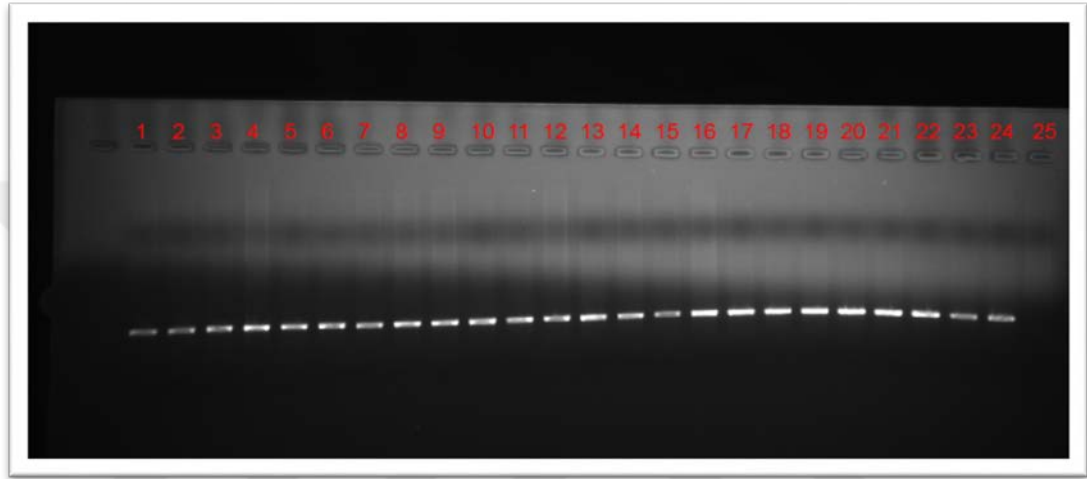
Tablo 4.1'in devamı

Isınma Süresi	5-10 dak.	21	21
	10-15 dk.	27	27
	15-20 dk.	31	31
	20-25 dk.	6	6
	>25 dk.	15	15
Soğuma Çalışması	Evet	74	74
	Hayır	26	26
1 aydan fazla sakatlık durumu	Evet	36	36
	Hayır	64	64
Spor Yılı	10-14 yıl	72	72
	15-19 yıl	6	6
	20-24 yıl	11	11
	25-29 yıl	6	6
	>30	5	5
Her Yıl Sakatlık Geçirme Durumu	Evet	14	14
	Hayır	86	86

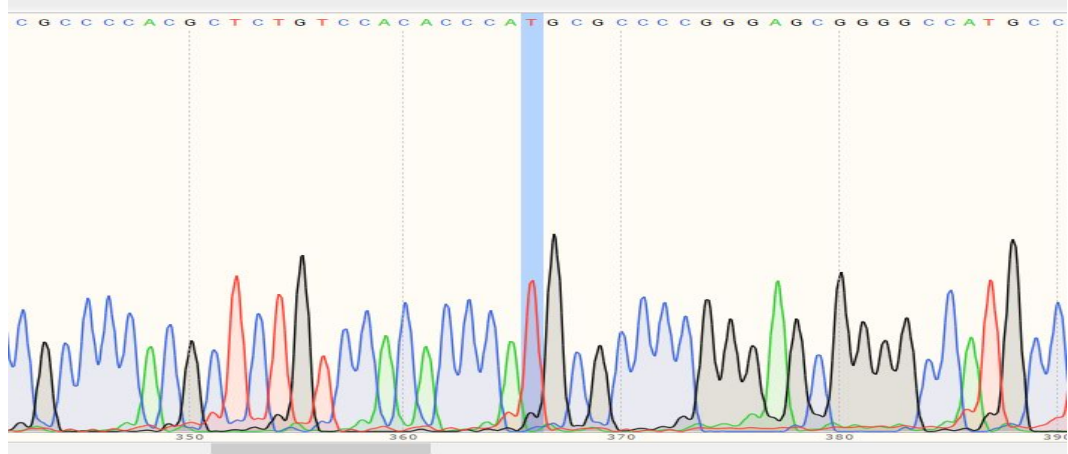
Tablo 4.1'e göre çalışmaya, % 60 (60) 18-22 yaş, % 15 (15) 23-28 yaş, %7 (7) 29-34 yaş, % 7 (7) 35-40 yaş ve % 11 (11) 41 yaş ve üzeri; 25 vücut geliştirme, 25 güreş, 25 cimnastik ile 25 futbol branşından haftada en az 3 gün antrenman yapan sporcuların katıldığı görülmüştür. Bireylerin V.K.İ. değerleri % 3 (3) 18,5 ve altı, % 57 (57) 19-24,9, % 33 (33) 25-29,9, % 3 (3) 30-34,9 ve % 4 (4) 35 ve üzeri olarak hesaplanmıştır. Sporcuların günlük antrenman süreleri ile ilgili olarak, % 6 (6) 30dk-1 saat, % 31 (31) 1-2 saat, % 40 (40) 2-3 saat, % 13 (13) 3-4 saat, % 8 (8) 4-5 saat ve % 2 (2) 5 saat ve üzeri antrenman süresine sahip oldukları tespit edilmiştir. Isınma çalışmaları ile ilgili olarak sporcuların, % 21 (21) 5-10 dakika, % 27 (27) 10-15 dakika, % 31 (31) 15-20 dakika, % 6 (6) 20-25 dakika ile % 15 (15) 25 dakika ve üzeri ısınma çalışmalarını yaptıklarını belirtmişlerdir. Soğuma çalışması ile ilgili olarak sporcuların, % 74 (74) soğuma çalışması yaptıklarını % 26 (26)'nın ise soğuma çalışması yapmadıklarını belirtmişlerdir. Sporcuların, % 36 (36)'sının 1 aydan fazla süreyle spora bağlı bir yaralanma durumu deneyimlediklerini % 64 (64)'nün ise 1 aydan fazla süreyle yaralanma durumu yaşamadıklarını belirtmişlerdir. Spor yılı ile ilgili olarak sporcuların, % 72 (72) 10-14 yıl, % 6 (6) 15-19 yıl, % 11 (11) 20-24 yıl, % 6 (6) 25-29 yıl ile % 5 (5) 30 yıl ve üzeri uğraştıkları spor branşları ile ilgili spor geçmişine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmaya katılan sporcuların, % 14 (14)'ü her yıl sakatlık geçirdiklerini belirtirken % 86 (86)'sı ise her yıl sakatlık durumu yaşamadıklarını belirtmişlerdir.

Sporculardan alınan kan örneklerinin, *COL5A1* gen bölgelerinin belirlenmesi için yapılan PCR analizi sonrası örneklerin %1 lik agaroz jelde 90 voltta 90 dk.

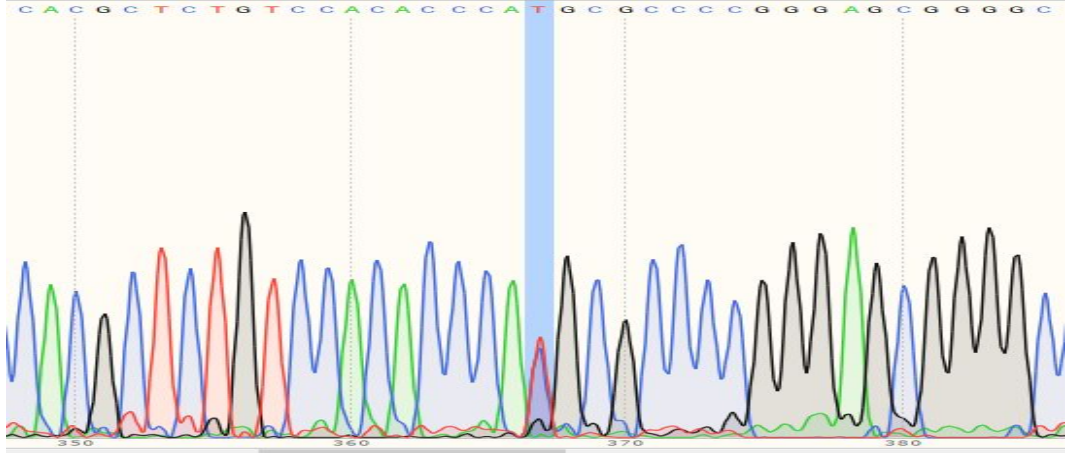
yürütüldüğü jel elektroforezi görüntüsü (şekil 4.1) ile sporcuların *COL5A1* polimorfik bölgelerine ait elektroferogram görüntüleri; TT genotipinin elektroferogram görüntüsü (şekil 4.2) (polimorfik bölgede sadece timin bazına ait pik görülmekte), CT genotipinin elektroferogram görüntüsü (şekil 4.3) (polimorfik bölgede sitozin ve timin bazına ait pikler üst üste çakışmış halde görülmekte) ve CC genotipinin elektroferogram görüntüsü (şekil 4.4) (sadece sitozin bazına ait pik görülmekte) aşağıda sunulmuştur.



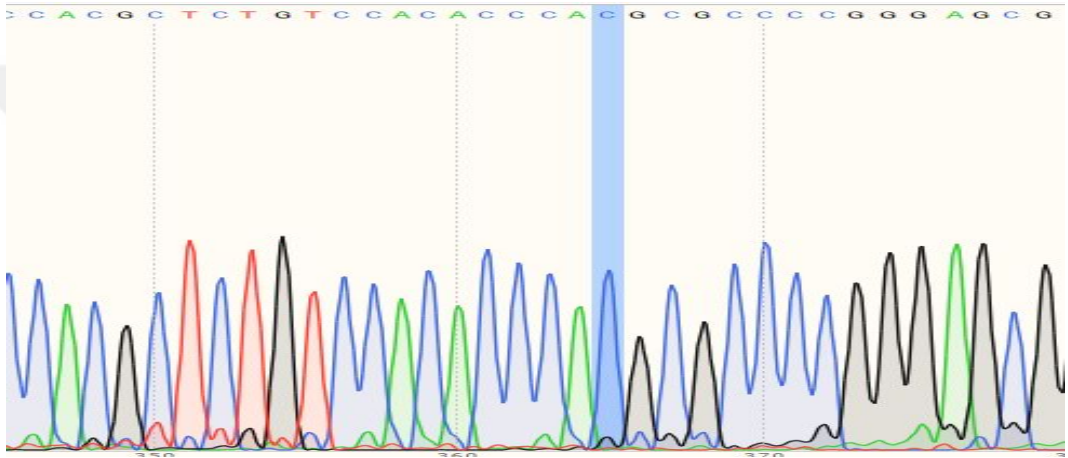
Şekil 4. 1. *COL5A1* rs12722 BstUI polimorfizminin jel elektroforezi görüntüsü



Şekil 4. 2. *COL5A1* rs12722 BstUI polimorfizm TT genotipinin elektroferogram görüntüsü



Şekil 4. 3. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizm CT genotipinin elektroferogram görüntüsü

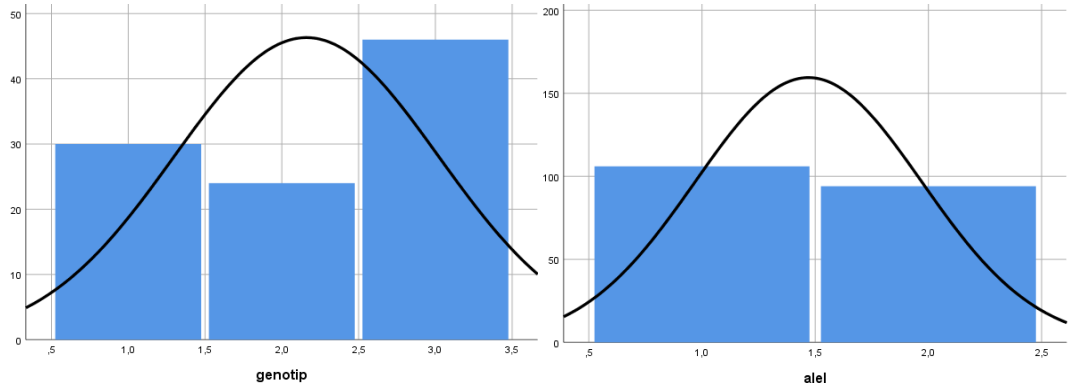


Şekil 4. 4. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizm CC genotipinin elektroferogram görüntüsü

Tablo 4.2. Katılımcıların *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmine ait genotip ve alel dağılımı

%/ <i>n</i>	Genotip			Alel	
	CC	CT	TT	C	T
Toplam %	%30	%46	%24	%53	%47
Toplam <i>n</i>	30	46	24	106	94

Tabloya 4.2.'ye göre katılımcıların, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmine ait genotip ve alel dağılımına göre % 30'unun (30) CC, % 46'sının (46) CT ile % 24'ünün (24) de TT genotipine; % 53'ünün (106) C, % 47'sinin (94) ise T aleline sahip oldukları görülmüştür.



Şekil 4. 5. *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizm genotip ve alel frekans dağılım grafiği

Tablo 4.3. Katılımcıların *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmine ait genotip dağılımının boy, kilo V.K.İ. Anova testi sonucu

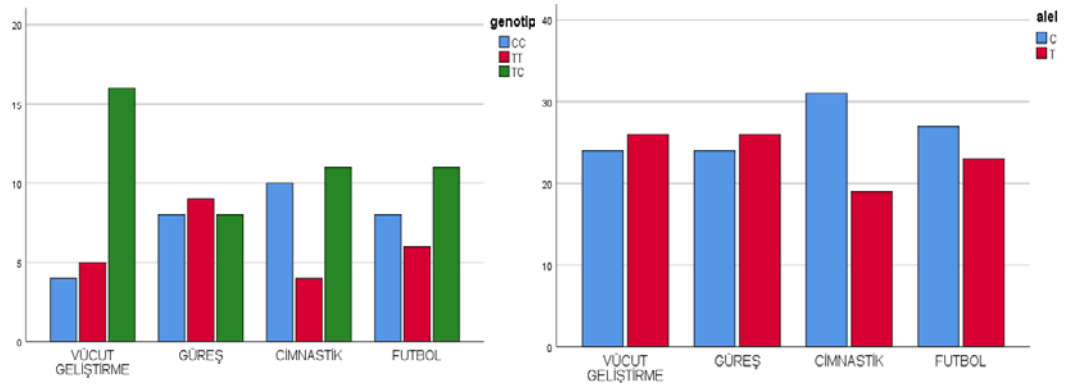
Antropometrik Değişkenler	Genotip			f	p
	CC	CT	TT		
Boy	174,85±5,94	177,95±7,01	175,84±5,83	2,28	0,10
Kilo	73,35±11,09	77,93±17,30	76,91±12,53	0,92	0,40
V.K.İ.	24,17±3,92	24,60±4,17	25±4,15	0,27	0,76

Tablo 4.3.'e göre çalışmaya katılan bireylerin *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmine ait genotipler ile boy, kilo V.K.İ. sonuçlarına göre yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.4. *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin genotip ile alel dağılımının spor branşlarına göre Ki-kare testi sonucu

Spor Branşları	Genotip			Alel					
	CC	TT	CT	X ²	P	C	T	X ²	P
Vücut Geliştirme	4 (%13,3)	5 (%20,8)	16 (%34,8)			24 (%22,6)	26 (%27,7)		
Güreş	8 (%26,7)	9 (%37,5)	8 (%17,4)	7,73	0,25	24 (%22,6)	26 (%27,7)	2,65	0,44
Cimnastik	10 (%33,3)	4 (%16,7)	11 (%23,9)			31 (%29,2)	19 (20,2)		
Futbol	8 (%26,7)	6 (25%)	11 (%23,9)			27 (%25,5)	23 (%24,5)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (% 46)			106 (%53)	94 (%47)		

Tablo 4.4.'e göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin genotip ve alel dağılımının branşlararası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).

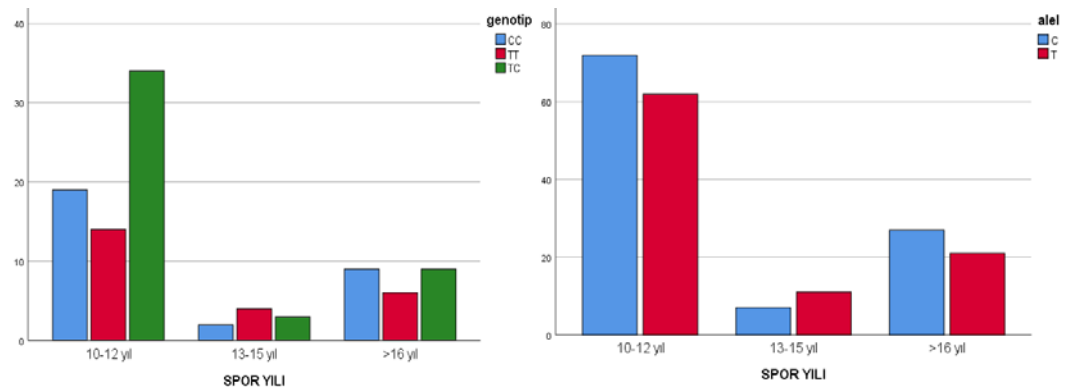


Şekil 4. 6. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin branşlararası genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.5. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının spor yapma yılına göre Ki-kare testi sonucu

Spor Yılı	Genotip			Alel					
	CC	TT	CT	X ²	P	C	T	X ²	P
10-12	19 (%63,3)	14 (%58,3)	34 (%73,9)			72 (%67,9)	62 (%66)		
13-15	2 (%6,7)	4 (%16,7)	3 (%6,5)	3,47	0,49	7 (%6,6)	11 (%11,7)	1,67	0,43
>16	9 (%30)	6 (%25)	9 (%19,6)			27 (%25,5)	21 (%22,3)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

Tablo 4.5'e göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının spor yapma yılına göre yapılan karşılaştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).

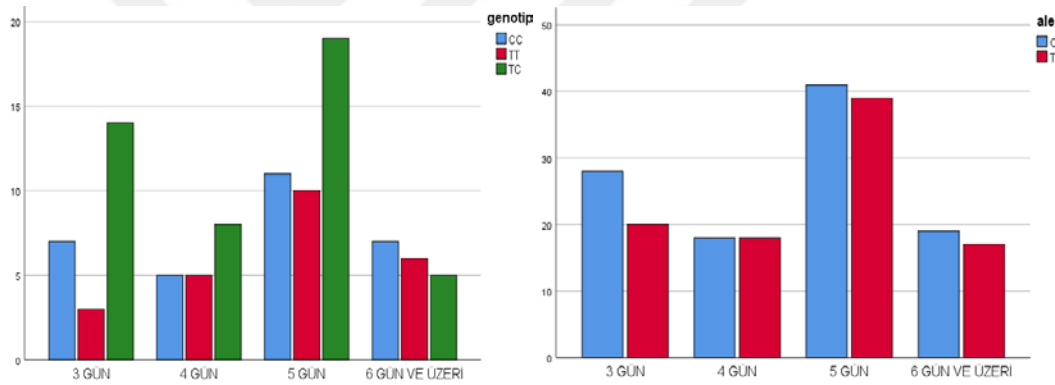


Şekil 4.7. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin spor yapma yılına göre genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.6. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının haftalık antrenman sayısına göre Ki-kare testi sonucu

Ant. Sayısı	Genotip			X ²	P	Alel		X ²	P
	CC	TT	CT			C	T		
3	7 (%23,3)	3 (%12,5)	14 (%30,4)	4,81	0,56	28 (%26,4)	20 (%21,3)	0,77	0,85
4	5 (%16,7)	5 (%20,8)	8 (%17,4)			18 (%17)	18 (%19,1)		
5	11 (%36,7)	10 (%41,7)	19 (%41,3)			41 (%38,7)	39 (%41,5)		
> 6	7 (%23,3)	6 (%25)	5 (%10,9)			19 (%17,9)	17 (%18,1)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

Tablo 4.6'ya göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının haftalık antrenman yapma sayısına göre yapılan karşılaştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).



