

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI
ANATOMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**VOLEYBOLCULARDA FASCIA PLANTARIS, TENDO CALCANEUS
VE ARCUS LONGITUDINALIS MEDIALIS'I DESTEKLEYEN DİĞER
YAPILARIN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

NURCAN KARAASLAN MENGÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA – 2023

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI
ANATOMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**VOLEYBOLCULARDA FASCIA PLANTARIS, TENDO CALCANEUS
VE ARCUS LONGITUDINALIS MEDIALIS’İ DESTEKLEYEN DİĞER
YAPILARIN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

NURCAN KARAASLAN MENGÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. İ. CAN PELİN

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MESUT ÖZGÖKÇE

ANKARA – 2023

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Anatomi Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Nurcan Karaaslan Mengü tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 21/07/2023

Tez Adı: Voleybolcularda Fascia Plantaris, Tendo Calcaneus ve Arcus Longitudinalis Medialis'i Destekleyen Diğer Yapıların Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

ONAY

Enstitü Müdürü
Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: .../.../.....

Öğrencinin Adı, Soyadı: Nurcan Karaaslan Mengü

Öğrencinin Numarası:

Anabilim Dalı: Anatomi Anabilim Dalı

Programı: Anatomi Yüksek Lisans Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:

Tez Başlığı: Voleybolcularda Fascia Plantaris, Tendo Calcaneus ve Arcus Longitudinalis Medialis'i Destekleyen Diğer Yapıların Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 51 sayfalık kısmına ilişkin, 06/ 07 /2023 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 18'dir. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih: ... / ... /

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince desteğini hiç esirgemeyen, tez süreci boyunca tecrübe ve fikirlerinden ilham aldığım çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Can PELİN'e

Çalışma projemin oluşma süreci ve sonrasında verdiği destek ve yardımlarından dolayı ikinci danışman hocam Doç Dr. Mesut ÖZGÖKÇE'ye

Tez çalışmamın proje aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon bölüm başkanı Prof. Dr. Levent Ediz'e

Tez çalışmamda verdiği destekten dolayı Doç. Dr. Begümhan Turhan hocama

Tez çalışmama gönüllü olarak katılmayı kabul eden Van Büyükşehir Belediyesi Kadın Voleybol Takımı'na ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi öğrencilerine

Radyolojik çekimler boyunca özverili çalışmalarından ve yardımlarından dolayı Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Radyoloji Birimi çalışanlarına

Hayatımın her aşamasında manevi desteklerini her daim hissettiğim aileme

Teşekkür ederim...

ÖZET

MENGÜ N.K. Voleybolcularda Fascia Plantaris, Tendo Calcaneus ve Arcus Longitudinalis Medialis'i Destekleyen Diğer Yapıların Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Tezli Yüksek Lisans Programı, 2023.

GİRİŞ: Voleybol, ardı sıra gelen kısa süreli yüklenme ve dinlenme evrelerinden oluşan dinamizmi oldukça fazla olan, çeşitli sıçrama pozisyonlarını içeren bir takım sporudur. Her sporda olduğu gibi ayağın longitudinal ark yapısı, fascia plantaris, kaslar ve tendonların sağlıklı bütünlüğü voleybolda da önemlidir. Düşük arcus longitudinalis medialis yapısının sporcularda patellofemoral ağrı sendromu, medial tibial stres sendromu gibi aşırı kullanıma bağlı alt ekstremité yaralanma risklerini arttırdığı ve sporcunun oyun içindeki sıçrama performansını olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Fascia plantaris, kemik yapıların şekilleri, plantar ligamentler, plantar yüzde yer alan kas ve tendonlar, ayak tabanı uzun eksen boyunca arcus longitudinalis medialis'i destekler ve ayak ark bütünlüğünün korunmasına katkı sağlar. Arcus longitudinalis medialis'i destekleyen kas ve ligamentlerin yanı sıra fascia plantaris de bu doğrultuda önemli bir rol oynamaktadır. Arcus longitudinalis medialis yapısındaki düşüklüğün ayak fonksiyonlarında azalmaya yol açacağı ve böylece plantar fasciitis'e, alt ekstremité ve bel bölgesinde yaralanmalara neden olabileceği bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı voleybol oyuncularında pes planus prevalansını ortaya koymak ve bu bağlamda fascia plantaris, tendo calcaneus ve arcus longitudinalis medialis'e destek veren ayak kaslarının Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yöntemleri ile elde edilen ölçümlerini normal bireylerle karşılaştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER: 15 kadın voleybol oyuncusu ve 15 de düzenli olarak spor yapmayan sedanter kadın bireyin bilateral ayak kaslarından m. flexor hallucis longus, m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. gastrocnemius, m. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis'in en geniş kesitlerinden kesitsel alan ölçümü, tendo calcaneus ve fascia plantaris'in de kalınlık ölçümleri Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Yöntemi ile ölçüldü. Ayrıca boy, kilo, ayak uzunluğu, baldır çevresi, ayak çevresi gibi parametreler de antropometrik olarak değerlendirildi. Pes planus varlığı, navicular drop testi ile incelendi.