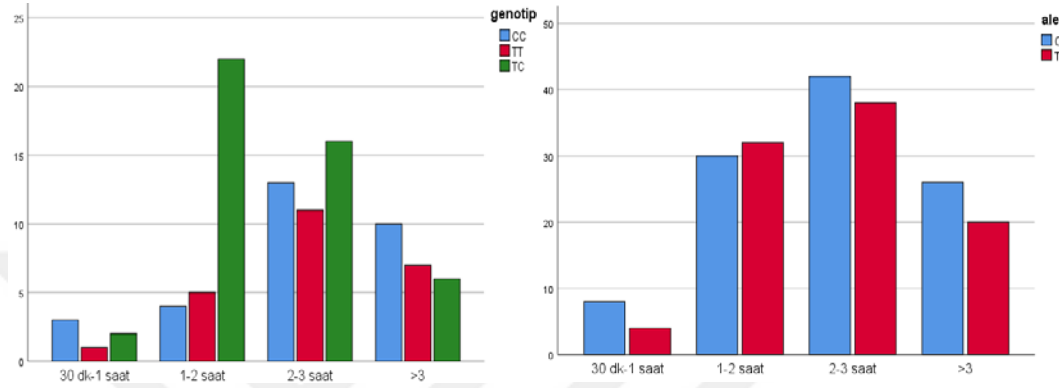
Şekil 4. 8. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin haftalık antrenman yapma sayısına göre genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.7. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının günlük antrenman saatine göre Ki-kare testi sonucu

Günlük Ant.Saat	Genotip			X ²	P	Alel		X ²	P
	CC	TT	CT			C	T		
30 dk- 1	3 (%10)	1 (%4,2)	2 (%4,3)	13,50	0,026*	8 (%7,5)	4 (%4,3)	1,66	0,64
1-2 saat	4 (%13,3)	5 (%20,8)	22 (%47,8)			30 (%28,3)	32 (%34)		
2-3 saat	13 (%43,3)	11 (%45,8)	16 (%34,8)			42 (%39,6)	38 (%40,4)		
>3 saat	10 (%33,3)	7 (%29,2)	6 (%13)			26 (%24,5)	20 (%21,3)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

* $p<0,05$

Tablo 4.7'ye göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının günlük antrenman saatine göre yapılan karşılaştırma sonucunda sporcuların günlük antrenman süreleri ile genotip dağılımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmıştır ($p<0,05$). Sporcuların günlük antrenman süreleri ile alel dağılımı arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).

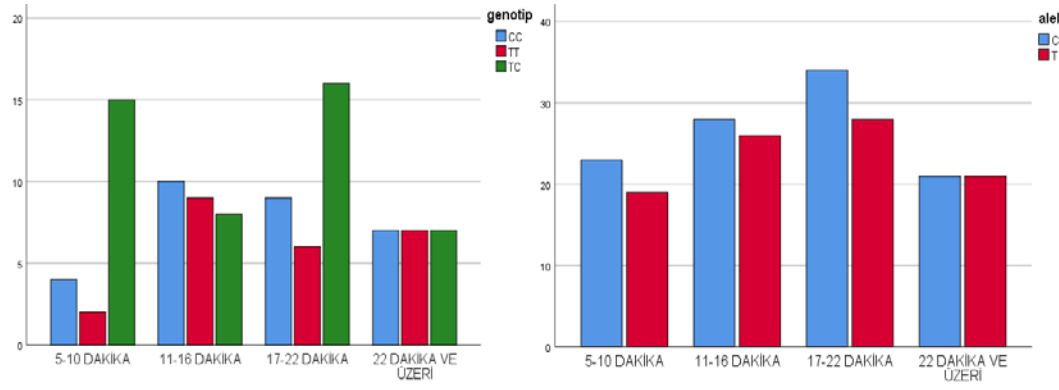


Şekil 4. 9. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin günlük antrenman süresine göre genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.8. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının ısınma süresine göre Ki-kare testi sonucu

Isınma Süresi	Genotip			X^2	P	Alel		X^2	P
	CC	TT	CT			C	T		
5-10 dk	4 (%13,3)	2 (%8,3)	15 (%32,6)	10,69	0,09	23 (%21,7)	19 (%20,2)	0,86	0,94
11-16 dk	10 (%33,3)	9 (%37,5)	8 (%17,4)			28 (%26,4)	26 (%27,7)		
17-22 dk	9 (%30)	6 (%25)	16 (%34,8)			34 (%32,1)	28 (%29,8)		
>22 dk	7 (%23,3)	7 (%29,2)	7 (%15,2)			21 (%19,8)	21 (%22,3)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

Tablo 4.8'e göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının ısınma süresine göre yapılan karşılaştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).

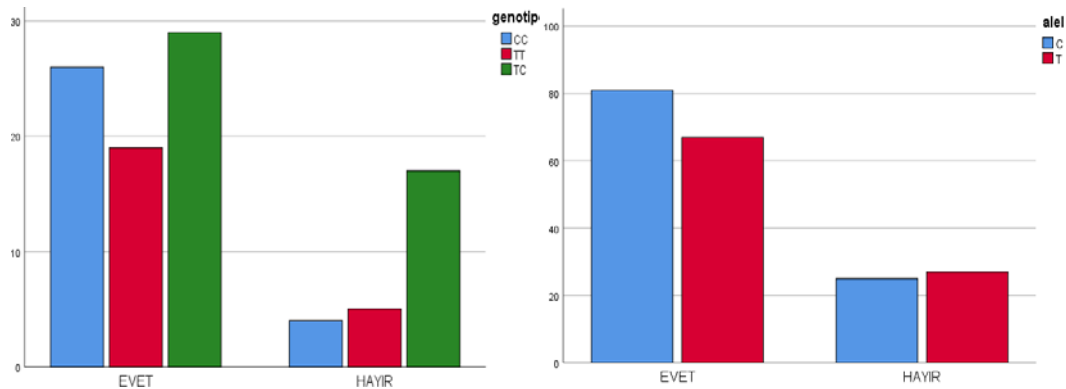


Şekil 4. 10. COL5A1 rs12722 BstUI polimorfizmin ısınma süresine göre genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.9. COL5A1 rs12722 BstUI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının soğuma yapma durumuna göre Ki-kare testi sonucu

Soğuma Durumu	Genotip			Alel					
	CC	TT	CT	X ²	P	C	T	X ²	P
Evet	26 (%86,7)	19 (%79,2)	29 (%63)	5,70	0,058	81 (%76,4)	67 (%71,3)	0,68	0,40
Hayır	4 (%13,3)	5 (%20,8)	17 (%37)			25 (%23,6)	27 (%28,7)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

Tablo 4.9'a göre Ki-kare testi sonucunda COL5A1 rs12722 BstUI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının antrenman sonrası soğuma çalışması yapma durumuna göre yapılan karşılaştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).

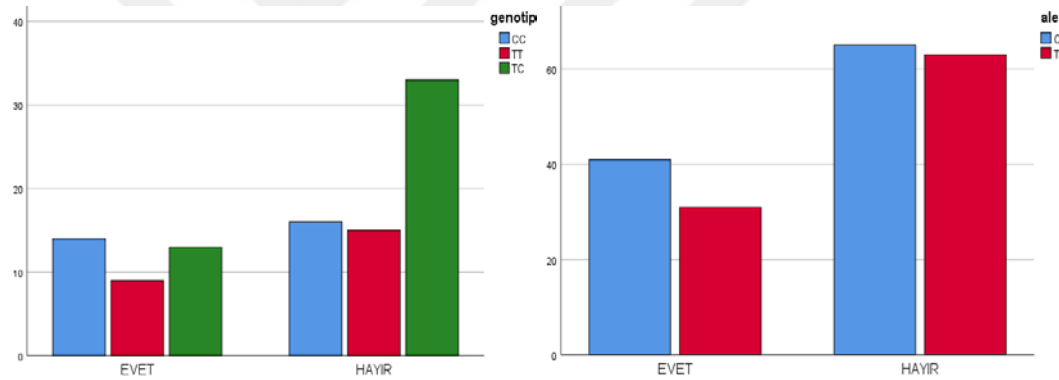


Şekil 4. 11. COL5A1 rs12722 BstUI polimorfizmin soğuma çalışması yapma durumuna göre genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.10. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının bir aydan fazla süreyle yumuşak doku yaralanması geçirme durumuna göre Ki-kare testi sonucu

Yaralanma Durumu	Genotip			Alel					
	CC	TT	CT	X ²	P	C	T	X ²	P
Evet	14 (%46,7)	9 (%37,5)	13 (%28,3)	2,70	0,25	41 (%38,7)	31 (%33)	0,70	0,40
Hayır	16 (%53,3)	15 (%62,5)	33 (%71,7)			65 (%61,3)	63 (%67)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

Tablo 4.10'a göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının bir aydan fazla süreyle yumuşak doku yaralanması geçirme durumuna göre yapılan karşılaştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).



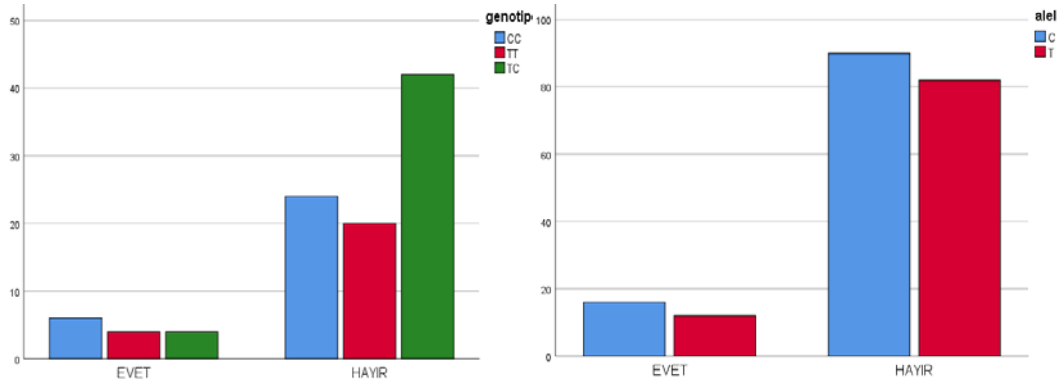
Şekil 4. 12. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin bir aydan fazla sakatlık geçirme durumuna göre genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.11. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının her yıl yumuşak doku yaralanması geçirme durumuna göre Ki-kare testi sonucu

Yaralanma Durumu	Genotip			Alel					
	CC	TT	CT	X ²	P	C	T	X ²	P
Evet	6 (%20)	4 (%16,7)	4 (%8,7)	2,27	0,37	16 (%15,1)	12 (%12,8)	0,22	0,63
Hayır	24 (%80)	20 (%83,3)	42 (%91,3)			90 (%84,9)	82 (%87,2)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

Tablo 4.11'e göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının her yıl yumuşak doku yaralanması

geçirme durumuna göre yapılan karşılaştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).

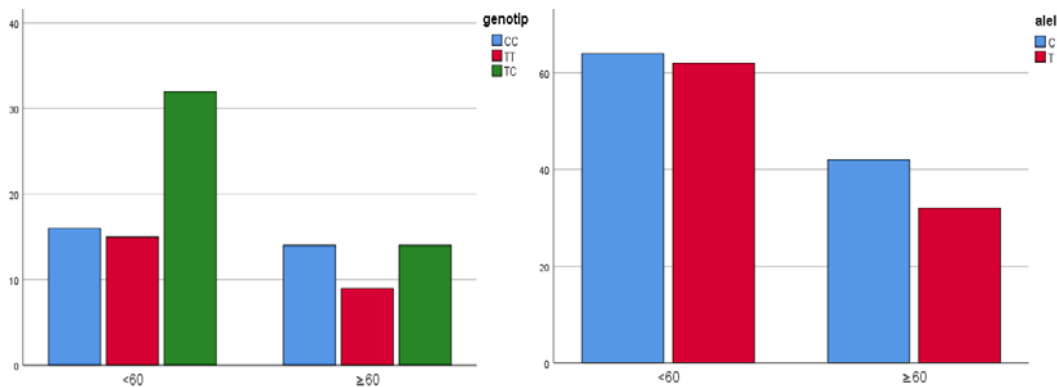


Şekil 4. 13. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin her yıl sakatlık geçirme durumuna göre genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.12. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının bel ekstansiyon hareketine göre Ki-kare testi sonucu

Bel Ekstansiyon	Genotip			X^2	P	Alel		X^2	P
	CC	TT	CT			C	T		
< 60	16 (%53,3)	15 (%62,5)	32 (%69,6)	2,05	0,35	64 (%60,4)	62 (%66)	0,66	0,41
≥ 60	14 (%46,7)	9 (%37,5)	14 (%30,4)			42 (%39,6)	32 (%34)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

Tablo 4.12'ye göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının bel ekstansiyon hareketine göre yapılan karşılaştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$).



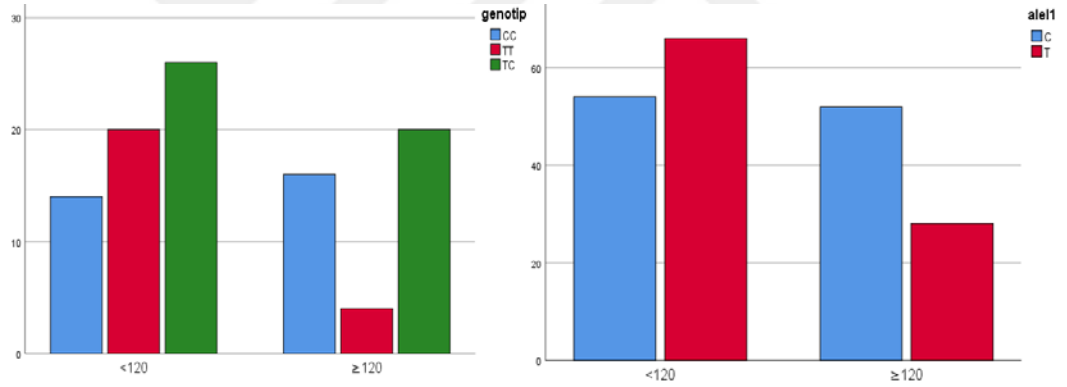
Şekil 4. 14. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin bel ekstansiyon hareketine göre genotip ve alel dağılım grafiği

Tablo 4.13. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ile alel dağılımının bel fleksiyon hareketine göre Ki-kare testi sonucu

Bel Flek.	Genotip					Alel			
	CC	TT	CT	X ²	P	C	T	X ²	P
< 120	14 (%46,7)	20 (%83,3)	26 (%56,5)	7,89	0,019*	54 (%50,9)	66 (%70,2)	7,70	0,005*
≥ 120	16 (%53,3)	4 (%16,7)	20 (%43,5)			52 (%49,1)	28 (%29,8)		
Toplam	30 (%30)	24 (%24)	46 (%46)			106 (%53)	94 (%47)		

P<0,05*

Tablo 4.13'e göre Ki-kare testi sonucunda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının bel fleksiyon hareketine göre yapılan karşılaştırma sonucunda hem genotip hem de alel değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmıştır (p<0,05).



Şekil 4. 15. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin bel fleksiyon hareketine göre genotip ve alel dağılım grafiği

5. TARTIŞMA

Spor yaralanmaları, sporcuları hem maddi hemde manevi yönden etkileyen olumsuz bir durumdur. Spor yaralanmalarının manevi kayıplarına ilave maddi kayıpları ile bu kayıpların ülke ekonomilerine etkileri azımsanmayacak düzeydir. Bu duruma İngiltere Premier Futbol Liginde spor yaralanmalarına bir sezonda medikal ücretler ve sigorta pirimleri dâhil ortalama 74,7 milyon sterlin para harcanması örnek gösterilebilir (Woods vd., 2002). Bu olumsuz durum sonucunda sporcuların becerileri ve fiziki gelişimleri gerileyerek telafisi zor bir durumla karşı karşıya kalabilmektedirler (Güler vd., 2020; Çakır ve Kısa, 2021).

Spor yaralanmaları, çoğu durumda kas-tendon gibi yumuşak dokuları etkileyerek sporcuyla ciddi manada zarara uğratabilen olumsuz bir duruma dönüşebilir (Ateş vd., 2021). Kas, tendon, meniküs, ligament gibi kemiğin sert tabakası dışında kalan yumuşak dokular, birtakım içsel faktörlerden kolaylıkla etkilenebilmektedir. Bu faktörlerden biri olan genetik, yaralanmaya karşı dokuların hassasiyetini belirlemede önemli bir biyobelirteç olabilir. Yumuşak dokuların kolajen üretim mekanizmasına etki ederek bu yapıların çalışma sistemini değiştirme gücüne sahip; *MIR 608*, *TIMP2*, *VEGFA*, *NID-1*, *COLGALT1*, *COL5A1*, *GDF5*, *MMP3*, *COL1A1*, *COL3A1*, *COL12A1*, *COL14A1*, *TNC* ve *CILP* gen varyantları bulunmaktadır (Karayılan vd., 2013; Brazier vd., 2019).