BULGULAR: Her iki grup arasında sağ ve sol fascia plantaris kalınlıkları bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ($p>0,05$). Voleybol oyuncularını ve sedanterlerin kilolarını arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p=0,181$), kişilerin yaşları ve boyları arasında anlamlı farklılık vardı (sırasıyla; $p=0,02$, $p=0,02$). Katılımcıların pes planus olma durumu ile sağ taraf fascia plantaris kalınlıkları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, sol taraf fascia plantaris kalınlığı pes planus'u olmayan bireylerde daha fazla bulundu ($p=0,015$). Fascia plantaris kalınlığı ile bazı kasların kesitsel alanları arasında pozitif yönde korelasyonlar bulundu. Kasların kesitsel alanları karşılaştırıldığında ise m. flexor digitorum brevis'in kesitsel alanları her iki grup arasında anlamlı derecede farklı bulundu.

SONUÇ: Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre voleybolcularda pes planus deformitesinin görülme oranı düşüktür fakat fascia plantaris kalınlığı ile arcus longitudinalis medialis'i destekleyen bazı ayak kaslarının kesitsel alanları arasında pozitif yönde ilişkiler bulunmuştur. Bu nedenle voleybolcuların plantar fasciitis ve pes planusa yatkınlıklarının değerlendirilebileceğı ve bu doğrultuda arcus longitudinalis medialis'e destek veren kasların güçlendirilmesine yönelik egzersiz programlarının oluşturulabileceğı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Voleybol, pes planus, arcus longitudinalis medialis, fascia plantaris, tendo calcaneus, ayak kasları

ABSTRACT

MENGÜ N.K. Evaluation of Fascia Plantaris, Tendo Calcaneus and Other Structures Supporting Arcus Longitudinalis Medialis in Volleyball Players by Magnetic Resonance Imaging Method, Başkent University, Institute of Health Sciences, Anatomy Master Program, 2023.

INTRODUCTION: Volleyball is a team sport with a very high dynamism, consisting of successive short-term loading and resting phases, and involving jumping positions. As in every sport, the longitudinal arch structure of the foot, the fascia plantaris, the healthy integrity of the muscles and tendons are also important in volleyball. It is thought that the low medial longitudinal arch structure increases the risk of lower extremity injuries such as patellofemoral pain syndrome and medial tibial stress syndrome in athletes and negatively affects the jumping performance of the athlete in the game. Fascia plantaris, the morphological characteristics of the bony structures, plantar ligaments, muscles and tendons on the plantar face support the medial longitudinal arch extending along the long axis of the sole of the foot and contribute to the preservation of the integrity of the arch of the foot. The plantar fascia of the foot, as well as the muscles and ligaments that support the medial longitudinal arch, play an important role in this direction. It is known that the low structure of the medial longitudinal arch will lead to a decrease in foot functions, and may cause plantar fasciitis, injuries in the lower extremity and lumbar region. The aim of this study is to reveal the prevalence of pes planus in volleyball players and in this context, to compare the measurements of fascia plantaris, tendo calcaneus and foot muscles that support the medial longitudinal arch, obtained by Magnetic Resonance Imaging (MRI) methods, with normal individuals.

MATERIAL AND METHODS: In 15 volleyball players and 15 sedentary female individuals who do not regular sports, area measurement was done depending on Magnetic Resonance Imaging Method (MRI) taken from the widest sections of the flexor hallucis longus, tibialis anterior, tibialis posterior, gastrocnemius, abductor hallucis and flexor digitorum brevis muscles on both limbs. The thickness of the tendo calcaneus and plantar fascia were also measured by MRI method. In addition, antropometric parameters such as

height, weight, foot length, calf and foot circumference were also evaluated. The presence of pes planus was evaluated with the navicular drop test.

RESULTS: No statistically significant difference was observed between the right and left fascia plantaris thicknesses in both groups ($p>0.05$). While there was no statistically significant difference between the weights of volleyball players and sedentary individuals ($p=0.181$), there was a significant difference between the ages and heights of the subjects ($p=0.02$, $p=0.02$, respectively). While there was no significant difference between the pes planus status of the participants and the right side plantar fascia thicknesses, the left side plantar fascia thickness was found significantly thicker in those without pes planus ($p<0.015$). Positive correlations were found between the thickness of the fascia plantaris and the cross-sectional areas of some muscles. When the cross-sectional areas of the muscles were compared, the cross-sectional areas of the m. flexor digitorum brevis was significantly different between the groups.

CONCLUSION: According to the findings of this study, the prevalence of pes planus deformity in volleyball players is low, but positive correlations were found between the fascia plantaris thickness and the cross-sectional areas of some foot muscles supporting the arcus longitudinalis medialis. For this reason, it is thought that the susceptibility of volleyball players to plantar fasciitis and pes planus can be evaluated and exercise programs can be created to strengthen the muscles that support the medial longitudinal arch in this direction.

Keywords: Volleyball, pes planus, medial longitudinal arch, fascia plantaris, tendo calcaneus, foot muscles

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	4
2.1.Voleybol.....	4
2.1.1. Voleybolda oluşabilecek yaralanma çeşitleri.....	5
2.2. Ayak.....	6
2.3. Ayak Anatomisi.....	6
2.3.1. Ayak kemikleri.....	6
2.3.2. Ayak ve ayak bileği eklem ve ligamentleri.....	6
2.3.3. Ayak kasları.....	8
2.3.3.1. Ayak intrinsik kasları.....	9
2.3.3.2. Ayak ekstrinsik kasları.....	9
2.3.4. Fascia Plantaris.....	11
2.3.5. Tendo Calcaneus.....	12
2.3.5.1. Tendo calcaneus’u oluşturan kaslar.....	12
2.4. Ayağın Fonksiyonel Yapısı.....	13
2.4.1. Ayağın ağırlık taşıma özelliği.....	13
2.4.2. Ayak arcus’ ları.....	13
2.4.2.1. Ayak arcus’ları ile ilişkili kaslar.....	15
2.4.2.2. Ayak arcus’larının yük taşıma mekanizmaları.....	15
2.5. Ayağın Denge ile İlişkisi.....	18
2.6. Ayak ve Yürüyüş.....	18
2.7. Ayağın Performansla İlişkisi.....	20

2.8. Pes Planus ve Vertikal (Dikey) Sıçrama ile İlişkisi.....	20
2.9. Plantar Fasciitis.....	22
2.10. Manyetik Rezonans Görüntüleme /MRG) Yöntemi ve Klinikteki Önemi.....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. MRG Protokolü	25
3.2. Antropometrik Ölçümler.....	25
3.3. MRG Yöntemi ile Kesitsel Alan ve Kalınlık Ölçümleri.....	27
4. BULGULAR.....	34
5. TARTIŞMA.....	43
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR.....	52
EKLER	
EK 1: Etik Kurul Onayı	
EK 2: Aydınlatılmış Onam Formu	
EK 3: Değerlendirme Formu	