Çalışmamızda, yumuşak doku yaralanmalarında kolajen dokular üzerinde önemli bir risk faktörü olduğu düşünülen *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmin genotip ve alel dağılımları, detaylı bir şekilde incelenerek ilgili literatürde yer alan bilimsel verilerle birlikte tartışılarak değerlendirilmiştir. *COL5A1* rs12722 *BstUI* gen polimorfizmi ile ilgili literatürde yapılan çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin içerisinde yer alan genotip ve alellerin, vücudun kolajen yapıları üzerinde birtakım etkilere sahip olduğu gözlemlenmiştir. *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin kolajen dokular üzerindeki etkisi, sporcuların yaralanmalara karşı oluşturduğu hassasiyeti belirlemede kritik bir rol oynayabilir. Çalışmamıza rehberlik etmesi adına *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminde yer alan genotip ve alellerin, vücudun yumuşak dokuları üzerinde oluşturduğu varsayılan bazı mekanizmalar literatürde yapılan çalışma sonuçları da göz önüne alınarak Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Tablo 5 1. *COL5A1* BstUI rs12722 gen polimorfizminin yumuşak dokular üzerindeki etkisi

*Genotip/ Alel	<i>COL5A1</i> rs12722 BstUI Polimorfizm			
	Y.D.H.	K.D.Y.	H.G.S.	Y.H.
*CC	Düşük	Düşük	Yüksek	Düşük
*CT	Orta	Orta	Orta	Orta
*TT	Yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek
-C	Düşük	Düşük	Yüksek	Düşük
-T	Yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek

Y.D.H: Yumuşak Doku Hassasiyeti; K.D.Y: Kolajen Doku Yoğunluğu; H.G.S: Hareket Genişlik Seviyesi; Y.H: Yaralanma Hassasiyeti

Çalışmamızda *COL5A1* rs12722 BstUI polimorfizminin genotip ve alel dağılımının branşlararası karşılaştırma test sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$). (Tablo 4.4). *COL5A1* rs12722 BstUI polimorfizminin genotip ve alel dağılım sonuçları incelendiğinde, sporcularda en fazla CT genotipi ile C alelinin olduğu mevcut çalışmamız sonucunda görülmüştür. Ayrıca *COL5A1* rs12722 BstUI polimorfizminin en yüksek genotip sayısına vücut geliştirme sporcularının (CT= 16), en yüksek alel dağılımına da cimnastikçilerin (C= 31) sahip olduğu; en düşük genotip sayısına yine vücut geliştirmeciler (CC= 4) ile cimnastikçiler (TT= 4)'in sahip oldukları çalışma sonucunda görülmüştür. Bu amaçla, Göçüçü vd. (2018)'nin yaptıkları çalışmada, 15 profesyonel vücut geliştirmecinin (%66,7) 10'nu GG, (%20) 3'ü GT ve (%13,3) 2'si TT genotipine sahip olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada, *COL1A1* Sp1 rs1800012 gen polimorfizminin alel dağılımında (%76,7) 23 adet G alelinin, (%23,3) 7 adet T alelinin olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara bakıldığında vücut geliştirme sporcularının sahip oldukları *COL1A1* Sp1 rs1800012 polimorfizmine ait GG, GT ve TT genotiplerinin oransal dağılımlarının mevcut çalışmamızla paralellik göstermediği görülmektedir. Tringali vd. (2014)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs12722 BstUI polimorfizminin genotip dağılımı bakımından 42 sporcunun 4'ünün CC, 13'ünün TT ve 25'ininde CT genotipine sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuçlara bakıldığında, ritmik cimnastik sporcularının sahip oldukları CC, CT ve TT genotip dağılım oranlarının mevcut çalışmamızla paralellik göstermediği görülmektedir. Bulğay vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada; yüzme, futbol, buz hokeyci ve ironman spor branşlarının gruplararası genotip ve alel dağılımı karşılaştırması test sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık bulamamışlardır. Aynı çalışma sonunda dört farklı spor branşında, CT genotipi ile C alelinin diğer genotip ve alellere oranla daha yüksek oranda ve sayıda olduğunu tespit

etmişlerdir. Bulğay vd.'nin elde ettiği bu sonuç, mevcut çalışmamız ile paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin genotip ve alel dağılımının; spor yapma yılı (Tablo 4.5), haftalık antrenman yapma sayısı (Tablo 4.6), ısınma süresi (Tablo 4.8) ve soğuma çalışması yapma durumu (Tablo 4.9) Ki-kare testi analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmamıştır ($p>0,05$). Çalışmamızdan elde edilen veriler incelendiğinde, sporcuların en az 10 yıllık spor tecrübelerinin olması ve çoğunluğunun haftada en az 5 gün 2-3 saat aralığında spor yapıyor olmaları, katılımcıların düzenli spor yapma alışkanlığına sahip oldukları sonucunu bizlere düşündürebilir. Ayrıca çalışmamızda, bu değişkenlerde (spor yapma yılı, haftalık antrenman yapma sayısı, ısınma süresi ve soğuma çalışması yapma durumu) anlamlı düzeyde farklılıklar görülmemesinde epigenetik faktörlerin de rolü olabilir. DNA diziliminde herhangi bir değişiklik olmadan gerçekleşen epigenetik, davranışların ve çevrenin genetik üzerinde oluşturduğu farklılıkları inceleyen bir bilim dalıdır (Tarnowski vd., 2022). Çalışmamızdan elde edilen bu veriler ile epigenetik etmenler birlikte değerlendirildiğinde, sporcuların düzenli spor yapma alışkanlıklarının onların sahip olduğu epigenetik özellikleri etkileyerek, anlamlı düzeyde bir ilişki durumu tespit edememiz bazı özelliklerin (spor yapma yılı, haftalık antrenman yapma sayısı, ısınma süresi ve soğuma çalışması yapma) zamanla değişebileceği sonucunu çalışmamızda öngörülebilir. Bu durum, düzenli yapılan fiziksel egzersizlerin epigenetik adaptasyonu artırabileceği şeklinde yorumlanabilir (Sellami vd., 2021). Akıl ve Us (2022)'un yaptıkları çalışmada, bireylerin Kovit-19 pandemisi öncesi düzenli egzersiz yapma alışkanlıklarının pandemi ile birlikte yeniden şekillendiği sonucuna ulaşmışlardır. Arslanoğlu vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada, bireylerin yaşam kalitelerinin değişmesine paralel olarak düzenli egzersiz yapma alışkanlıklarının da değişebileceği sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışma sonuçları ile mevcut çalışmamızın sonuçları incelendiğinde, sporcuların sportif faaliyetlere yönelik alışkanlıklarında genetik faktörler kadar epigenetik faktörler de oldukça önemlidir.

Çalışmamızda, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin bir aydan fazla sakatlık geçirme durumu (Tablo 4.10) ile her yıl sakatlık geçirme durumu (Tablo 4.11) Ki-kare testi analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmamıştır ($p>0,05$). Çalışmamızdan elde edilen bu veriler ile aynı doğrultuda,

Longo vd. (2018)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI ile rotator cuff yırtıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişki durumu olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Leznicka vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI ile rs13946 *Dpn*II polimorfizmlerinde, fiziksel aktiviteye bağlı yaralanmalarda hem genotip hem de alel dağılımında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığa rastlamamışlardır. Elde edilen bu sonuçlar, çalışmamız bulguları ile paralellik göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda, sporculara yaralanmalar ile ilgili yöneltilen sorulara (bir aydan fazla sakatlık geçirme durumu ile her yıl sakatlık geçirme durumu) verdikleri hayır cevapları üzerinde, onların sahip oldukları *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmindeki aleller ve bu alellerin dağılımları etkili olmuş olabilir. Bu durumla ilgili olarak C aleli oranının, T aleli oranına kıyasla fazla olması sporcuları yumuşak doku yaralanmalarına karşı önemli ölçüde koruyabilmiş olabilir. Çalışmamızdan elde edilen bu veriler değerlendirildiğinde *COL5A1* rs12722 *Bst*UI C alelinin kolajen yapılar üzerinde düzenleyici bir etkiye sahip olabileceği sonucu göz önünde bulundurulabilir. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin düzenleyici etkisinin bir kısmı (CC genotip ile C aleli) sportif performans esnasında meydana gelen aşırı yüklenmelere karşı sporcuları korurken, bir kısmı ise (TT genotip ile T aleli) sporcuların yaralanmalara olan hassasiyetlerini artırabilir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular ve literatürdeki araştırmalar incelendiğinde, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI CC genotipi ile C alelinin yumuşak dokularda oluşturduğu koruyucu mekanizma sayesinde, sporcular uzun süreli yüklenmeler karşısında daha direçli hâle gelebilmektedir. Bu amaçla, Pruna vd. (2013)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* CC genotipine sahip bireylerin, kas yaralanmaları bakımından TT genotipine sahip bireylere kıyasla daha az yaralanma eğilimi içerisinde oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Figueiredo vd. (2020)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs3196378 ile *TGFBR1* rs1590 polimorfizmlerinin, rotator cuff yırtıkları ile ilişkili olduğu ve *COL5A1* C/T (rs3196378 / rs11103544) haplotiplerinin, erkek bireylerde omuz tendon yırtıklarına karşı koruyucu etki oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır. Heffernan vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada, elit düzey rugby oyuncularında, *COL5A1* geni C aleli ile CC genotipinin yaralanmalar karşısında koruyucu bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bir başka çalışmada ise Lv vd. (2018) *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin tendon ve ligamentlerin, kuvvet ve kırılganlığını önemli derecede etkilediği ve *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizm TT genotipinin aşıl tendonipatisi, ön çapraz bağ kopukları ile tenisçi dirseği yaralanmalarında önemli bir risk faktörü

olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Lulińska-Kuklik vd. (2018)'nin yaptıkları çalışmada ise *COL5A1* rs13946 *DpnII* C aleline sahip sporcuların kontrol grubuna kıyasla ön çapraz bağ yaralanmalarına karşı daha az yatkınlık gösterdiğini ve *COL5A1* C-C rs12722 *BstUI* ile rs13946 *DpnII* haplotip yapılarının ön çapraz bağ kopuklarına karşı koruyucu bir etki mekanizması oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır. McCabe ve Collins (2018)'in yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs12722 *BstUI* TT genotipinin amatör, yarı profesyonel ve profesyonel futbolcularda azalan maç sayısı ve artan yaralanma oranı ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Aynı çalışmada CC genotipine sahip futbolcuların yaralanmalar (ayak bileği, diz ve toplam yaralanma) karşısında CT ve TT genotiplerine kıyasla daha az yaralanma ve daha fazla maç sayısına sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Can (2020), yaptığı çalışmada, *COL5A1* rs12722 *BstUI* T/C polimorfizmin yaygınlığı ve miR-22 ekspresyon seviyesindeki artışın, ön çapraz bağ hastalarında anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği sonucunda ulaşmıştır. Pruna vd., Figueiredo vd., Heffernan vd., Lv vd., Lulińska-Kuklik vd. ve Can'ın yaptıkları çalışmalarda *COL5A1* gen polimorfizmlerinin, yumuşak doku yaralanmaları karşısında koruyucu bir etki gösterdiği sonucu görülmektedir. *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin, yumuşak dokular üzerindeki koruyucu etkisine karşılık bu gen ve polimorfizmlerinde oluşan birtakım değişimlerin (insertion/deletion) sporcuları yumuşak doku yaralanmalarına karşı savunmasız bırakabildiği de tahmin edilmektedir. Bu amaçla, Guo vd (2022)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs12722 *BstUI* gen polimorfizminin, ligament yaralanmalarına karşı hassas bir yapı olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Hay vd. (2013)'nin yaptıkları çalışmada, *COL1A1* ve *COL5A1* (rs71746744 -/AGGG) genlerinin yapısal ve fonksiyonel olarak birbirleriyle ilişkili oldukları ve bu genlerin içerisindeki polimorfizmlerinin, aşıl tendinopatisi oluşumunda önemli bir risk faktörü oluşturabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

COL5A1 gen polimorfizmlerinin, kolajen yapılarda oluşturduğu hassasiyet bu genin sahip olduğu genotip ve alel dağılımının kolajen doku formasyonu üzerindeki etkisinden kaynaklanabilir. Bu bağlamda, *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmdeki alel ve genotipler, kolajen yapıların bir arada bulunmasını sağlayarak yumuşak dokuların yapısal bütünlüğü koruyan önemli bir regülatör olabilir. Tip V kolajen, hem tip V hem de tip I kolajenlerin yumuşak dokularda belirli bir düzen içerisinde kalmalarında önemli bir yapıdır (Balberova, 2021). *COL5A1* rs12722 *BstUI*

polimorfizminin, yumuşak dokulardaki kolajen doku formasyonunu düzenlesiyle ilgili olarak Brown vd. (2016)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* 3' UTR C alelinin, kolajen yapıların formasyonunu düzenleyerek sporcuları aşıl tendonipatisi riskinden koruyabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Pabalan vd. (2018)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI ile *COL5A1* rs13946 *Dpn*II polimorfizmlerinin, kolajenleri düzenleyen yapılar olduğu ve bu polimorfizmlerin tendon-ligament yaralanmalarıyla ilişkili olabilecekleri sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmamızda, sporcuların *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmi ile hareket genişliği seviyesini belirlemeye yönelik yapılan Ki-kare testi sonucunda, bel ekstansiyon hareketinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığa rastlanmamıştır ($p>0,05$). (Tablo 4.12). Bu sonucun ortaya çıkmasında, vücudun omurga bölgesinde bulunan ve çoğunluğu tip I kolajenden oluşan ligamentlerin bel bölgesini aşırı ekstansiyon hareketinden koruyabilecek bir mekanizmaya sahip olması sebep olmuş olabilir. Ayrıca sporcuların geriye doğru gerçekleştirdiği bel ekstansiyon hareketi sırasında, sırt ve bel bölgesinin anatomisine bağlı olarak omurganın oluşturduğu yapısal durum da sporcuların bel ekstansiyon hareketine bağlı ölçüm skorlarını etkilemiş olabilir. Bu doğrultuda, omurga kaslarının fazla miktarda ekstansör kaslarına sahip bir bölge olması ve fleksör kaslarının da yer çekiminin etkisiyle omurgayı fleksiyon hareketi yaptırma eğiliminde olması, bel fleksiyon hareketinin bel ekstansiyon hareketine göre daha rahat bir şekilde yapılmasına olanak sağlayabilmektedir (Seid, 2019). Ayrıca sporcuların geriye doğru gerçekleştirdiği hareketlerde performanslarını sergilerken kendilerini daha az güvende hissetmeleri de sporcuların bel ekstansiyon skorları üzerinde etkili olmuş olabilir. Bunun sonucunda ise *COL5A1* rs12722 *Bst*UI gen polimorfizmi ile bel ekstansiyon hareketi arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişki durumu tespit edilememiş olabilir.

Çalışmamızda, bel fleksiyon hareketine göre yapılan Ki-kare (Tablo 4.13) sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmıştır ($p<0,05$). Çalışmamızda *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmi CC genotipi ile C aleline sahip sporcuların, bel fleksiyonu hareket genişliği seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu amaçla, Petrillo vd. (2020)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs12722 *Bst*IU CC genotipinin, pasif eksternal rotasyon hareket genişliği seviyesinde TT ve CT genotipine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar oluşturduğunu sonucuna ulaşmışlardır.

Lim vd. (2015)'nin yaptıkları çalışmada, pasif düz bacak kaldırma hareketi ile *COL5A1* rs12722 *BstUI* CC genotipinin, CT ($2,99 \pm 1,72$) ile TT ($2,70 \pm 1,52$) genotiplerine kıyasla anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Elde edilen bu sonuçlar, *COL5A1* rs12722 *BstUI* CC genotipinin artan hareket genişliği seviyesi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin artan hareket genişliği seviyesi ile ilgili olarak, CC genotipi ile C alelinin düzensiz ve seyrek fibril kolajen sentezini stimüle eden yapılar olması elde edilen bu sonuçlar üzerinde etkili olmuş olabilir. Ayrıca artan hareket genişliği seviyesinin aksine *COL5A1* rs12722 *BstUI* TT genotipi ile T alelinin daha yoğun düzenli küçük kolajen üretimini sağlayan yapılar olması da *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin daha az eklem hareket açıklığı ile ilişkilendirilebileceği sonucunu bizlere düşünebilir. T alelinin daha fazla tip V $\alpha 1$ zinciri sentezlemesi, bağ dokuların mekanik özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir (Miyamoto-Mikami vd., 2019). Her ne kadar da *COL5A1* rs12722 *BstUI* CC genotipinin, hareket genişliği üzerindeki etkisi sportif performans için avantaj olarak görülse de, bazı spor branşlarında bu durum antagonist (zıt) bir etki oluşturabilmektedir. Bu amaçla, Brown vd. (2011)'nin yaptıkları çalışmada, maraton yarışına katılan ve TT genotipine sahip 21 sporcu (341 ± 41 dakika)'nın yarış tamamlama skorlarının aynı yarışa katılan CC ve TC genotiplerine sahip 50 sporcudan (365 ± 39 dakika) daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar, *COL5A1* rs12722 *BstUI* TT genotipinin sporcuların koşu performanslarına önemli katkılar sağlayabileceği sonucunu bizlere düşündürebilir. *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmi, sürat ve sprintin baskın olduğu sporlarda da sporculara birtakım avantajlar sağlayabilir. Bu durum *COL5A1* rs12722 *BstUI* TT genotipinin, aksine CC genotipinde daha fazla ifade edilmektedir (Murtagh vd., 2020). *COL5A1* geninin koşu ekonomikliği artıran ve bunun sonucunda hareket genişliği seviyesini azaltan bir yapı olması, çalışmamızdan elde edilen sonuçların birçok yönden değerlendirilmesi konusunda bizlere yeni bir bakış açısı kazandırabilir.

Literatür taramamız sırasında *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin kolajen yapıların esnekliği üzerine oluşturduğu etkilerin tersine, hiçbir ilişkinin bulunmadığı çalışmalara da rastlanmıştır. Bu amaçla Bertuzzi vd. (2014)'nin yaptıkları çalışmada, *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizminin ne koşu ekonomikliği ne de hareket genişliği seviyesi üzerinde etkili bir yapı olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Posthumus vd. (2010)'nin yaptıkları çalışmada, *MMP3* rs679620 ve *COL5A1* rs12722 *BstUI* gen

varyantları ile hareket genişliği seviyeleri, arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar bulamamışlardır. O'connell vd. (2013)'nin yaptıkları çalışmada, *COL3A1* rs1800255, *COL6A1* rs35796750 ve *COL12A1* rs970547 gen varyantları ile hareket genişliği seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar tespit edememişlerdir.

Hareket genişliği seviyesi üzerinde kolajen yapıların formasyonunu düzenleyen bir diğer yapı ise elastin'dir. ELN (elastin), dokuların fonksiyonunu düzenleyen ve onların yapısal bütünlüğünü sağlayan fibröz bir proteindir (Li vd., 2020). Elastin, *ELN* geni tarafından aktif hâle gelmektedir. *ELN* geni, kolajen yapıların hareket genişliği seviyesini etkileyerek sporcuların yaralanma oranlarını, yaralanma şiddetlerini ve yaralanmadan sonra iyileşme zamanlarını belirlemede önemli bir aday gendir (Artells vd., 2016).

COL5A1 rs12722 *Bst*UI polimorfizminin, günlük antrenman süresi skorlarının Ki-kare testi sonucunda anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmıştır (Tablo 4.7). Bu durum, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI CC genotipinin, yumuşak dokuların yapısını etkileyerek sporcuları yumuşak doku yaralanmalarına karşı daha dirençli hâle getirdiği şeklinde yorumlanabilir.

Çalışmamızdan elde edilen bulgular incelendiğinde, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminin, CC genotipi ile C alelinin yumuşak dokular üzerinde koruyucu bir mekanizma geliştirdiği sonucu görülebilmektedir. Ayrıca *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmin, CC genotipi ve C alelinin sentezlediği kolajen yapılarının ekstraselüler matrikste düzensiz ve seyrek dizilimi göstermesi, bu genotip ve alele sahip sporcuların fleksiyon hareketine bağlı hareket genişliği seviyelerinde pozitif yönlü bir artışı stimüle edebilir. Artan hareket genişliği seviyesi neticesinde ise sporcular, yumuşak doku yaralanmaları riskinden önemli oranda korunabilmektedirler. *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminde, yer alan CC, CT, TT genotiplerinin hareket genişliğine bağlı spor yaralanmaları için önemli biyobelirteçler olabileceği sonucu çalışmamızın genel çerçevesi içerisinde göz önünde bulundurulabilir. Bu amaçla, çalışmamızdan elde edilen bulgular ile literatürdeki argümanlar birlikte değerlendirildiğinde, *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizminde bulunan genotip ve alel yapılarının sporcuları yumuşak doku yaralanmaları karşısında doğrudan değil dolaylı bir şekilde (hareket genişliği seviyesini etkileyerek) koruyabileceği sonucuna ulaşılabilir.