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Ayak intrinsik ve ekstrinsik kasları.....	8
Tablo 4.1. Tüm katılımcılara ait demografik veriler	34
Tablo 4.2. Katılımcılara ait yaş ve antropometrik ölçümlerin karşılaştırılması.....	34
Tablo 4.3. Katılımcılara ait diğer antropometrik değerlerin karşılaştırması	35
Tablo 4.4. Katılımcılara ait navicular yükseklik ve fascia plantaris kalınlıklarının karşılaştırılması	35
Tablo 4.5. Bireylerin pes planus deformitesine sahip olma durumları	36
Tablo 4.6. Katılımcıların MR ölçümlerine göre kaslarının kesitsel alan ölçümlerinin karşılaştırılması	37
Tablo 4.7. Katılımcıların fascia plantaris ölçümlerinin yaş ve antropometrik ölçümler ile olan ilişkisi	38
Tablo 4.8. Katılımcıların fascia plantaris ölçümlerinin MR görüntüleri üzerinden alınan kaslarının kesitsel alan ölçümleri ile olan ilişkisi.....	39
Tablo 4.9. Katılımcıların navicular yükseklik değerlerinin yaş ve antropometrik ölçümler ile olan ilişkisi	40
Tablo 4.10. Katılımcıların navicular yükseklik değerlerinin MR ölçümlerinden elde edilen kaslarının kesitsel alan değerleri ile olan ilişkisi.....	41
Tablo 4.11. Katılımcıların baldır çevresi ölçümlerinin tendo calcaneus kalınlık ölçümleri ile olan ilişkisi	41
Tablo 4.12 Katılımcıların sağ ve sol pes planus varlığı ile fascia plantaris kalınlıklarının karşılaştırılması	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Voleybolda smaç sıçraması.....	4
Şekil 2.2. Voleybolda manşet hareketi.....	4
Şekil 2.3. Ayak ve ayak bileği eklem ve ligamentleri.....	7
Şekil 2.4. Ayak intrinsik kasları	11
Şekil 2.5. Fascia plantaris.....	13
Şekil 2.6. Tendo calcaneus.....	13
Şekil 2.7. Ayak arcus'ları	14
Şekil 2.8. Ayak arcus'ları ile kemer köprüünün kilit taşı benzerliği.....	16
Şekil 3.1. Ayak uzunluk ölçümü	26
Şekil 3.2. Navicular yükseklik ölçümü	26
Şekil 3.3. Ayak çevresi ölçümü.....	26
Şekil 3.4. Baldır çevresi ölçümü	26
Şekil 3.5 Bilateral tendo calcaneus aksiyel MR görüntüsü ve tendonun kalınlık ölçümü.....	27
Şekil 3.6. Bilateral m. flexor hallucis longus aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü.....	28
Şekil 3.7. Bilateral m. tibialis anterior aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü	28
Şekil 3.8. Bilateral m. tibialis posterior aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü.....	29
Şekil 3.9. Bilateral m. gastrocnemius caput mediale ve caput laterale MRG kesitsel alan ölçümü.....	29
Şekil 3.10. Bilateral m. flexor digitorum brevis aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü.....	30
Şekil 3.11. Bilateral m. abductor hallucis aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü	31
Şekil 3.12. Fascia plantaris bilateral aksiyel MR görüntüsü ve kalınlık ölçümü	32
Şekil 3.13. Araştırmaya alınacak kişi sayısına göre güç analizi	33

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Art.	articulatio
BKI	Beden Kitle İndeksi
Lig.	ligamentum
Ligg.	ligamenta
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MTP	metatarsophalangeal
mm	milimetre
mm ²	milimetrekare
M.	musculus
Mm.	musculi
PACS	Picture Archiving and Communication System
T1	saptırılan manyetizasyonun geri kazanılma süresi
T2	sinyalin geri dönüş süresi
TE	time to echo delay(gecikme süresi)
TR	time to repetition (zaman tekrarı)