5.1. Araştırmacıya Ait Gözlem/Tespit ve Deneyimler

Sporcuların yaralanmalara karşı gösterdikleri genetik hassasiyet kadar onların antrenman yaptıkları spor alanları da, yaralanmaların meydana gelmesinde büyük bir öneme sahip olabilir. Bu bakımdan çalışmamız esnasında yapılan gözlemler sonucu özellikle vücut geliştirme ve cimnastik spor branşlarında, antrenman yapılan alanların yaralanmalara karşı daha elverişli ortamlar olduğu çalışmamızın uygulama aşamasında gözlemlenmiştir. Ayrıca sporcular ile yapılan görüşmelerde, onların uğraştıkları spor branşlarında antrenman ve müsabaka öncesi yaptıkları zihinsel/motivasyonel içerikli ısınma çalışmalarının spor yaralanmaları üzerinde büyük bir etkiye sahip olabileceği sonucu ortaya çıkmıştır. Gzlemlerimizden elde edilen bu sonuçlar, sportif kaynaklı yaralanmaları birçok açıdan değerlendirmemiz konusunda bizlere yol gösterebilir. Çalışmamızın veri toplama aşamasında kovit 19 pandemisinin ortaya çıkarttığı salgın neticesinde sporcuların hasta olması, ölçümlerin kimi zaman aksamasına sebep olmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Çalışmanın Sonuçları

Çalışmamızdan elde edilen veriler sonucunda, sporcuların büyük bir bölümünün sportif kaynaklı yaralanmalarda koruyucu etkisi olduğu düşünülen *COL5A1* rs12722 *BstUI* C aleline sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu veriler, sporcuların yumuşak doku yaralanmalarına maruz kalma durumlarını ölçen sorulara (1 aydan fazla sakatlık geçirme ile her yıl sakatlanma durumu) verilen hayır cevaplarının, alel dağılımı bakımından açıklayıcısı olduğu sonucunu bizlere düşündürülebilir. Çalışmamızda, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişki bulduğumuz *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmin CC genotipi ve C alelinin, sporcularda bel fleksiyonuna bağlı hareket genişliği seviyesini pozitif oranda artırdığı görülmüştür. Artan hareket genişliği sayesinde sporcular, yumuşak doku yaralanmaları karşısında daha dirençli hâle gelmiş olabilirler. *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmi CC genotipi ile C alelinin, yaralanmalar karşısında oluşturduğu bu durumun aksine, TT genotipi ile T alelinin yumuşak doku yaralanmalarına karşı sporcuları savunmasız hâle getirebileceği sonucu da çalışmamızda göz önünde bulundurulabilir. Çalışmamızda, *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmi CC genotipi ile C alelinin bel fleksiyonu hareket genişliği seviyesinde oluşturduğu anlamlı ilişki düzeyinin aksine, sporcuların bel ekstansiyonu hareketine bağlı ölçüm sonuçlarında genotip ve alel bakımından anlamlı düzeyde bir farklılığa rastlanmamıştır. Bu sonuçla ilgili olarak bel bölgesinin ekstansiyon hareketi sırasında oluşturduğu bir takım zorluklar, ekstansör kaslarının sıklığı gibi, sporcuların ölçüm sonuçları üzerinde etkili olmuş olabilir. Ayrıca bel ekstansiyonu hareketi sırasında sporcuların geriye doğru gerçekleştirdiği hareketlerde, kendilerini daha az güvende hissetmeleri de bel ekstansiyon ölçüm sonuçları üzerinde bir etki oluşturmuş olabilir. Bu sonuçlar incelendiğinde, bel ekstansiyon hareketinin gerçekleştirilmesinde, birçok faktörün ölçüm skorları üzerinde etkili olabileceği görülmektedir. Bu nedenle bel ekstansiyonuna yönelik yapılacak hareket genişliği çalışmalarının, titizlikle yürütülmesi doğru sonuçların elde edilmesinde oldukça önemli olabilir.

Çalışmamızda, sporcuların günlük antrenman saatleri ile *COL5A1* rs12722 *BstUI* polimorfizmin, genotip dağılımı arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişki durumu görülmesine rağmen literatür taramamız sırasında bu durum dâhilinde gerçekleştirilen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak çalışmaya katılan

sporcuların büyük çoğunluğunun C aleli ile CC genotipine sahip olması, sporcuların artan hareket genişliği seviyesine bağlı olarak günlük antrenman sürelerinin de oransal olarak artabileceği varsayımını çalışmamız sonucunda bizlere düşünülebilir. Ancak bu konu ile ilgili daha fazla ve sağlam temellere dayalı metodolojik çalışmaların yapılması sorunun çözümünde önemli bir adım olacaktır.

Spor yaralanmalarında önemli bir risk faktörü olduğu düşünülen *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmi ve buna benzer polimorfizmlerin ayrıntılı olarak belirlenmesi, ilerleyen zamanlarda sporcuların sportif performanslarına önemli katkılar sağlayabilir. Bu amaçla yaralanmalara karşı hassasiyetin belirlenmesine yönelik yapılacak testler, başarılı bir spor yaşantısı için kritik bir öneme sahip olabilir. Spor yaralanmalarını tahmin etmede ve performansın geliştirilmesinde kullanılan genetik testler, sportif performans esnasında sporcuların sağlıklarını ve güvenliklerini korumada onlara yardım etmektedir (Tarakçıoğlu, 2013; Kolukısa vd., 2018; Naureen vd., 2020). Ayrıca spor yaralanmalarının önlenmesine yönelik yapılan genetik testler, ilerleyen zamanlarda farklı spor branşlarından sporcuların sportif yeteneklerini keşfetmesini sağlayarak yaralanmalara karşı yatkınlığı olan sporcuları, uygun spor branşlarına yönlendirmede ve sporcular için harcanan emek ve zamanın verimli kullanılmasında da önemli bir misyon üstlenebilir. Bu bakımdan *COL5A1* gen polimorfizmlerinin, genotip ve alel dağılımlarının ayrıntılı olarak bilinmesi sporcuları ve mentörleri yaralanmalar karşısında daha bilinçli hâle getirebilir. Spor yaralanmalarına ilişkin elde edilen bilgilerin sporculara, antrenörlere ve ailelere ayrıntılı olarak sunulması gerek yaralanmaların tedavisinde gerekse de sporcuların spora geri dönüşlerinde kritik bir öneme sahiptir (Ercan vd., 2021).

Genomik çalışmaların artması sonucu insanların sahip oldukları genetik özellikler bakımından bir sınıflandırılmaya tâbi bırakıldığı, genetik ayrımcılık konusu da çalışmamızda önemli ölçüde dikkate alınmıştır. Çalışmamız sonucu elde edilen bilgilerin, sporun paydaşlarına sağlayacağı faydaların genetik ayrımcılık gibi olumsuz bir düşüncenin oluşturabileceği zarardan daha fazla etkili olabileceği düşünmekteyiz.

Çalışmamız bulguları itibariyle her ne kadar da spor yaralanmalarının meydana gelmesinde içsel faktörler olası sebep olarak görülüyor olsa da, yaralanmalara sebep olabilecek dışsal faktörlerde en az genetik etmenler kadar önemli olabilir.

6.2. Çalışmanın Önerileri

Çalışmamızdan elde edilen bulgularla, ilgili literatür sonuçları birlikte değerlendirildiğinde bu işin paydaşlarına aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Çalışmaya katılan sporcu ile spor branşı sayısı artırılabilir.
- Spor yaralanmalarına yatkınlığın belirlenmesine yönelik yapılan genetik analizler ile ülkemizde hâli hazırda uygulanan yetenek taraması test sonuçları birlikte değerlendirilebilir.
- Hareket genişliği ve yaralanmalar ile ilgili yapılan güncel çalışmalar takip edilebilir.
- Gen analizi sonucu, sporcuların yaralanma hassasiyetlerine göre uygun spor branşlarına yönlendirilmesi sağlanabilir.
- Çalışmamız kapsamına gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalara, kadın sporcuların da dâhil edilmesi ve elde edilen bulguların erkek sporcularla birlikte değerlendirmesi yapılabilir.
- Sporcuların yaralanma ile ilgili kişisel bilgilerini belirlemede, açık uçlu sorular (evet/hayır) yerine klinik bulgulara öncelik verilebilir.
- Sporcuların hareket genişliği seviyelerini ölçme işleminde, uzan-eriş test bataryasının kullanımı yerine, hareket genişliği seviyesini daha hassas bir şekilde ölçen gonyometre aletinin kullanımı yaygınlaştırılabilir.
- *COL5A1* rs12722 *Bst*UI polimorfizmi dışında kalan SNP'lerin, incelenmesine yönelik çalışmalar teşvik edilebilir.
- Sporculara, antrenörlere ve ailelere spor yaralanmalarının hem genetik hem de epigenetik yönü basitleştirilmiş bir şekilde aktarılabilir.
- Sık sık yumuşak doku yaralanmalarına maruz kalan sporculara, yumuşak dokularını ilgilendiren gen analizi yaptırmaları konusunda gerekli telkinlerde bulunulabilir.
- Genetik testlerin ortaya çıkarabileceği genetik ayrımcılık gibi endişelerin spora, sporcuya ve topluma vereceği zararlar bu işin paydaşlarına detaylı bir şekilde aktarılarak, sporcu sağlığını ilgilendiren bu türden araştırmaların spora ve sporcuya sağlayacağı faydalar da göz önünde bulundurulabilir.

6.3. Çalışmanın Sınırlılıkları

Çalışmamızın uygulanması sırasında karşılaşılan birtakım sınırlılıkları şu şekilde sıralabiliriz:

- Elit seviye sporcuların yoğun geçen kamp/müsabaka dönemleri, sporculara ulaşma açısından problem teşkil etmektedir.
- Kovit-19 pandemisinin ortaya çıkardığı karantina uygulamaları ve sporcuların hasta olma gibi durumları çalışmamızın sınırlılığıdır.
- Cimnastik spor branşında, elit seviye ve 18 yaş üstü sporcu bulmak çalışmamızın sınırlılığıdır.
- Kan alma işlemi sırasında bazı sporcuların tedirgin tavırları çalışmamızın sınırlılığıdır.
- Kan alma işleminden sonra kanların uygun sıcaklıklarda muhafaza edilmesi ardından da KİTAM laboratuvarlarına taşınması çalışmamızın sınırlılığıdır.

7. KAYNAKÇA

- Aasa, U., Svartholm, I., Andersson, F., & Berglund, L. (2017). Injuries among weightlifters and powerlifters: a systematic review. *Br J Sports Med* 51 (4), 211-220. doi: 10.1136/bjsports-2016-096037.
- Abrahams , S., Posthumus, M., & Collins, M. (2014). polymorphism in a functional region of the *COL5A1* gene: association with ultraendurance-running performance and joint range of motion. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 9 (3), 583-590. doi: 10.1123/ijsp.2013-0222.
- Açak, M., & Karademir, T. (2012). İştirme engelli futbolcuların yaralanma isidansı. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi* 3 (1), s(52-60) Erişim: 12 Kasım 2022, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/190505>.
- Açak, M., Korkmaz, M. F., Bayer, R., & Karademir, T. (2017). Türkiye elit akademi U-19 ve U-21 ligi takımlarının 2014-2015 sezonda görülen yaralanmaların değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 19 (4), (s.26-39) Erişim: 12 Mart 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunibesyo/issue/33246/374582>.
- Agarwal, S., & Mann, E. (2016). Knee injuries in wrestlers: A prospective study from the Indian subcontinent. *Asian J Sports Med.* 7 (4), 2-6. doi: 10.5812/asjsm.35000.
- Ahmad, B., LaBella, C. R., & Wolf, S. F. (2021). Boys gymnastics injuries: A 9-year retrospective review. *The Physician and Sportsmedicine* 50 (4), 2-5. doi.org/10.1080/00913847.2021.1929535.
- Ahmetov, I. I., & Fedotovskaya, O. N. (2015). Current progress in sports genomics. *Advances in Clinical Chemistry* 70, 247-314. doi.org/10.1016/bs.acc.2015.03.003.
- Ahmetov, I. I., Hall, E. C., Semenova, E. A., Prankeviciene, E., & Gineviciene, V. (2021). Advances in Sports Genomics. *Advances in Clinical Chemistry* 107, 215-263. doi: 10.1016/bs.acc.2021.07.004.
- Akalın, F., & Yumuşak, N. (2022). Classification of exon and intron regions obtained using digital signal processing techniques on the DNA genome sequencing with EfficientNetB7 architecture. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 37 (3), 1355-1371. doi:10.17341/gazimmfd.900987.
- Akbulut, T., Bilsel, T., Uyarel, H., Terzi, S., Sayar, N., Aydın, A., . . . Yeşilçimen, K. (2004). Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim Gen Polimorfizminin Erken Koroner Arter Hastalığı Gelişimindeki Rolü. *Türk Kardiyol Derneği Arş.* 32 (1), (s.23-27) Erişim: 01 Temmuz 2020, <https://pdf.trdizin.gov.tr>.
- Akçamlı, D., Sipahi, S., Yüksel, İ., Kavas, N. C., Polat, T., Sercan, C., . . . Ulucan, K. (2018). Futbolcularda peroksizom proliferatör – aktive reseptör alfa rs4253778 polimorfizm dağılımının belirlenmesi. *Avrasya Spor Bilimleri Araştırmaları ERISS* 3 (2), 75-79. doi: 10.22396/ERISS.2018.37.
- Akçay, E., & Tıngöy, Ö. (2021). Biyoteknoloji çağında insan ve etik: CRISPR teknolojisinin birey, aile ve toplum açısından değerlendirilmesi. *Düşünce ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*(4),(s.31-54)Erişim:15Temmuz2020, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1751791>.
- Akgül, M., Ünlüışler, Ş., & Karaca, D. (2018). Genetik Yapının Sportif Performansa Etkisi. *Research Studies Anatolia Journal* 1 (3), (s.424-437) Retrieved May 18, 2020, from <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/562862>.
- Akıl, M., & Us, A. E. (2022). Düzenli spor yapanların Covid-19 pandemi döneminde evde kısıtlı kalmaları egzersize yönelik tutum ve davranışlarını değiştirdi mi? *Turkish Studies* 17 (3), 413-426. doi: 10.7827/TurkishStudies.62162.

- Akınoğlu, B., Kocahan, T., Özsoy, H., Hamamcılar, O., & Adnan, H. (2019). Kadın ve erkek voleybol sporcularında diz eklemi kas kuvveti ve kas kuvvet dengesinin karşılaştırılması. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci* 11 (2), 67-73. doi: 10.5336/sportsci.2019-66584.
- Akınoğlu, B., Kocahan, T., Ünüvar, E., Eroğlu, İ., & Hasanoğlu, A. (2020). Sporcularda gövde kas kuvveti ile otur-uzan esnekliği arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi* 12 (1), 9-15. doi: 10.5336/sportsci.2019-70705.
- Akiş, A. D., İşlek, D. S., & Yükseloğlu, E. H. (2021). *Çocukluk Çağı Travmaları ile Aile ve Ebeveyn Pratiklerinin Davranışın Epigenetik Boyutlarına Etkisi*. Ankara: Türkiye Klinikleri.
- Aktop, A., & Seferoğlu, F. (2014). Sportif performans açısından nöro-geribildirim. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi* 5 (2), 23-36. doi.org/10.17155/spd.42159.
- Akyüz, M., Özmaden, M., Doğru, Y., Karademir, E., Aydın, Y., & Hayta, Ü. (2017). Genç basketbolcularda statik ve dinamik germe egzersizlerinin bazı fiziksel parametrelere etkisi. *Journal of Human Sciences* 14 (2), 1492-1500. doi:10.14687/jhs.v14i2.4560.
- Alter, M. J. (2006). Science of Flexibility . *Human Kinetics* 2 (1), (s.106-107) Retrived 22 May 2020 [http://science-of-flexibility-third-edition-by-micha%20\(2\).pdf](http://science-of-flexibility-third-edition-by-micha%20(2).pdf) .
- Altunoğlu, B. D., Yüzbaşıoğlu, H. B., Helvacı, S. C., & Kurnaz, M. A. (2020). Genetik kavramlara ilişkin eğitim çalışmalarının meta analiz yöntemi ile incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi* 11 (2), (s.643-661) Erişim: 04 Ocak 2021, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1003951>.
- Alvarez-Romero, J., Laguet, M.-J. N., Seale, K., Jacques, M., Voisin, S., Hiam, D., . . . Eynon, N. (2021). Genetic variants within the COL5A1 gene are associated with ligament injuries in physically active populations from Australia, South Africa and Japan. *European Journal of Sport Science* 30 , 1-10. doi: 10.1080/17461391.2021.2011426.
- Appel, M., Zentgraf, K., Krüger, K., & Alack, K. (2021). Effect of genetic variation on endurance performance, muscle strenght, and susceptibility in sports: a systematic review. *Frontiers in Physiology* 12, 1-18. doi: 10.3389/fphys.2021.694411.
- Arslanoğlu, C., Acar, K., Mor, A., & Arslanoğlu, E. (2021). Geleceğin antrenörlerinde egzersiz bağımlılığı. *Spormetre* 19 (1), 137-146.
- Artells, R., Pruna, R., Dellal, A., & Maffulli, N. (2016). Elastin: a possible genetic biomarker for more severe ligament injuries in elite soccer. A pilot study. *Muscles Ligaments Tendons J* 6 (2), 188-192. doi: 10.11138/mltj/2016.6.2.188.
- Aslan, C. S., Eyüpoğlu, E., Dalgakıran, O., & Özer, U. (2017). Sedanter Kadın ve Erkeklerin Esneklik Değişkenine Göre Kuvvet ve Anaerobik Güç Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Journal of Human Sciences* 14 (4), (s.4532-4538). doi:10.14687/jhs.v14i4.4999.
- Aşkın, M. (2015). Genetik mühendislik: dost mu düşman mı? *Türkiye Biyoetik Dergisi* 2 (2), (s.160-165) Erişim: 03 Eylül 2020, https://jag.journalagent.com/tjob/pdfs/TJOB-36855-VOICE_OF_STUDENTS-ASKIN.pdf.
- Atan, T. (2020). Masajın esneklik üzerine etkisinin incelenmesi. *Journal Iksad* 6 (23), 385-390. doi: <https://doi.org/10.31623/iksad062314>.
- Atanasov, P., Djarova, T., Kalinski, M., Petrov, L., Kaneva, P., Mugandani, S., . . . Jemni, M. (2015). ACTN3 and AMPD1 polymorphism and genotype combinations in bulgarian athletes performing wintage test. *Journal of Sport Science* 3, 1-10. doi: 10.17265/2332-7839/2015.01.001.
- Atay, E., Tanır, H., & Çetinkaya, E. (2017). Güreşçilerde Sakatlık Bölgelerinin Araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi* 1 (1), (s.1-4) Erişim:

15 Mayıs 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amusbfd/issue/30708/331866>.

- Ateş, B. (2019). Y denge test performansı ile hamstring esnekliği arasındaki ilişki. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* 4 (1), 93-103. doi.org/10.31680/gaunjss.514993.
- Ateş, O., Işık, A., & Topçuoğlu, K. (2021). *Spor Teknolojisi ve İnovasyon ile Kas Yaralanmaları Engellenebilir mi?* Ankara: Türkiye Klinikleri .
- Atlı, A., Aydoğdu, M., & Aygan, O. (2021). Futbolcularda statik germe egzersizlerinin esneklik performansı üzerine etkisinin incelenmesi. *Sportive* 4 (1), (s.69-78) Erişim: 10 Kasım 2021, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1589101>.
- Aydın, A. D., Turgut, M., & Bayırlı, R. (2007). Spor kulüplerinin halka açılmasının Türkiye'de uygulanan modeller açısından incelenmesi. *Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi* 1, (s.59-70) Erişim: 12 Mart 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/842693>.
- Aydoğan, Z., Kerkez, F. İ., Can, S., & Manav, G. (2022). Spor yaralanmalarının psikolojik etkilerinin değerlendirilmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi* 5 (2) , 279-290.
- Balberova, O. V. (2021). Candidate genes and single-nucleotide gene variants associated with muscle and tendon injuries in cyclic sports athletes. *Personalized Psychiatry and Neurology* 1 (1), 2-9. doi.org/10.52667/2712-9179-2021-1-1-64-72.
- Baltazar-Martins, G., Gutiérrez-Hellín, J., Aguilar-Navarro, M., Ruiz-Moreno, C., Moreno-Pérez, V., López-Samanes, Á., . . . Coso, J. (2020). Effect of ACTN3 Genotype on Sports Performance, Exercise-Induced Muscle Damage, and Injury Epidemiology. *Sports (Basel)* 8 (7), 2-12. doi: 10.3390/sports8070099.
- Başaran, E., Aras, S., & Duman, D. (2010). Genomik, Proteomik, Metabolomik Kavramlarına Genel Bakış ve Uygulama Alanları. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi Cilt: 67 Sayı:2*, (s.85-96) Erişim: 02 Mayıs 2020, https://jag.journalagent.com/turkhijyen/pdfs/THDBD_67_2_85_96.pdf.
- Batu, B., & Aydın, A. D. (2020). Elit yüzme sporcularının egzersiz bağımlılığı düzeylerinin incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* 5 (4), 399-412.
- Batur, A., Köse, A., & Küçükceran, K. (2019). 2017 Avrupa kış gençlik olimpiik festivali süresince oluşan spor yaralanması olgularının analizi. *Anatolian Journal Emergency Medicine* 2 (3), (s.13-16) Erişim: 14 Şubat 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/843956> .
- Bayer, R., Açak, M., & Korkmaz, M. F. (2017). Türkiye Süper Ligi Takımlarının 2014-2015 Sezonunda Görülen Yaralanmalarının Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 19 (2), (s.1-10) Erişim: 17 Ağustos 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/329619>.
- Bayrak, G. (2018). Sağlıklı genç erkeklerde süspansiyonlu ve süspansiyonsuz yapılan push-up egzersizlerinin karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı*, 22-28.
- Bayraktar, B., & Kurtoğlu, M. (2009). Sporda performans etkili faktörler, değerlendirilmesi ve artırılması. *Klinik Gelişim Dergisi* 22 (1), (s.16-24) Erişim: www.klinikgelisim.org.tr/eskisayi/klinik_2009_22_1/3.pdf.
- Bell, R. D., Shultz, S. J., Wideman, L., & Henrich, V. C. (2012). Collagen gene variants previously associated with anterior cruciate ligament injury risk are also associated with joint laxity. *Sports Health* 4 (4) , 312-318. doi: 10.1177/1941738112446684.
- Bertuzzi, R., Pasqua, L. A., Bueno, S., Lima-Silva, A. E., Matsuda, M., Marquezini, M., & Saldiva, P. H. (2014). Is the COL5A1 rs12722 Gene Polymorphism Associated with Running Economy? *Plos One* 9 (9), 1-6. doi.org/10.1371/journal.pone.0106581.

- Brazier, J., Antrobus, M., Stebbings, G. K., Day, S. H., Heffernan, S. M., Cross, M. J., & Williams, A. G. (2019). Tendon and ligament injuries in elite rugby: The potential genetic influence. *Sports* 7 (6), 2-27. doi: 10.3390/sports7060138.
- Brown, J. C., Miller, C.-J., Schwellnus, M. P., & Collins, M. (2011). Range of motion measurements diverge with increasing age for *COL5A1* genotypes. *Scand J Med Sci Sports* 21 (6), 266-272. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01271.x.
- Brown, K. L., Seale, K. B., El Khoury, L. Y., Posthumus, M., Ribbons, W. J., Raleigh, S. M., . . . September, A. V. (2016). Polymorphisms within the *COL5A1* gene and regulators of the extracellular matrix modify the risk of Achilles tendon pathology in a British case control study. *Journal of Sports Sciences* 35 (15), 1-9. doi: 10.1080/02640414.2016.1221524.
- Budak, H., Sanioğlu, A., Keretli, Ö., Durak, A., & Öz, B. (2020). Spor yaralanmasının kaygı üzerindeki etkileri. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 4 (1), (s.38-47) Erişim: 14 Mart 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1169949>.
- Bulğay, C., Çetin, E., Orhan, Ö., & Ergün, M. A. (2020). Koşucularda ACTN3 ve ACE genlerinin sportif performansa etkisi. *İnönü Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi (İÜBESBD)* 7 (1), (s.1-12) Erişim: 18 Temmuz 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1283753>.
- Bulğay, C., Doğan, C. S., Karapınar, G., Polat, T., Çetin, E., & Ulucan, K. (2021). Farklı branşlardaki sporcuların tollajen tip V gen (*COL5A1*) rs12722 polimorfizmlerinin dağılımı. *Gaziantep Spor Bilimleri Dergisi* 6 (1), 63-74. doi.org/10.31680/gaunjss.793223.
- Bulğay, C., Zorba, E., & Ergün, M. A. (2021). MCT1 Geninin Sporcu Performansına Etkisi: Derleme Çalışması. *Gazi Medical Journal* 32 (4), (s.614-617) Erişim: 14 Mart 2020, <https://medicaljournal.gazi.edu.tr/index.php/GMJ/article/view/3238>.
- Burger, M., Wet, H. d., & Collins, M. (2015). The *COL5A1* gene is associated with increased risk of carpal tunnel syndrome. *Clin Rheumatol* 34 (4), 767-774. doi: 10.1007/s10067-014-2727-7.
- Cagliani, R., Fumagalli, M., Pozzoli, U., Riva, S., Comi, G. P., Torri, F., . . . Sironi, M. (2009). Diverse Evolutionary Histories for b-adrenoreceptor Genes in Humans. *The American Journal of Human Genetics* 85 (1), 64-75. doi: 10.1016/j.ajhg.2009.06.005.
- Campbell, R. A., Bradshaw, E. J., Ball, N. B., Pease, D. L., & Spratford, W. (2019). Injury epidemiology and risk factors in competitive artistic gymnasts: a systematic review. *Br J Sports Med* 53 (17), 1-15. doi:10.1136/bjsports-2018-099547.
- Can, O. (2020). Ön çapraz bağ rüptürünün moleküler ve anatomopatolojik temelini araştırılması. *Basılmamış uzmanlık tezi Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Otopedi ve Travmatoloji Anabilimdalı, Sivas*.
- Carvalho Grade, C. V., Mantovani, C. S., & Alvares, L. E. (2019). Myostatin gene promotor: Structure, conservation and importance as a target for muscle modulation. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 10 (1), 2-19. doi: 10.1186/s40104-019-0338-5.
- Cebeci, İ. (2006). Hamstring greftli ön çapraz bağ rekonstrüksiyonlu sporcularda postoperatif spora dönüş dönemi takip parametrelerinin belirlenmesi. *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Spor, Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı, 5, İstanbul*.
- Cerit, M. (2018). Hypothetical approach to the location of genotypes (ACE & ACTN3) associated with energy systems for the athletic performance. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi* 3 (1), 97-105. doi.org/10.25307/jssr.421427.

- Cerit, M., & Çakıroğlu, T. (2019). Genetik ve atletik performans. *TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi* 11 (43), 494-500. doi: <http://dx.doi.org/10.15189/1308-8041>.
- Chiu, W.-C., Chen, S.-H., Lo, M.-C., & Kuo, Y.-T. (2020). Classic Ehlers–Danlos syndrome presenting as atypical chronic haematoma: a case report with novel frameshift mutation in *COL5A1*. *BMC Pediatrics* 20:495, 2-6. doi:10.1186/s12887-020-02386-1.
- Clos, E., Pruna, R., Lundblad, M., Artells, R., & Maffulli, N. (2021). ACTN3's R577X single nucleotide polymorphism allele distribution differs significantly in professional football players according to their field position. *Med Princ Pract* 30 (1), 92-97. doi: 10.1159/000509089.
- Collins, M., & Posthumus, M. (2011). Type V collagen genotype and exercise-related phenotype relationships: a novel hypothesis. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 39 (4), 191-198. doi: 10.1097/JES.0b013e318224e853.
- Çakır, Z., & Kısa, C. (2021). Farklı kategorilerde yarışan teakwondocuların spor yaralanmalarına karşı, kaygı durumlarının incelenmesi.,. *The Online Journal of Recreation and Sport* 10 (3), (s.18-30) Erişim: 01 Mart 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1860231>.
- Çelik, S. K., & Yamak, A. S. (2018). Gestasyonel Diyabette Genetik ve Epigenetik Değişimler. *Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi* 2 (1), 9-15. doi 10.25048/tjdo.2018.23.
- Çetiner, A., Yüksek, S., Cihan, H., & Sağlam, M. (2021). COVID-19 öncesi ve süresindeki Avrupa futbol ligleri sakatlık prevalansı: Kesitsel araştırma. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi* 13 (3), 375-385. doi: 10.5336/sports.2021-83730 .
- Çetinkaya, E., Tanır, H., Atay, E., Bulut, Ç., & Engin, H. (2017). Vücut geliştirme ve fitness sporu yapanlarda kas, iskelet sistemi sakatlıklarının belirlenmesi. *International Journal of Human Sciences* 14 (4), 4024-4031. doi:10.14687/jhs.v14i4.5000.
- Çıtak, B., & Kesici, T. (1999). Hardy-Weinberg dengesine uygunluğun exact test ile kontrolü. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences* 23 (2), (s.435-439) Erişim: 12 Mart 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/133795>.
- Dai, S., Ma, W., Qin, G., Wang, L., & Wang, E. (2021). Influence of ADRB1, ADRB2, and COMT genetic polymorphisms on postoperative outcomes of patients undergoing cardiac valve surgery. *Clinical Therapeutics* 43 (2), 349-359. doi: 10.1016/j.clinthera.2020.12.010.
- Dalewski, B., Białkowska, K., Pałka, Ł., Jakubowska, A., Kiczmer, P., & Sobolewska, E. (2021). *COL5A1* RS12722 Is associated with temporomandibular joint anterior disc displacement without reduction in polish Caucasians. *Cells* 10 (9), 2-11. doi: 10.3390/cells10092423.
- Danesh, A. A., Sohne, H., & Pineyro, R. (2013). Ehlers-Danlos Syndrome and its otologic & audiologic attributes. *MD-Medical Data* 5 (4), (s.368-371) Retrieved November 10, 2012, from https://www.academia.edu/72345365/Ehlers_Danlos_Syndrome_and_Its_Otologic_and_Audiologic_Attributes_Ehlers_Danlos.
- Dantas, E. H., Daoud, R., Trott, A., Jr., R. N., & Conceição, M. C. (2011). Flexibility: components, proprioceptive mechanisms and methods. *Biomedical Human Kinetics* 3, 39-43. doi: 10.2478/v10101-011-0009-2.
- Daş, B., & Türkoğlu, İ. (2014). "DNA dizilimlerinin sınıflandırılmasında karar ağacı algoritmalarının karşılaştırılması",. *Eleco 2014 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu*, 27 – 29 Kasım 2014, ss. 381-383.
- Deligezer, U., Akışık, E. E., & Dalay, N. (2004). Gen polimorfizm analizinde lightCycler floresan PCR tekniğinin kullanılması: Myeloid lösemili çocuk ve yetişkin hastalarda MTHFR C677T gen polimorfizm dağılımının belirlenmesi. *Türk Onkoloji Dergisi* 19

- (4), (s.134-139) Erişim: 12 Mart 2020, <http://onkder.org/pdf.php?id=646>.
- Demir , A. (2013). Etik Açısından İnsan Genom Projesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimleri Dergisi* 12(23), (s.317-327) Erişim: https://ticaret.edu.tr/uploads/yayin/sosyal23/17_317_327_Sosyal_23.pdf.
- Denham, J., O'Brien, B., Harvey, J. T., & Charchar, F. J. (2015). Genome-wide sperm DNA methylation changes after 3 months of exercise training in humans. *Epigenomics* 7 (5), 717-731. doi: 10.2217/epi.15.29.
- Deryakulu, D., Atal, D., & Sancar, R. (2020). *Davranış Genetiği ve Eğitim Teknolojisi Açısından Doğurguları*. Ankara: Pagem Yayıncılık.
- Dinç, N., & Gökmen, M. H. (2019). Atletik performans ve spor genetiği. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 6 (2), 127-137. doi.org/10.34087/cbusbed.529159.
- Doğgün, M. (2022). Spor branşına yönlendirmede genetik testlerin stratejik rolü. *The Journal of Turkish Sport Science* 5 (2), 155-167. doi.org/10.46385/tsbd.1050575.
- Duran, B. (2021). 11-14 Yaş performans tenis sporcularının FMS sonuçlarının sürat, çeviklik, patlayıcı kuvvet (güç) ve esneklik ile karşılaştırılması. *Uluslararası Dağcılık ve Tırmanış Dergisi* 4 (1), 1-12. doi:10.36415/dagcilik.944484.
- Egesoy, H., Gümüşdağ, H., & Kartal, A. (2013). Gen dopingi ve sportif performans. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 6 (1), (s.71-85) Erişim: 12 Mart 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/86059>.
- Eken, B. F., Akpınaroglu, C., Arslan, K. S., Sercan, C., & Ulucan, K. (2018). Genlerin sporda psikolojik faktörlerle ilişkisi. *The Journal of Neurobehavioral Sciences* 5 (1), 56-61. doi : 10.5455/JNBS.1516796381.
- Eken, B. F., Gezmiş, H., Ük, Y., Erdoğan, A., Doğan, C. S., Kırac, D., & Ulucan, K. (2019). Türk kökenli futbolcularda apolipoprotein-E enotiplerinin belirlenmesi. *Avrasya Spor Bilimleri Araştırmaları* 4 (2), 53-58. doi: 10.35333/ERISS.2019.89.
- Eken, B. F., Sercan, C., Kaya, D., & Ulucan, K. (2018). Darbeye bağlı olmayan yumuşak doku yaralanmalarında moleküler yaklaşım. *Avrasya Spor Bilimleri Araştırmaları* 3 (1), 15-25. doi: 10.22396/ERISS.2018.32.
- Eken, B. F., Yayman, D., Yayman, Y., Sercan, C., Kapıcı, S., & Ulucan, K. (2018). Spor genomisinde mitokondriyal DNA çalışmaları. *ACU Sağlık Bil. Derg.* 9 (4), 339-343. doi:10.31067/0.2018.53.
- Ercan, S., & Çetin, C. (2015). Kasiskelet sistemi yaralanmaları: Alt ekstremité akut yaralanmaları. *Türkiye Klinikleri J Sports* 1(3), (s.82-88) Erişim: 12 Eylül 2022, <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-kas-iskelet-sistemi-yaralanmalari-alt-ekstremité-akut-yaralanmalari-74182.html>.
- Ercan, S., Başkurt, Z., Başkurt, F., Büyükdemir, M., Kolcu, G., & Çetin, C. (2021). Elit futbolcularda alt ekstremité yaralanması sonrası hareket korkusu ve egzersiz öz yeterliliği. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation* 8 (2), 160-167. doi.org/10.15437/jetr.750345.
- Eroğlu, O., & Zileli, R. (2015). Genetik faktörlerin sportif performansa etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimleri Dergisi* 1 (1), 63-76. doi:10.18826/ijsets.65225.
- Esmer, O., & Eskiyecek, C. G. (2020). Adölesan basketbolcularda statik ve dinamik ısınma-germe egzersizlerinin bazı motorik özelliklere etkisi. *International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR)* 7 (54), 1454-1459. doi:10.26450/jshsr.1884.
- Esmer, O., Esmer , K., Yardımcı, Ç., & Ergün, T. (2020). Devlet hastanesine sakatlanma şikâyeti le gelen sporcuların sakatlık türleri ve nedenlerinin incelenmesi. *Akademik*

- Fagotti, L., Ejnisman, L., Santos, M. A., Gurgel, H. C., Miyahara, H. S., & Pedrinelli, A. (2021). Epidemiology of hip pain in brazilian bodybuilders. *Acta Ortop Bras.* 29 (3), 124-126. doi: 10.1590/1413-785220212903242430.
- Fares, M. Y., Fares, J., Salhab, H. A., Khachfe, H. H., Bdeir, A., & Fares, Y. (2020). Low back pain among weightlifting adolescents. *Cureus* 12 (7), 2-7. doi: 10.7759/cureus.9127.
- Ficek, K., Cieszczyk, P., Kaczmarczyk, M., Maciejewska-Karłowska, A., Sawczuk, M., Cholewinski, J., . . . Eynon, N. (2013). Gene variants within the COL1A1 gene are associated with reduced anterior cruciate ligament injury in professional soccer players. *J Sci Med Sport* 16 (5), 396-400.
- Figueiredo, E. A., Loyola, L. C., Belangero, P. S., Ribeiro-dos-Santos, Â., Batista Santos, S. E., Cohen, C., . . . Leal, M. F. (2020). Rotator cuff tear susceptibility Is associated with variants in genes involved in tendon extracellular matrix homeostasis. *Journal of Orthopaedic Research* 38 (1), 192-201. doi: 10.1002/jor.24455.
- Filbay, S. R., & Grindem, H. (2019). Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology* 33 (1), 33-47. doi: 10.1016/j.berh.2019.01.018.
- GeneCards.(2022).16Ekim2022tarihindehttps://www.genecards.org/Search/Keyword?queryString=nos adresinden alındı.
- Genetic Home Reference. (2020). Cells and DNA. What is gene? (s. 1-2) Erişim: Temmuz 2020, <https://ghr.nlm.nih.gov/primer/basics/gene>.
- Gerhardt, C., Doyscher, R., Boschert, H. P., & Scheibe, M. (2014). The gymnastics shoulder. *Orthopade* 43 (3), 230-235. doi: 10.1007/s00132-013-2145-6.
- Gibbon, A., Saunders, C. J., Collins, M., Gamielien, J., & September, A. V. (2018). Defining the molecular signatures of Achilles tendinopathy and anterior cruciate ligament ruptures: A whole-exome sequencing approach. *Plos One* 13 (10), 1-20. doi: 10.1371/journal.pone.0205860.
- Gineviciene, V., Jakaitiene, A., Pranckeviciene, E., Milašius, K., & Utkus, A. (2021). Variants in the myostatin gene and physical performance phenotype of elite athletes. *Genes* 12 (5), 2-10. doi: 10.3390/genes12050757.
- Gineviciene, V., Utkus, A., Pranckeviciene, E., Semenova, E. A., Hall, E. C., & Ahmetov, I. I. (2022). Perspectives in sports genomics. *Biomedicines* 10 (2), 2-16. doi.org/10.3390/biomedicines10020298.
- Gleim, G. W., & McHugh, M. P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Medicine* 24 (5), 289-299. doi: 10.2165/00007256-199724050-00001.
- Golshani, K., Cinque, M. E., O'Halloran, P., Softness, K., Keeling, L., & Macdonell, J. R. (2018). Upper extremity weightlifting injuries: diagnosis and management. *Journal of Orthopaedics* 15 (1), 24-27. doi: 10.1016/j.jor.2017.11.005.
- Goodman, A. D., Twomey-Kozak, J., DeFroda, S. F., & Owens, B. D. (2018). Epidemiology of shoulder and elbow injuries in national collegiate athletic association wrestlers, 2009-2010 through 2013-2014. *The Physician and Sportsmedicine* 46 (3), 361-366. doi: 10.1080/00913847.2018.1425596.
- Göçüçü, K., Yüksel, İ., Kavas, N., Kapıcı, S., Eken, B. F., Zileli, R., . . . Ulucan, K. (2018). Determination of COL1A1 Sp1 rs1800012 Polymorphism in Professional Bodybuilders..*European Journal of Sport Science*, 2-8. doi:10.13140/RG.2.2.22077.41445.

- Gökşin, Y., Şahin, R., & Cesur, Ş. Ö. (2021). Serbest ve grekoromen stil güreşçilerin anaerobik test protokollerine verdikleri fizyolojik cevapların karşılaştırılması. *Herkes için Spor ve Rekreasyon Dergisi* 3 (1), (s.36-42) Erişim: 20 Temmuz 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jsar/issue/63301/945929>.
- Gözler, İ. Y., Kavas, N. C., Polat, T., Doğan, C. S., Gözler, T., Aslan, B. T., & Ulucan, K. (2021). Kadın Voleybolcularda HIF1A (rs11549465) Polimorfizm Dağılımının İncelenmesi. *Research in Sport Science* 11 (1), 14-18. doi: 10.5152/rss.2021.21002.
- Guo, R., Ji, Z., Gao, S., Aizezi, A., Fan, Y., Wang, Z., & Ning, K. (2022). Association of COL5A1 gene polymorphisms and musculoskeletal soft tissue injuries: a meta-analysis based on 21 observational studies. *J Orthop Surg Res.* 17: 129, 2-13. doi: 10.1186/s13018-022-03020-9.
- Guth, L. M., & Roth, S. M. (2013). Genetic Influence on Athletic Performance. . *Current Opinion* 25 (6), 653-658. doi: 10.1097/MOP.0b013e3283659087.
- Güçlü-Geyik, F., & Erginal-Ünaltuna, N. (2013). Obezitede epigenetik mekanizmalar. *Deneyisel Tıp Araştırma Dergisi* 3 (6), 7-17.
- Güler, C., & Peynircioğlu, B. B. (2016). DNA metilasyonu ve hastalıklarla ilişkisi. *ACU Sağlık Bil.Derg.*(2),(s.61-68)Erişim:21Eylül2020, <http://journal.acibadem.edu.tr/tr/download/article-file/1701524>.
- Güler, Ö., Güllü, M., Aras, D., & Akça, F. (2020). Adölesan dönemindeki futbolcuların sezon içerisinde yaşadıkları sakatlıklar ile fonksiyonel hareket değerlendirmesi skorları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* 3 (1), 37-43.
- Gültekin, E. (2021). Tıp etiği açısından biyobankalar, genetik testler, farmakogenomik ve kişiselleştirilmiş tıp. *Türkiye Klinikleri*, (s.41-46) Erişim: 15 Ağustos 2020, https://www.academia.edu/48857877/T%C4%B1p_Eti%C4%9Fi_A%C3%A7%C4%B1s%C4%B1ndan_Biyobankalar_Genetik_Testler_Farmakogenomik_ve_Ki%C5%9Fiselle%C5%9Ftirilmi%C5%9F_T%C4%B1p.
- Güngör, Ö. F., & Ünal, N. (2015). Epigenetik ve genomik baskılanma. *Lalahan Hay. Araşt. Enst.Derg.*55(2),(s.73-81)Erişim:12Mart2020, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/lahaed/issue/39464/465390>.
- Güngör, S. (2021). Genetik determinizme dair kavramsal bir inceleme. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi* 2 (3), 660-664. doi: 10.52835/19maysbd.934782.
- Habelt, S., Hasler, C., Steinbrück, K., & Majewski, M. (2011). Sports injuries in adolescents. *Orthopedic Reviews* 3 (18), 82-86. doi:10.4081.
- Hall, E. C., Murgatroyd, C., Stebbings, G. K., Cunniffe, B., Harle, L., Salter, M., . . . Williams, A. G. (2020). The Prospective Study of Epigenetic Regulatory Profiles in Sport and Exercise Monitored Through Chromosome Conformation Signatures. *Genes* 11 (8), 2-19. doi: 10.3390/genes11080905.
- Hall, E. R., Baumert, P., Larruskain, J., Gil, S. M., Lekue, J. A., Rienzi, E., . . . Erskine, R. M. (2022). The genetic association with injury risk in male academy soccer players depends on maturity status. *Scand J Med Sci Sports* 32 (2), 338-350. doi: 10.1111/sms.14077.
- Harput, G. (2019). *Kadın ve erkek sporcularda biyomekaniksel farklılıklar*. Ankara: Türkiye Klinikleri 1. Baskı.
- Hay, M., Patricios, J., Collins, R., Branfield, A., Cook, J., Handley, C. J., . . . Collins, M. (2013). Association of Type XI Collagen Genes with Chronic Achilles Tendinopathy in Independent Populations from South Africa and Australia. *Br. J. Sports Med.* 47 (9), 1-7. doi: 10.1136/bjsports-2013-092379.
- Heffernan, S. M., Kilduff, L. P., Erskine, R. M., Day, S. H., Stebbings, G. K., Cook, C. J., . . . Williams, A. G. (2017). COL5A1 gene variants previously associated with reduced soft

- tissue injury risk are associated with elite athlete status in rugby. *BMC Genomics*. 18 (8): 820, 30-131. doi: 10.1186/s12864-017-4187-3.
- Hellsten, Y., & Hoier, B. (2014). Capillary growth in human skeletal muscle: Physiological factors and the balance between pro-angiogenic and angiostatic factors. *Biochem. Soc. Trans.* 42 (6), 1616-1622. doi: 10.1042/BST20140197.
- Hongal, P., & Kalavant, A. B. (2020). Trivial trauma causing large intramuscular hematoma in a child with undiagnosed vascular Ehlers–Danlos syndrome. *J Indian Assoc Pediatr Surg*. 25 (4), 259-260. doi: 10.4103/jiaps.JIAPS_147_19; 10.4103/jiaps.JIAPS_147_19.
- Hsia, J. (2020). Prevalence and localization of injuries and pain in Swedish bodybuilding and fitness athletes. *Avdelningen Bodybuilding För Idrottsmedicin, Inst. För Samhällsmedicin Örc Rehabilitering*, (s.1-36). Retrieved May 20, 2020, from <http://www.diva-portal.org/smash>.
- İlgün, F., Günay, V., Yıldırım, S., & Cerit, M. (2020). Atletik performans genleri ve atletik yeteneğin belirlenmesine ilişkin yaklaşımlar. *TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi* 12 (48), 166-174. doi: <http://dx.doi.org/10.15189/1308-8041>.
- İnan, S. (2021). Genin ötesine geçmek: biyoloji eğitiminde epigenetik. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 8 (15), 77-89. doi.org/10.29129/inujgse.867966.
- Işık, A. (2009). Sportif Performans ve Genetik. *Klinik Gelişim*, (s.37-39) Erişim: 15 Temmuz 2021, https://www.klinikgelisim.org.tr/eskisayi/klinik_2009_22_1/5.pdf.
- Işıklar, Ç. (2021). Sporda Kasık Ağrısı ve Yaralanmaları. *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 1 (2), (s.117-129) Erişim: 12 Nisan 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fbujohs/issue/65502/1011340>.
- İşlegen, Ç. (2013). Spor yaralanmalarının önlenmesinde germe egzersizlerinin etkisi. *Spor Hekimliği Dergisi* 48 (3), (s.101-108) Erişim: 03 Şubat 2020, <https://journalofsportsmedicine.org/abstract/41/tur>.
- İyetin, Y., Özturan, B., & Poyanlı, O. Ş. (2020). Ön çapraz bağ yaralanmasında cerrahi zamanlama. *TOTBİD Dergisi* 19 (4), 550–554. doi:10.14292/totbid.dergisi.2020.68.
- Jacob, Y., Anderton, R. S., Wilkie, J. L., Rogalski, B., Laws, S. M., Jones, A., . . . Hart, N. H. (2022). *COL1A1*, *COL5A1*, and *IGF2* are associated with musculoskeletal injuries in elite male Australian football league players: A preliminary study. *Jacob et al. Sports Medicine - Open* 8, 2-14. doi: 10.1186/s40798-022-00522-y.
- Jacob, Y., Spiteri, T., Hart, N. H., & Anderton, R. S. (2018). The Potential role of genetics markers in talent identification and athlete assessment in elite Sport. *Sports* 6 (3), 2-17. doi: 10.3390/sports6030088.
- John, R., Dhillon, M. S., & Dhillon, S. (2020). Genetics and the elite athlete: Our understanding in 2020. *Indian Journal of Orthopaedics* 54 (3), 256–263. doi: 10.1007/s43465-020-00056-z.
- Kahya, S. (2022). Sportif performans üzerinde epigenetik faktörlerin etkisi. Ö. F. Yazıcı, & İ. Kirişçi içinde, *Spor Bilimlerine Kuramsal Bakış* (s. 1-27). Ankara: Gazi.
- Kaman, T., Kapıcı, S., Sercan, C., Konuk, M., & Ulucan, K. (2017). Türk Milli Bisikletçilerde Alfa- Aktinin-3 R577X polimorfizm dağılımının belirlenmesi . *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* 2 (1), 41-47. doi: 10.22396/sbd.2017.24.
- Karabulut, S. D., Kasapoğlu, N., Koçak, I. A., Külşah, İ. B., & Andiran, A. N. (2019). İnsan Genom Projesinin Korkulan Rüyası; Ayrıcalıklı İnsan Yaratma. *Türkiye Biyoetik Dergisi* 6 (3), 109-115. doi:10.5505/tjob.2019.52523.
- Karaca, D. (2018). Genetik yapının sportif performansa etkisi. *Research Studies Anatolia Journal* 1 (3) , 424-437. doi.org/10.33723/rs.470847.

- Karaçalı, S. (2003). Glikobiyoloji güncel moleküler biyoloji. *Turk J Vet Anim Sci* 27, (s.489-495) Erişim: 12 Kasım 2022, <https://www.acarindex.com/dosyalar/9675-1429.pdf>.
- Karahan, M., & Erol, B. (2004). Çocukluk ve ergenlik döneminde kas ve tendon yaralanmaları. *Acta Orthop Traumatol Turc* 38 (1), (s.37-46) Erişim: 11 Eylül 2020, <https://www.aott.org.tr/Content/files/sayilar/483/483-4894.pdf>.
- Karakaya, H. (2021). Rekombinant DNA Teknolojisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü*, (s.1-25) Erişim: 05 Şubat 2020, <https://lisansustu.omu.edu.tr/tr/ogrenci/yl-dr-sy-tez-savunma-sinavi/2-%20L%C3%9CEE%20Tez%20Yaz%C4%B1m%20K%C4%B1lavuzu%2001.10.2022.pdf>.
- Karataş, M., & Tunçdemir, M. (2021). Mitokondriyal Epigenetik ve Kanser. *Cerrahpaşa Med J* 45 (2), 64-79. doi: 10.5152/cjm.2021.21009.
- Karayılan, Ş. Ş., Dönmez, G., Babayeva, N., Yargıç, M. P., Korkusuz, F., & Doral, M. N. (2013). Spor yaralanmaları ve genetik. *Spor Hekimliği Dergisi* 48 (4), (s.139-146) Erişim: <https://journalofsportsmedicine.org/full-text/37/tur>.
- Karayol, M., & Eroğlu, S. Y. (2020). Takım ve bireysel sporlarla ilgilenen sporcuların spor yaralanması kaygı durumlarının incelenmesi. *Spor Eğitim Dergisi* 4 (1), (s.137-144) Erişim: 12 Mayıs 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1024416>.
- Kasap, M., & Tutkun, E. (2020). Türkiye'deki atletik performans-genetik çalışmaları; 2010-2019. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 22 (1), (s.1-13); Erişim: 04 Nisan 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1012780>.
- Kavas, N. C., Yüksel, İ., Sercan, C., Kapıcı, S., Tuna, G., & Ulucan, K. (2018). Profesyonel Sporcularda Alfa Aktinin-3 (ACTN-3) R577X (rs 1815739) Polimorfizlerinin Dağılımı ve Boy-Kilo İlişkisi. *ERISS* 3 (1), (s.26-31) Erişim: 12 Temmuz 2020, https://www.researchgate.net/publication/345808180_Profesyonel_Monopalet_Sporcularinda_Alfa-Aktinin-3_ACTN3_R577X_rs1815739_Polimorfizminin_Dagilimi_ve_Boy-Kilo_Iliskisi_Distribution_of_Polymorphism_and_Size_-Weight_Relation.
- Kaya, C., Akar, M., Genç, M. D., & Çevik, M. (2019). "Reprodüktif biyoteknolojide kullanılan gen transfer yöntemleri: spermatozoon aracılı gen transferi", *II. International Black Sea Coastline Countries Symposium, Samsun, 20-22 Temmuz 2019*, ss. 134-147.
- Kaya, C., Aydın, F., & Cerit, M. (2020). Epo geni ve performans artırıcı faktörlerin incelenmesi. *TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi* 12 (48), 368-372. doi: <http://dx.doi.org/10.15189/1308-8041>.
- Kaya, M., & Varol, K. (2004). İlahiyet fakültesi öğrencilerinin durumluluk-sürekli kaygı düzeyleri ve kaygı nedenleri (Samsun örneği). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 17 (17), 31-63.
- Kaynar, Ö., & Koç, H. (2020). *Futbolda görülen yaralanma nedenlerinin incelenmesi A. Türker ve Tuğba F. Karadağ (ed). Sporda Bilimsellik ve Akademik Yaklaşımlar-2.* (s. 33-44). Ankara: Gece Kitaplığı.
- Keogh, J. W., & Winwood, P. W. (2017). The epidemiology of injuries across the weight-training sports. *Sports Medicine* 47, 479-501. doi: 10.1007/s40279-016-0575-0.
- Kerr, Z. Y., Wilkerson, G. B., Caswell, S. V., Currie, D. W., Pierpoint, L. A., Wasserman, E. B., . . . Marshall, S. W. (2018). The first decade of web-based sports injury surveillance: descriptive epidemiology of injuries united states high school football (2005–2006 through 2013–2014) and national collegiate athletic association football (2004–2005 through 2013–2014). *Journal of Athletic Training* 53 (8), 738–751. doi: 10.4085/1062-6050-144-17.

- Khan, K. M., Cook, J. L., Bonar, F., Harcourt, P., & Astrom, M. (1999). Histopathology of common tendinopathies. Update and implications for clinical management. *Sports Medicine* 27 (6), 393-408. doi: 10.2165/00007256-199927060-00004.
- Kiener, S., Apostolopoulos, N., Schissler, J., Hass, P.-K., Leuthard, F., Jagannathan, V., . . . Kaessmeyer, S. (2022). Independent *COL5A1* variants in cats with Ehlers-Danlos Syndrome. *genes* 13 (5), 2-11. doi: 10.3390/genes13050797.
- Kim, H., Song, K.-H., & Kim, C.-H. (2014). The ACTN3 R577X variant in sprint and strength performance. *J. Exerc. Nutr. Biochem* 18 (4), 347-353. doi: 10.5717/jenb.2014.18.4.347.
- Kim, S. K., Nguyen, C., Avins, A. L., & Abrams, G. D. (2021). Three genes associated with anterior and posterior cruciate ligament injury. *Bone Jt Open*. 2 (6), 414–421. doi: 10.1302/2633-1462.26.
- Kirişçi, İ., & Alpkaya, U. (2019). Yarışmacı trampolin sporcularında yaralanma durumlarının belirlenmesi. *Eurasian Research in Sport Science* 4 (2), (s.59-65) Erişim: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/897243>.
- Kirk, E. A., Moore, C. W., Chater-Diehl, E. J., Singh, S. M., & Rice, C. L. (2016). Human *COL5A1* polymorphisms and quadriceps muscle–tendon mechanical stiffness in vivo. *Exp Physiol* 101 (12), 1581-1592 doi: 10.1113/EP085974.
- Kış, M., Soydan, E., Kış, T. T., & Hakverdi, G. (2020). Koroner arter hastalığında HbA1c düzeyi ile endotel fonksiyonları arasındaki ilişki. *Bozok Tıp Dergisi* 11 (1), (s.22-28) Erişim: 02 Haziran 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1626749>.
- Kızıltoprak, Ş. (2017). Omuz yaralanmalarından korunma. *Türkiye Klinikleri J Sports Med-Special Topics* 3 (3), (s.196-201) Erişim: 15 Temmuz 2020, <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-omuz-yaralanmalarindan-korunma-80500.html>.
- Kocaman, G., Atay, E., Alp, M., & Suna, G. (2018). Okçularda spor yaralanmaları bölgelerinin ve türlerinin değerlendirilmesi. *Spor Hekimliği Dergisi* 53 (1), 1-8. doi: 10.5152/tjism.2018.084.
- Kolukisa, Ş., Çolak, H., & Karakoç, S. (2018). Güreşçilerde spor sakatlıklarının vücut bölgelerine göre dağılımının araştırılması. *Journal of Current Researches on Social Sciences* 8 (1), 246-254. doi: 10.26579/jocress-8.1.16.
- Koz, M., & Ersöz, G. (2004). Futbol oyuncularında spor yaralanmalarına etki etki eden faktörler ve esnekliğin önemi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi (Gazi BESBD)*9(3),(s.13-26)Erişim:12Nisan2020, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/292398>.
- Köse, B., & Kirişçi, İ. (2020). Futbol, basketbol, hentbol, voleybol branşlarında görülen yaralanmaların nedenleri ve tedavi yöntemlerinin karşılaştırılması. *Spormetre* 18 (1), 235-241. doi.org/10.33689/spormetre.649766.
- Kruse, D. W., Nobe, A. S., & Billimek, J. (2021). Injury incidence and characteristics for elite, male artistic USA gymnastics competitions from 2008 to 2018. *Br J Sports Med* 55 (3), 1-7. doi: 10.1136/bjsports-2019-101297.
- Kubo, K., Yata, H., & Tsunoda, N. (2013). Effect of gene polymorphisms on the mechanical properties of human tendon structures. *Springerplus* 2: 343 , 2-6. doi: 10.1186/2193-1801-2-343.
- Kurt, Y., & Eroğlu, H. (2019). Sporcu eğitim merkezindeki güreşçilerin fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin sezonsal değişimi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 1 (2), (s.1-14) Erişim: 11 Ekim 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/964861>.
- Kurtuluş, M., Günay, M., Çetin, E., Çelenk, Ç., Cicioğlu, İ., Alp, E., & Karaoğuz, M. Y.