1. GİRİŞ

Ayağın anatomik yapısı yürüme işleminde önemli bir role sahip olduğu gibi vücut ağırlığının desteklenmesinde de önemlidir. Ayağın yapısında arcus longitudinalis medialis, arcus longitudinalis lateralis ve arcus transversus olmak üzere üç arcus (ark) bulunmaktadır. Arcus'lar tarafından oluşturulan kubbe vücut ağırlığını dağıtır. Arcus longitudinalis medialis, calcaneus, talus, os naviculare ve ossa metatarsalia I, II, III, arcus longitudinalis lateralis ise calcaneus, os cuboideum, dördüncü ve beşinci ossa metatarsalia'lar tarafından oluşturulmaktadır. Transvers arcus'u ise ossa metatarsalia'ların proximal kısımları, os cuboideum ve ossa cuneiforme meydana getirmektedir (1). Ayağın bu arcus'ları ligamentlerin yanı sıra çok sayıda kas tarafından aktif olarak desteklenmektedir. Arcus longitudinalis medialis'i destekleyen kaslar m. flexor digitorum brevis, m. abductor hallucis, m. flexor hallucis longus, m. tibialis anterior ve m. tibialis posterior olarak sıralanmaktadır. Arcus longitudinalis lateralis ise m. abductor digiti minimi, m. flexor digitorum longus ve brevis'in lateral tendonları, m. peroneus longus ve brevis tarafından desteklenmektedir (2).

Arcus longitudinalis medialis'in, arcus longitudinalis lateralis'e göre daha iç bükey bir yapısı vardır ve ayak kubbesine esas katkırıyı sağlayan ark olduğu bilinmektedir. Ayağın anatomik yapısı arcus longitudinalis medialis temel alınarak değerlendirilir. Arkın yapısı yüksek, normal ve düşük olmak üzere üç şekilde sınıflandırılır. Düşük ark yapısı; os naviculare yüksekliğindeki düşüşün arcus longitudinalis medialis yüksekliğinde azalmaya neden olması olarak tanımlanır ve sıklıkla aşırı pronasyonla birlikte görülür (1, 3). Yapılan araştırmalarda düşük arcus longitudinalis medialis yapısının optimal ayak fonksiyonunda azalmaya ve plantar fasciitis, patellar tendinit gibi yumuşak doku hasarlarına yol açacağı, alt ekstremit ve bel yaralanmalarına neden olabileceği ileri sürülmektedir (4, 5).

Ayak arkını destekleyen bir diğer yapı da aponeurosis plantaris (fascia plantaris)'tir. Bu yapı ayak tabanında yer alan derin fasyanın orta bölümünün üçgen biçimli kalınlaşması olarak tanımlanabilir. Bu fascia calcaneus'un medial ve lateral tüberküllerinden başlar, ayak parmaklarına doğru beş banda ayrılarak uzanır. Daha sonra her bir bant ikiye ayrılır. Yüzeysel yaprak deride sonlanırken derin yaprak sinovial kılıflara katılarak sonlanır. Fascia plantaris ayak arcus'larını destekleyen pasif bir yapı

olarak değerlendirilir. Fascia plantaris'in yürümenin erken fazında arcus longitudinalis medialis'in çökmesinin engellenmesi yönünde rol oynadığı bilinmektedir (6).

Yapılan çalışmalarda pes planus olgularında fascia plantaris'in özellikle ön ve orta bölümlerinde incelve görülmüştür (1). Öte yandan plantar fasciitis olgularında fascia plantaris'te kalınlaşmalar saptanmıştır ki bu durum fascia plantaris'e ileri derecede yüklenilmesi durumunda üzerine binen yüke adapte olması şeklinde yorumlanabilir (7, 8). Araştırmalara göre fascia plantaris kalınlığının 4 mm'nin üzerinde olması plantar fasciitis'e yatkınlığı göstermektedir. Bunun yanı sıra plantar fasciitis çok sayıda faktör tarafından tetiklenebilen bir patolojidir. Bunların arasında spor ya da aşırı fiziksel egzersiz, obezite, yaş, cinsiyet, uzun süre ayakta durmak, ayağın pes planusa eşlik eden pronasyonu ya da ayak dorsifleksiyonunun sınırlandırılması gibi sebepler bulunur (8-10). Örneğin ayağın uzun bir süre plantar fleksiyonda kalmış olması da fascia plantaris kalınlığını etkileyerek plantar fasciitis gelişimine neden olabilir (7, 8). Bazı araştırmacılar plantar fasciitis ile hamstring kaslarının tonusu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir (10).

Arcus longitudinalis medialis'in çökmesi olarak da tanımlanabilen pes planus erişkin bireylerin yaklaşık % 10-25'inde gözlenen patolojik bir olgudur (11). Pes planusa neden olan etmenler ayak tabanı tarafından yere uygulanan güç ile ayağın intrinsik ve ekstrinsik kasları, ligamentler ve ayak iskeletinde yer alan güçler arasındaki etkileşimle açıklanmaya çalışılmaktadır (1, 3). Ayağın arcus longitudinalis medialis'e destek sağlayan kaslarında birtakım sebeplerle oluşan yorgunluk ve paraliziler arcus longitudinalis medialis'in desteklenmesini olumsuz yönde etkileyerek pes planusa neden olabilmektedir (2, 3).

Voleybol, alt ekstremitede ardışık kısa süreli yüklenme yapılan ve aynı zamanda dinlenme periyotlarından oluşan, dinamizmi yüksek bir spor dalıdır. Ayrıca, hız ve çeviklik gerektiren savunma ve hücum hareketlerinden oluşan, oyuncunun maçtaki konumuna göre değişebilen ve çeşitli sıçrama pozisyonları içeren bir mücadele sporudur (12). Yapılmış olan çalışmalarda voleybolcularda diz yaralanmalarının %33'lük bir oranla birinci sırada yer aldığı ileri sürülmektedir, bunu %17'lik bir oranla ayak bileği ve omuz yaralanmaları izlemektedir (13).

Bu çalışma hem voleybolcularda pes planus prevalansını ortaya koymak hem de uzun süreli egzersizin veya oynanan sporun ayak arcus'larını destekleyen yapılarda yol açabileceği morfolojik değişikliklerin değerlendirilmesi böylece voleybolcuların bazı

ayak ve bacak kaslarının sedanter bireylere göre kesitsel alanlarının dolayısıyla kuvvetlerinin daha fazla olup olmadığını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Ayak egzersizlerinin dizilim ve fonksiyonellikteki olumlu etkileri, sporcuların ayaklarına destek vererek performanslarının artması ve yaralanmaların önlenmesi açısından değerlidir. Bu bağlamda oyuncuların antrenman programına eklenecek uygun ayak egzersizleri sporculara faydalı olabilir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Voleybol

Voleybol; basketbol ve futboldan sonra dünyada en çok oynanan sporlardan biridir (14). Uluslararası Voleybol Federasyonu tarafından “File ile ortadan ikiye ayrılmış bir sahada iki ayrı takımın bir top ile oynadıkları bir takım sporu” olarak ifade edilmiştir (15). Bu oyunda smaç, blok, top karşılama, pas ve servis atma gibi bu spora özgü hareketler vardır (Şekil 2.2. ve 2.3.). Bu hareketler esnasında sıçrama, koşma, çökme ve vurma hareketleri tekrarlı bir şekilde yapılır (16). Voleybolun, yaklaşık 1 dakikaya kadar sürebilen oyunu ile kısa süreli yüklenme ve dinlenme periyotlarından meydana gelen 2-3 saate kadar da devam edebilen maçları aerobik ve anaerobik bir spor branşı olduğunu gösterir (16, 17).

Voleybolcuların kuvvet gerektiren hareketleri kısa zaman aralıklarıyla yapabilecek kadar çok iyi fiziksel kapasiteleri olmalıdır (18). Sıçramada kas kuvveti, çeviklik ve patlayıcı kuvvet gerekirken, yere inişte ise ayağın biyomekanik özellikleri, denge, stabilizasyon ve taban teması önemlidir. Oyuncu performansları, bu parametreleri düzgün bir şekilde yerine getirip getirmemeye göre artıp azalabilir (19).



Şekil 2.1. Voleybolda smaç sıçraması



Şekil 2.2. Voleybolda manşet hareketi

Uzun süren tekrarlı hareketler oyuncuların kas-iskelet sisteminde birtakım yaralanmalara neden olabilmektedir (20). Diğer sporlara göre yaralanma riski az olsa da voleybolda yatay ve dikey düzlemde süratli, tekrar eden ve güç sarfedilen hareketler tekrarlı bir şekilde yapıldığından dolayı yaralanmalar oluşabilir (21). Araştırmacılar, voleybolda meydana gelen yaralanma insidansının ortalama 3.05/1000 saat olduğunu göstermiştir (22). Ayak ve ayak bileğinde oluşan yaralanmalar bütün yaralanmaların yaklaşık olarak yarısını meydana getirmektedir (23, 24, 25). Voleybolun temel hareketlerinden smaç vurma, blok yapma, pas atma gibi hareketler, vertikal düzlemdeki sıçramalar ile olmaktadır (26). Sıçrama hareketini takiben yere iniş esnasında voleybolcu zemin ile ilk temasını çift veya tek ayağını kullanarak yerine getirirken, bu esnada plantar fleksiyon ve inversiyon hareketini kullanarak iniş yaptığı için ayak bileğinde ligamentlerin gerilmesine veya kopmasına neden olabilmektedir. Sporcularda iniş esnasında ayağın düzgün bir şekilde basılabilmesinde ayak bileğinin biyomekanisi, kas kuvveti ve ayağın stabilizasyonu önemli rol oynar (26, 27). Voleyboldaki bu yüksek fiziksel performansın yerine getirilmesinde ayağın statik ve dinamik şartlarda gerekli olan doğru dizilimi ve fonksiyonelliği oldukça önemlidir.

2.1.1 Voleybolda Oluşabilecek Yaralanma Çeşitleri

Voleyboldaki fonksiyonel hareketler; yüksek hız, güç, çeviklik, kas kuvveti, koordinasyon, dayanıklılık içeren hareketlerdir. Bu fonksiyonel hareketler uzun süren maçlar göz önüne alındığında, birçok kez tekrarlanır. Bundan dolayı voleyboldaki yaralanmaların en başta gelen nedenleri aşırı kullanıma bağlı yaralanmalar ve akut travmalardır. Sporcuların yaralanma çeşitleri oyundaki pozisyonlarına göre değişmektedir. Pasörlerin oyundaki görevi smaçöre pas atmak olduğundan, bu oyuncular en sık el bileği tendinitleri ve parmak yaralanmaları sorunlarıyla karşılaşır. Smaçörlerin görevi ise karşı sahaya hücum etmek olduğu için onlar da ayak bileği burkulmaları, omuz instabilitesi, impingement, spondilolizis, patellar tendinit gibi yaralanmalarla karşı karşıya kalırlar. Blok oyuncularının oyundaki görevi rakip atağını engellemek ya da yumuşatmak olduğu için en sık parmak yaralanmaları, ayak bileği burkulmaları ve patellar tendinit gibi problemlerle karşılaşır. Karşılayıcı oyuncuların ise servis karşılama, pasör oyuncuya manşet atma, savunma ve dublaj gibi görevlerinden dolayı onlar da kontüzyonlar, üst ekstremité yaralanmaları, De Quervain tenosinoviti ve

bel ağrısı gibi sorunlar yaşarlar. Servis atışı yapan tüm voleybol oyuncularında omuz instabilitesi