- (2018). Elit Türk Sporcularında Anjiotensin Dönüştürücü Enzim (I / D) Polimorfizmi ile Sportif Performans Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi* 3 (4), 122-137. doi: 10.33689/spormetre.641112.
- Küzeci, E. (2018). Genetik ayrımcılık yasağı. *YÜHFD* 15 (1), (s.89-132) Erişim: 12 Mayıs 2020, file:///C:/Users/sedat/Downloads/Genetik_Ayrimcilik_Yasagi_Prohibition_of%20(2).pdf.
- Laguette, M.-J. N., Barrow, K., Firfirey, F., Dlamin, S., Saunders, C. J., Dandara, C., . . . September, A. V. (2020). Exploring new genetic variants within *COL5A1* intron 4-exon 5 region and TGF- β family with risk of anterior cruciate ligament ruptures. *J Orthop Res.* 38, 1856–1865. doi: 10.1002/jor.24585. .
- Leznicka, K., Zyzniewska-Banaszak, E., Gebaska, M., Machoy-Mokrzynska, A., Krajewska-Pedzik, A., Maciejewska-Skrendo, A., & Leonska-Duniec, A. (2021). Interactions between Gene Variants within the *COL1A1* and *COL5A1* Genes and Musculoskeletal Injuries in Physically Active Caucasian. *Genes (Basel)*. 12 (7), 2-9. doi: 10.3390/genes12071056.
- Li, J., Xu, X., Jiang, Y., Hansbro, N. G., Hansbro, P. M., Xu, J., & Liu, G. (2020). Elastin is a key factor of tumor development in colorectal cancer. *BMC Cancer* 20:217, 2-12.
- Lim, S.-T., Kim, C.-S., Kim, W.-N., & Min, S.-K. (2015). The *COL5A1* genotype is associated with range of motion. *J Exerc Nutrition Biochem.* 19 (2), 49-53. doi: 10.5717/jenb.2015.15052701.
- Lin, C., Casey, E., Herman, D., Katz, N., & Tenforde, A. (2018). Sex differences in common sports injuries. *PM R.* 10 (10), 2-17. doi: 10.1016/j.pmrj.2018.03.008.
- Lippi, G., Longo, U. G., & Maffulli, N. (2010). Genetics and sports. *British Medical Bulletin* 93 (1), 27-47. doi.org/10.1093/bmb/ldp007.
- Lodhia, K. R., Brahma, B., & McGillicuddy, J. E. (2005). Peripheral nerve injuries in weight training. *The Physician and Sportsmedicine* 33 (7), 24-37. doi: 10.3810/psm.2005.07.141.
- Longo, U. G., Fazio, V., Poeta, M. L., Rabitti, C., Franceschi, F., Maffulli, N., & Denaro, V. (2010). Bilateral consecutive rupture of the quadriceps tendon in a man with BstUI polymorphism of the *COL5A1* gene. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* 18 (4), 514–518. doi: 10.1007/s00167-009-1002-y.
- Longo, U. G., Margiotti, K., Petrillo, S., Rizzello, G., Fusilli, C., Maffulli, N., . . . Denaro, V. (2018). Genetics of rotator cuff tears: no association of *col5a1* gene in a case-control study. *BMC Med Genet.* 19: 217, 2-5. doi: 10.1186/s12881-018-0727-1.
- Lulińska-Kuklik, E., Leźnicka, K., Humińska-Lisowska, K., Moska, W., Michałowska-Sawczyn, M., Ossowski, Z., . . . Leońska-Duniec, A. (2019). The *VEGFA* gene and anterior cruciate ligament rupture risk in the Caucasian population. *Biology of Sport* (36) 1, 3-8. doi: 10.5114/biolSport.2018.78902.
- Lulińska-Kuklik, E., Rahim, M., Domańska-Senderowska, D., Ficek, K., Michałowska-Sawczyn, M., Moska, W., . . . September, A. V. (2018). Interactions between *COL5A1* gene and risk of the anterior cruciate ligament rupture. *J Hum Kinetic* 62, 65-71. doi: 10.1515/hukin-2017-0177.
- Lv, Z.-T., Gao, S.-T., Cheng, P., Liang, S., Yu, S.-Y., Yang, Q., & Chen, A.-M. (2018). Association between polymorphism rs12722 in *COL5A1* and musculoskeletal soft tissue injuries: a systematic review and meta-analysis. *Oncotarget.* 9 (20), 15365–15374. doi: 10.18632/oncotarget.23805.
- Ma, F., Yang, Y., Li, X., Zhou, F., Gao, C., Li, M., & Gao, L. (2013). The Association of sport

- performance with ACE and ACTN3 genetic polymorphisms: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* 8 (1), 1-9. doi: 10.1371/journal.pone.0054685.
- Maciejewska-Skrendo, A., Ciężczyk, P., Chycki, J., Sawczuk, M., & Smółka, W. (2019). Genetic markers associated with power athlete status. *Journal of Human Kinetics* 68, 17-36. doi: 10.2478/hukin-2019-0053.
- Maciejewska-Skrendo, A., Leźnicka, K., Leońska-Duniec, A., Wilk, M., Filip, A., Ciężczyk, P., & Sawczuk, M. (2020). Genetics of muscle stiffness, Muscle elasticity and explosive strength. *Journal of Human Kinetics* 74, 143-159. doi: 10.2478/hukin-2020-0027.
- Mack, C. D., Kent, R. W., Coughlin, M. J., Shiue, K. Y., Weiss, L. J., Jastifer, J. R., . . . Anderson, R. B. (2020). Incidence of lower extremity injury in the national football league. *The American Journal of Sports Medicine* 48 (9) , 1-8. doi: 10.1177/0363546520922547.
- Malfait, F., Wenstrup, R., & Paepe, A. D. (2007). Classic Ehlers-Danlos Syndrome. *GeneReviews*, (s.2-19) Retrieved May 22, 2020, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1244/>.
- Mannion, S., Meyersfeld, D., & Craig, I. (2017). The Genetics of Athletic Performance. *DNA Sport*,(s.1-30)Erişim:26Temmuz2020, http://nordiclabs.com/ProductPDF/The%20Genetics%20of%20Athletic%20Performance%20-%20Doc_1992.pdf.
- McCabe, K., & Collins, C. (2018). Can genetics predict sports injury? The association of the genes GDF5, AMPD1, COL5A1 and IGF2 on soccer player injury occurrence. *Sports* 6 (1), 2-10. doi:10.3390/sports6010021.
- McGee, S. L., & Walder, K. R. (2017). Exercise and the skeletal muscle epigenome. *Cold Spring Harb Perspect Med* 7 (9), 1-14. Doi: 10.1101/cshperspect.a029876.
- MedlinePlus. (2021). COL5A1 gene collagen type alpha 1 chain. *U.S. National Library of Medicine*,(s.1).RetrievedNovember17,2020,from<https://medlineplus.gov/genetics/gene/col5a1/>.
- Millar, N. L., Silbernagel, K. G., Thorborg, K., Kirwan, P. D., Galatz, L. M., Abrams, G. D., . . . Rodeo, S. A. (2021). Tendinopathy. *Natura Reviews Disease Primers* 7 (1), 1-21. doi: 10.1038/s41572-020-00234-1.
- Miyamoto-Mikami, E., Miyamoto, N., Kumagai, H., Hirata, K., Kikuchi, N., Zempo, H., . . . Fuku, N. (2019). COL5A1 rs12722 polymorphism is not associated with passive muscle stiffness and sports-related muscle injury in Japanese athletes. *BMC Med Genet.* 20: 192, 2-9. doi: 10.1186/s12881-019-0928-2.
- Mokone, G. G., Schweltnus, M. P., Noakes, T. D., & Collins, M. (2005). The COL5A1 gene and achilles tendon pathology. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 16 (1), 19-26. doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00439.x.
- MolekülerBiyolojiveGenetik.(2021,KasımCuma). <http://molekulerbiyolojivegenetik.org/gen-nedir-ve-canlilari-nasil-etkilemektedir/>. adresinden alındı.
- Molnár, S., Hunya, Z., Gáspár, K., Szerb, I., Szabó, N., Mensch, K., . . . Shadgan , B. (2022). Moderate and severe injuries at five international olympic-style wrestling tournaments during 2016-2019. *Journal of Sports Science and Medicine* 21 (1), 74-81. doi: 10.52082/jssm.2022.74.
- Moskaleva, P. V., Shnayder, N. A., Petrova, M. M., Kaskaeva, D. S., Gavrilyuk, O. A., Radostev, S. V., . . . Nasyrova, R. F. (2021). The Role of single nucleotide variants of NOS1, NOS2, and NOS3 genes in the development of the phenotype of migraine and arterial hypertension. *Brain Sciences* 11 753, 2-13. doi.org/10.3390/brainsci11060753.
- Murtagh, C. F., Brownlee, T. E., Rienzi, E., Roquero, S., Moreno, S., Huertas, G., . . . Erskine,

- R. M. (2020). The genetic profile of elite youth soccer players and its association with power and speed depends on maturity status. *PLoS One* 15 (6), 1-24. doi: 10.1371/journal.pone.0234458.
- Mutlucan, H., Bıyıklı, T., Eken, B. F., Sercan, C., Kapıcı, S., & Ulucan, K. (2017). Türk Profesyonel Futbolcularda Alfa-Aktinin-3N R577 X Polimorfizminin İncelenmesi. *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* 2 (2), 1-7. doi: 10.22396/sbd.2017.26.
- Nalbant, M. A. (2017). Profesyonel, amatör Türk atletlerde ve sedanterlerde a-aktinin-3 kodon 577 ve anjiyotensin-1 dönüştürücü enzim insersiyon/delesyon polimorfizminin dağılımı ve performansla ilişkisi. *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı*, 3, Bilecik.
- Naureen, Z., Perrone, M., Paolacci, S., Maltese, P. E., Dhuli, K., Kurti, D., . . . Bertelli, M. (2020). Genetic test for the personalization of sport training. *Acta Biomed* 91 (13), 2-15. doi: 10.23750/abm.v91i13-S.10593.
- O'connell, K., Posthumus, M., & Collins, M. (2013). No association between COL3A1, COL6A1 or COL12A1 gene variants and range of motion. *Journal of Sports Sciences* 31 (2), 181-187. doi.org/10.1080/02640414.2012.723133.
- Öner, K. (2020). Omuz ve dirsek travmatik acilleri. *Ortopedik Aciller* 15, (s.202-213) Erişim: 05Nisan2020, https://www.researchgate.net/publication/346490490_omuz_ve_dirsek_t_ravmatik_acilleri_metin.
- Özdilek, B. (2019). *Beslenme ve obezite*. İstanbul: Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları.
- Özdoğan, A. A. (2018). Çocuk ve ergenlerin okul dışı zamanlarda spor aktivitelerine katılımı. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi* 9 (2), 86-101. doi.org/10.17155/omuspd.321959.
- Özgür, B. O., Özgür, T., & Aksoy, M. (2016). Voleybol ve Futbolcularda Spor Sakatlığına Rastlama Sıklığı. *İÜ Spor Bilimleri Dergisi Cilt: 6 Sayı: 3*, (s.50-55) Erişim: 18 Ocak 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/340416>.
- Öztürk, Z. (2019). Diyabet, oksidatif stres ve endotel disfonksiyonu. *Bezmialem Science* 7 (1), 52-57. doi: 10.14235/bas.galeNOS.2017.2145.
- Pabalan, N., Tharabenjasin, P., Phababpha, S., & Jarjanazi, H. (2018). Association of COL5A1 gene polymorphisms and risk of tendon ligament injuries among Caucasians: a meta-analysis. *Sports Medicine Open* 4 (1), 2-11. doi: 10.1186/s40798-018-0161-0.
- Pala, Ö. O., & Avcı, Ş. (2016). Elit adölesanlarda artistik cimnastiğin skapulotorasik eklem üzerine etkisinin incelenmesi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi* 27 (2), 48-54. doi.org/10.21653/tfrd.272970.
- Park, H. S., Kim, Y., & Lee, C. (2005). Single Nucleotide Variants in the b2-Adrenergic and b3-Adrenergic Receptor Genes Explained 18.3% of Adolescent Obesity Variation. *J. Hum. GeneT.* 50, 365-369. doi 10.1007/s10038-005-0260-x.
- Paşalak, Ş. İ., & Seven, M. (2017). Onkolojide genetik gelişmeler ve hemşirenin rollerine etkisi. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi* 14 (3), 212-217. doi:10.5222/HEAD2017212.
- Pawlika, A., Błaszczuk, H., Rać, M., Maciejewska-Skrendo, A., Safranow, K., & Dziedzic, V. (2020). NOS3 gene rs1799983 and rs2070744 polymorphisms in patients with unstable angina. *Journal of Vascular Research* 57 (3), 2-7. doi: 10.1159/000506160.
- Pekünlü, E. (2020). Çeviri-tendonlar. *ResearchGate*, 2-10. doi:10.13140/RG.2.2.15942.42568.
- Petr, M., Zdenek, S., Eliska, M., Renata, V., Michal, B., Martin, P., . . . Cieszczyk, P. (2019). The effect of COL5A1, GDF5 and PPARA genes on a movement screen and

- neuromuscular performance in adolescent team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 33 (8), 1-24. doi.org/10.1519/JSC.0000000000003142.
- Petrillo, S., Longo, U. G., Margiotti, K., Candela, V., Fusilli, C., Rizzello, G., . . . Denaro, V. (2020). Genetic factors in rotator cuff pathology: potential influence of *col5A1* polymorphism in outcomes of rotator cuff repair. *BMC Med Genet.* 21:82, 2-7. doi: 10.1186/s12881-020-01022-0.
- Pickering, C., Kiely, J., Grgic, J., Lucia, A., & Coso, J. D. (2019). Can genetic testing identify talent for sport? *Genes* 10 (12) 972, 1-13. https://doi.org/10.3390/genes10120972.
- Pickering, C., & Kiely, J. (2017). ACTN 3: More than Just a Gene for Speed. *Frontiers in Physiology* 8:1080, 1-8. doi: 10.3389/fphys.2017.01080.
- Pira, E., Vacca, G. M., Dettori, M. L., Piras, G., Moro, M., Paschino, P., & Pazzola, M. (2021). Polymorphisms at myostatin gene (MSTN) and the associations with sport performances in anglo-arabian racehorses. *Animals* 11 (4), 2-12. doi:10.3390/ani11040964.
- Polat, M., Gönç, H. U., Tandoğan, N. R., & Kayaalp, A. (2020). Ön çapraz bağ yaralanması sonrası cerrahi tedavide greft seçenekleri. *TOTBİD Dergisi* 19 (4), 534–541. doi: 10.14292/totbid.dergisi.2020.66.
- Polat, S. Ç., Bulğay, C., Yarım, I., Cicioğlu, H. İ., & Çetin, E. (2018). Analysis of the Relationship between Elite Wrestlers' Leg Strength and Balance Performance, and Injury History. *Sports* 6 (35), 2-6. doi: 10.3390/sports6020035.
- Posthumus, M., September, A. V., Keegan, M., O'Cuinneagain, D., Merwe, W. V., Schwellnus, M. P., & Collins, M. (2009). Genetic risk factors for anterior cruciate ligament ruptures: COL1A1 gene variant. *Br J Sports Med.* 43 (5), 352-356. doi: 10.1136/bjism.2008.056150.
- Posthumus, M., Raleigh, S. M., Ribbans, W. J., Schwellnus, M. P., & Collins, M. (2010). A functional variant within the MMP3 gene does not associate with human range of motion. *Journal of Science and Medicine in Sport* 13 (6), 630–632. doi.org/10.1016/j.jsams.2010.01.006.
- Prior, S. J., Hagberg, J. M., Paton, C. M., Douglass, L. W., Brown, M. D., McLenithan, J. C., & 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), 1-8. doi: 10.1152/ajpheart.01033.2005.
- Pruna, R., Artells, R., Ribas, J., Montoro, B., Cos, F., Muñoz, C., . . . Maffulli, N. (2013). Single nucleotide polymorphisms associated with non-contact soft tissue injuries in elite professional soccer players: influence on degree of injury and recovery time. *BMC Musculoskeletal Disorders* 14 (1), 2-7.
- Pruna, R., Ribas, J., Montoro, J. B., & Artells, R. (2015). The impact of single nucleotide polymorphisms on patterns of non-contact musculoskeletal soft tissue injuries in a football player population according to ethnicity. *Med Clin (Barc)* 144 (3) doi:10.1016/j.medcli.2013.09.026, 2-6.
- Raleigh, S. M., Merwe, L., Ribbans, W. J., Smith, R. K., Schwellnus, M. P., & Collins, M. (2008). Variants within the mmp3 gene are associated with achilles tendinopathy: possible interaction with the *Col5a1* gene. *British Journal of Sports Medicine* 43 (7), 514-520. doi: 10.1136/bjism.2008.053892.
- Reese, N., & Bandy, W. (2002). *Joint range of motion and muscle length testing*. Philadelphia: W.B.Saunders Company.
- Rodriguez, J., Vernus, B., Chelh, I., Cassar-Malek, I., Gabillard, J. C., Sassi, A. H., . . . Bonnieu, A. (2014). Myostatin and the skeletal muscle atrophy and hypertrophy

- signaling pathways. *Cellular and Molecular Life Sciences* 71 (22), 4361-4371. doi: 10.1007/s00018-014-1689-x.
- Sahota, S., Gibbs, D. B., Lawton, C. D., Balderama, E. S., Chambers, C. C., Mack, C. D., . . . Nuber, G. W. (2020). Pectoralis major injuries in the national football league. *Sports Health* 12 (2), 116-123. doi: 10.1177/1941738119885867.
- Samsunlu, E. T. (2021). Gen terapisinde CRISPR-Cas9. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 8 (3), 574-580. doi.org/10.34087/cbusbed.905029.
- Samur, S. (2018). Spor kulüplerinde performans yönetimi. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 20 (1), (s.17-36) Erişim: 12 Mart 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/454239>.
- Sands, W. A., McNeal, J. R., Penitente, G., Murray, S. R., Nassar, L., Jemni, M., . . . Stone, M. H. (2016). Stretching the spines of gymnasts: A review. *Sports Medicine* 46, 315-327. doi: 10.1007/s40279-015-0424-6.
- Sanger, F., Nicklen, S., & Coulson, A. R. (1977). DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proc. Nati. Acad. Sci.* 74 (12), 5463-5467. doi: 10.1073/pnas.74.12.5463.
- Sarısoy, F., & Lök, S. (2022). Sekiz haftalık düzenlenmiş pliometrik antrenmanın müsabık kadın taekwondoculara seçilen fiziksel ve fizyolojik parametrelere etkisi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi* 5 (2), 138-148. doi.org/10.46385/tsbd.1187646.
- Seid, A. A. (2019). Spesifik olmayan kronik bel ağrılı bireylerin psikososyal özellikleri ile ağrı ve fonksiyonel durumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Basılmamış yüksek lisans tezi. Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
- Sellami, M., Bragazzi, N., Prince, M. S., Denham, J., & Elrayess, M. (2021). Regular, intense exercise training as a healthy aging lifestyle strategy: preventing DNA damage, telomere shortening and adverse DNA methylation changes over a lifetime. *Front Genet.* 12, 1-12. doi: 10.3389/fgene.2021.652497.
- Sercan, C., Eken, B. F., Erel, Ş., Ülgüt, D., Kapıcı, S., & Ulucan, K. (2016). Spor Genetiği ve Ace Gen İlişkisi. *İnönü Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 3 (2), (s.26-34) Erişim: 16 Mart 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/292190>.
- Shukla, M., Gupta, R., Pandey, V., Rochette, J., Dhandapany, P. S., Tiwari, P. K., & Amrathlal, R. S. (2020). VEGFA Promoter Polymorphisms rs699947 and rs35569394 Are Associated With the Risk of Anterior Cruciate Ligament Ruptures Among Indian Athletes. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 8 (12), 1-10. doi: 10.1177/2325967120964472.
- Siewe, J., Marx, G., Knöll, P., Eysel, P., Zarghooni, K., Graf, M., . . . Michael, J. (2014). Injuries and overuse syndromes in competitive and elite bodybuilding. *Int J Sports Med* 35 (11), 943-948. doi: 10.1055/s-0034-1367049.
- Silva, C. C., Silva, L. F., Santos, C. R., Goldberg, T. B., Ramos, S. P., & Venancio, E. J. (2019). Genetic polymorphism on the flexibility of elite rhythmic gymnasts: State of art. *Apunts Sports Medicine* 54 (201), 27-35. doi: 10.1016/j.apunts.2018.10.001.
- Silventoinen, K., Maia, J., Jelenkovic, A., Pereira, S., Gouveia, É., Antunes, A., . . . Freitas, D. (2021). Genetics of somatotype and physical fitness in children and adolescents. *Am J Hum Biol.* 33 (3), 1-10. doi.org/10.1002/ajhb.23470.
- Sırıken, B., Sırıken, F., Ünsal, C., & Çiftçi, G. (2018). Beslenme ve Epigenetik. *Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 7 (12), 12-18. doi.org/10.31196/huvfd.501391.
- Song, M., Wu, J., Lei, Y., & Sun, X. (2017). Genetic deletion of the NOS3 gene in CAV1^{-/-} mice restores aqueous humor outflow function. *Investigative Ophthalmology & Visual*

Science 58 (12), 4976-4987. doi: 10.1167/iovs.16-21072.

- Sorrenti, V., Caudullo, G., Lucignano, F., Fortinguerra, S., Zusso, M., Giusti, P., & Buriani, A. (2019). Personalized sports nutrition: Role of nutrients in athletic performance. *Sport, Exercise, and Nutritional Genomics*, 411-431. doi:10.1016/B978-0-12-816193-7.00018-X.
- Soydan, E., & Akin, M. (2021). Koroner arter hastalığında magnezyum/fosfat oranı ile endotel fonksiyonları arasındaki ilişki: Bir prospektif çalışma. *Ege Tıp Dergisi* 60 (1), 76-82. doi.org/10.19161/etd.886493.
- Soysal, T. (2021). Crispr Genom Düzenleme Teknolojileri: Patentlenebilirlikleri ve Covid-19 Salgınında Kullanımı. *Adalet Dergisi* 1 (66), (s.227-292) Erişim: 05 Mayıs 2021, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1778339>.
- Stanbouly, D., Murphy, R., Murphy, T. X., McDoniell, J., Lee, K. C., & Chuang, S.-K. (2022). Craniomaxillofacial injuries from the sport of wrestling: a query of the national electronic injury surveillance system (NEISS). *Springer* 26 (3), 1-8. doi: 10.1007/s10006-021-01004-3.
- Stastny, P., Lehnert, M., Ste Croix, M. D., Petr, M., Svoboda, Z., Maixnerova, E., . . . Cieszczyk, P. (2019). Effect of *COL5A1*, *GDF5*, and *PPARA* genes on a movement screen and neuromuscular performance in adolescent team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 33 (8), 2057-2065. doi: 10.1519/JSC.0000000000003142.
- Subak, G. E., Özdemir, F. N., & Müniroğlu, R. S. (2017). Sporcuların başarısında genetik faktörlerin önemi. *Spormetre* 15 (3), 109-118. doi.org/10.1501/Sporm_00000000315.
- Sweeney, E. A., Howell, D. R., James, D. A., Potter, M. N., & Provance, A. J. (2018). Returning to sport after gymnastics injuries. *Current Sports Medicine Reports* 17 (11), 376-390. doi: 10.1249/JSR.0000000000000533.
- Syahrastani, Argantos, & Farma, S. A. (2020). Comparison of serum HIF-1 α levels in swimming athletes before and after hypoxic non-hypoxic exercise. *Eksakta : Berkala Ilmiah Bidang MIPA* 21 (1), 36-39. doi.org/10.24036/eksakta/vol21-iss1/223.
- Şensoy, C., Şenel, Ö., & Akarçeşme, C. (2021). Farklı spor branşlarında spor yaralanma çeşitleri ile yaralanma kaygısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Ulus Kinesyoloji Dergisi* 2 (2), (s.27-41) Erişim: 13 Şubat 2020, <http://ojs.turkishkinesiology.com/index.php/ukd/article/viewFile/53/34>.
- Tanisawa, K., Wang, G., Seto, J., Verdouka, I., Twycross-Lewis, R., Karanikolou, A., . . . Pitsiladis, Y. (2020). Sport and exercise genomics: the FIMS 2019 consensus statement update. *Br J Sports Med* 54 (16), 969-975. doi: 10.1136/bjsports-2019-101532.
- Tarakçıoğlu, S. (2013). Genetik mühendisliği ve spor. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci* 5 (1), (s.48-54) Erişim: 21 Mart 2020, <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-genetik-muhendisligi-ve-spor-64583.html>.
- Tarnowski, M., Tomasiak, P., Tkacz, M., Zgutka, K., & Piotrowska, K. (2022). Epigenetic alterations in sports-related injuries. *Genes (Basel)* 13 (8), 2-39. doi: 10.3390/genes13081471.
- Taştan, S., & Suna, G. (2022). 10-12 Yaş arası judo sporcularında statik germe egzersizlerinin esneklik performansına etkisinin incelenmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi* 5 (1), 13-19. doi.org/10.38021/asbid.1058075.
- Tatari, H., Gülbahar, S., & Manisalı, M. (2005). Aşıl tendonipatisi. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği* 4 (3-4), (s.77-86) Erişim: 12 Mart 2020, https://dergi.totbid.org.tr/uploads/pdf_88.pdf.
- Tepebaşı, M. Y., & Calapoğlu, N. Ş. (2016). Hipoksi ile indüklenen faktör-1 alfa (HIF-1 α)

- C111A gen polimorfizmi ile hemoglobin konsantrasyonu arasındaki ilişkinin araştırılması. *SDÜ Tıp Fak Derg.* 23 (2), (s.53-59) Erişim: 12 Ağustos 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/260032>.
- Thankam, F. G., Dilisio, M. F., Gross, R. M., & Agrawal, D. K. (2018). Collagen I: a kingpin for rotator cuff tendon pathology. *Am J Transl Res* 10 (11), (s.3291-3309). Retrieved March18,2020,from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6291732/pdf/ajtr0010-3291.pdf>.
- Thomas, R. E., & Zamanpour, K. (2018). Injuries in wrestling: systematic review. *The Physician and Sportsmedicine* 46 (2), 168-196. doi.org/10.1080/00913847.2018.1445406.
- Thomopoulos, S., Parks, W. C., Rifkin, D. B., & Derwin, K. A. (2015). Mechanisms of Tendon Injury and Repair . *Journal of Orthopadeic Research June* 33 (6), 832-839. doi: 10.1002/jor.22806.
- Tringali, C., Brivio, I., Stucchi, B., & Silvestri, I. (2014). Prevalence of a characteristic gene profile in high-level rhythmic gymnasts. *Journal of Sports Sciences* 32 (14), 1409-1415. doi:10.1080/02640414.2014.893371.
- Tuğ, A., Hancı, İ. H., & Balseven, A. (2002). İnsan Genom Projesi: Umut mu, Kabus Mu? *Sted11*(2),(s.56-57)Erişim:14Nisan2020, <https://www.ttb.org.tr/STED/sted0202/genom.pdf>.
- Türkay, İ. K. (2020). *Bilim ve Sağlık Açısından Vücut Geliştirme*. Isparta: Researchgate.
- Uçan, V., Pulatkan, A., & Elmalı, N. (2020). Ön çapraz bağ yaralanmalarının tedavisinde güncel literatür bilgileri. *TOTBİD Dergisi* 19, 647-655. doi.org/10.14292/totbid.dergisi.2020.80.
- Ulucan, K., Topal, E. S., Aksulu, B. K., Yaman, B., Çiftçi, İ. C., & Bıyıklı, T. (2015). Atletik performans, genetik ve gen dopingi. *İKSST Dergisi* 7 (2), 58-62. doi:10.5222/iksst.2015.058.
- Ulupınar, S., Özbay, S., Gençoğlu, C., & İnce, İ. (2021). Greko-romen ve serbest stil güreşçilerde yaralanma/sakatlanma oranlarının karşılaştırılması: bir sistematik derleme ve meta-analiz çalışması. *Spor Bilimleri Dergisi* 32 (4), 167-182. doi.org/10.17644/sbd.909740.
- Ulutin, T. (2005). İnsan Genom Projesi. *Moleküler Hematoloji ve Sitogenetik Alt Komitesi Temel Moleküler Hematoloji Kursu*, (s.70-72) Erişim: 01 Nisan 2020, <https://www.thd.org.tr/thdData/userfiles/file/turgutulutin.pdf>.
- Ünal, M. (2021). Spor yaralanmaları; İş kazası? meslek hastalığı? *Journal of Medical Sciences* 2 (3), 6-11. doi.org/10.46629/JMS.2021.43.
- Varillas-Delgado, D., Coso, J. D., Gutiérrez-Hellín, J., Aguilar-Navarro, M., Muñoz, A., Maestro, A., & Morencos, E. (2022). Genetics and sports performance: the present and future Genetics and sports performance: the present and future. *European Journal of Applied Physiology* 122 (8), 1811-1830. doi.org/10.1007/s00421-022-04945-z.
- Vaughn, N. H., Stepanyan, H., Gallo, R. A., & Dhawan, A. (2017). Genetic factors in tendon injury. *Orthop J Sports Med.* 5 (8), 1-11. doi: 10.1177/2325967117724416.
- Végh, D., Reichwalderová, K., Slaninová, M., & Vavák, M. (2022). The Effect of selected polymorphisms of the ACTN3, ACE, HIF1A and PPARA genes on the immediate supercompensation training effect of elite slovak endurance runners and football players. *Genes (Basel)* 13 (9), 2-16. doi: 10.3390/genes13091525.
- Viglio, S., Zoppi, N., Sangalli, A., Gallanti, A., Barlati, S., Mottes, M., . . . Valli, M. (2008). Rescue of migratory defects of Ehlers-Danlos syndrome fibroblasts in vitro by type V collagen but not insulin-like binding protein-1. *Journal of Investigative Dermatology*

128, 1915-1919. doi.org/10.1038/jid.2008.33.

- Vlahovich, N., Hughes, D. C., Griffiths, L. R., Wang, G., Pitsiladis, Y. P., Pigozzi, F., . . . Eynon, N. (2017). Genetic Testing for Exercise Prescription and Injury Prevention: AIS-Athlome Consortium-FIMS Joint Statement. *BMC Genomics*, 6-13. doi 10.1186/s12864-017-4185-5.
- Wang, C., Li, H., Chen, K., Wu, B., & Liu, H. (2017). Association of polymorphisms rs1800012 in COL1A1 with sports-related tendon and ligament injuries: a meta-analysis. *Oncotarget* 8 (16), 27627-27634. doi: 10.18632/oncotarget.15271.
- Weber, A. E., Bedi, A., Tibor, L. M., Zaltz, I., & Larson, C. M. (2015). The hyperflexible hip: Managing hip pain in the dancer and gymnast. *Sports Health* 7 (4), 346-358. doi: 10.1177/1941738114532431.
- Williams, A. G., Day, S. H., Folland, J. P., Gohlke, P., Dhamrait, S., & Montgomery, H. E. (2005). Circulating angiotensin converting enzyme activity Is correlated with muscle strength. *American College of Sports Medicine* 37 (6), (s.944-948) Erişim: 14 Mayıs 2020, https://journals.lww.com/acsmmsse/Fulltext/2005/06000/Circulating_Angiotensin_Converting_Enzyme_Activity.7.aspx.
- Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A. (2002). The football association medical research programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *Br. J. Sports Med.*36 (6) , 436-441. doi: 10.1136/bjsm.36.6.436.
- Wu, F., Nerlich, M., & Docheva, D. (2017). Tendon injuries: basic science and new repair proposals. *Efort open reviews* 2 (7), 332-342. doi: 10.1302/2058-5241.2.160075.
- Xiang, C., Kamalden, T. T., Liu, H., & Ismail, N. (2022). Exploring the multidisciplinary factors affecting sports talent identification. *Frontiers in Psychology* 13: 948121, 1-14.. doi: 10.3389/fpsyg.2022.948121.
- Yakubov, M. (2017). Application of Genetic Testing Methods in Sport. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)* 149 (2), (s.34-36) Retrieved March 10, 2020, from <https://cyberleninka.ru/article/n/application-of-genetic-testing-methods-in-sport/viewer>.
- Yamak, B., Eliöz, M., Çebi, M., Demirhan, B., & Akboğa, E. (2021). Investigation of alpha-actinin-3 (ACTN3) gene polymorphism in bodybuilding athletes: The case of Samsun province in Turkey. *International Journal of Applied Exercise Physiology* 10 (2), (s.115-125) Erişim: 14 Mart 2022, <http://ijaep.com/Journal/1270-Article%20File-3573-1-2-20210120.pdf>.
- Yamak, B., Yüce, M., Bağcı, H., & İmamoğlu, O. (2015). Association Between Sport Performance and Alpha-Actinin-3 Gene R577X Polymorphism. . *International Journal Human Genetics* 15 (1), , 13-19. doi:10.1080/09723757.2015.11886246.
- Yaman, Ç. (2019). *Beslenme ve Obezite*. İstanbul: Güven Plus.
- Yang, N., MacArthur, D. G., Gulbin, J. P., Hahn, A. G., Beggs, A. H., Easteal, S., & North, K. (2003). ACTN 3 Genotype Is Associated with Human Elite Athletic Performance. *Am. J. Hum. Genet.* 73 (3), 627-631. doi: 10.1086/377590.
- Yayvan, Y., & Özkul, B. Y. (2018). Koyunlarda Myostatin Geni ve Önemi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi* 8 (1), 42-48. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/516618>.
- Yeşil, A., Icer, M., Güloğlu, C., & Gem, M. (2021). The Differences Between Cases With Primary and Recurrent Shoulder Dislocation: A Tertiary Center Study. *Dicle Tıp Dergisi* 48 (4), 740-745. doi.org/10.5798/dicletip.1037596.
- Yiğit, S., Polat, T., Doğan, C. S., Tunalı, S., Ekmekçi, R., & Ulucan, K. (2020). Profesyonel voleybolcularda Slc6a4 promotör L/S polimorfizminin belirlenmesi ve literatür

- karşılaştırması. *The Journal of Neurobehavioral Sciences* 7 (2), 66-71. doi: 10.4103/JNBS.JNBS_8_20.
- Yılmaz, E. (2020). *Spor Bilimlerinde Temel Kavramlar*. Ankara: Akademisyen Kitapevi A.Ş.
- Yılmaz, Ö. Ö., Polat, T., & Ulucan, K. (2020). Dayanıklılık gerektiren sporlarda GAPPB1 rs7181866 polimorfizminin etkisi. *Avrasya Spor Bilimleri Araştırmaları ERISS* 5 (2), 138-143. doi:10.35333/ERISS.2020.276.
- Yu, Y.-K., Liang, B.-C., & Yu, X.-X. (2021). Effect of ACTN3 Gene Polymorphism on the Pathogenic Phenotype of Related Diseases and Its Treatment Prospect. *TMR Aging* 3 (2), (s.2-8) Retrieved May 21, 2020, from <https://www.tmrjournals.com/public/articlePDF/20210625/bba481305c09e34d4ab42bbffb38f9f6.pdf>.
- Yusof, H. A., & Che Muhamed, A. M. (2021). Angiotensin-Converting Enzyme (ACE) Insertion/Deletion Gene Polymorphism across Ethnicity: A Narrative Review of Performance Gene. *Sport Sciences for Health* 17, 57-77. doi:10.1007/s11332-020-00712-9.
- Yücel, Ü. Ö., & Mutlu, A. A. (2020). Epigenetik ve Böbrek Hastalıkları. *Eurasian JHS* 3 (3), (s.161-166) Erişim: 16 Mayıs 2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1075212>.
- Yükseloğlu, E. H. (2022). "Egzersiz Performansı ve Epigenetik", VIII. Egzersiz ve Spor Fiziyojisi Sempozyumu, İstanbul, 12-15 Mayıs 2022, ss. 18-21.
- Zeybek, Ü. (2020). " Genlerle İletişim". II. International Athletic Performance & Health in Sports Congress, Online, 22-25 October 2020, ss. 33.
- Zhetkenov, S., Khassan, A., Khamzina, A., Issanov, A., Crape, B., Akilzhanova, A., . . . Chan, C. K. (2021). Association of rs12722 *COL5A1* with pulmonary tuberculosis: a preliminary case-control study in a Kazakhstani population. *Molecular Biology Reports* 48 (1), 691–699. doi: 10.1007/s11033-020-06121-y.
- Zhu, H., Hu, X., Feng, S., Jian, Z., Xu, X., Gu, L., & Xiong, X. (2022). The Hypoxia-related gene *COL5A1* Is a prognostic and immunological biomarker for multiple human tumors. *Oxid Med Cell Longev.* 17 , 2-42. doi: 10.1155/2022/6419695.
- Zilberman-Schapira, G., Chen, J., & Gerstein, M. (2012). On sports and genes . *Recent Patents on DNA & Gene Sequences* 6 (3), 180-188. doi: 10.2174/187221512802717367.

EKLER

Kişisel Bilgi Formu

1) Yaşınız :
2) Spor branşınız? () Futbol () Güreş () Vücut Geliştirme () Cimnastik
3) Antropometrik özellikleriniz? Boy: Kg: V.K.İ.:.....
4) Spor yapma yılınız? () 10-14 yıl () 15-19 yıl () 20-24 yıl () 25-29 yıl () >30 yıl
5) Haftada kaç gün antrenman yapıyorsunuz? () 3 gün () 4 gün () 5 gün () 6 gün () 7 gün
6) Günlük kaç saat antrenman yapıyorsunuz? () 30 dk-1 saat () 1-2 saat () 2-3 saat () 3-4 saat () 4-5 saat () > 5 saat
7) Isınmanızı kaç dakika yapıyorsunuz? () 5-10 dk. () 10-15 dk. () 15-20 dk. () 20-25 dk. () > 25 dk
8) Aktivite sonrasında soğuma egzersizi yapıyor musunuz? () Evet () Hayır
9) Bir aydan fazla antrenman yapmanıza engel olan ya da müsabakalara katılmanızı engelleyen sakatlık geçirdiniz mi? () Evet () Hayır
10) Her yıl mutlaka sakatlanır mısınız? () Evet () Hayır
11) Hareket Genişliği Ölçümü Bel Fleksiyon: 0 Bel Ekstansiyon:0

Etik Kurul Kararı



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/104

26.02.2021

Sayın Doç. Dr. Murat ELİÖZ

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **COL5A1 Geni İle Hareket Genişliği Ve Yumuşak Doku Yaralanmaları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi**. başlıklı OMÜ KAEK 2021/24 Karar nolu Anket çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik kurulu yönergesine göre 25.02.2021 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra başlanmasına oy birliği ile karar verilmiştir

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof.Dr.Ramis ÇOLAK
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı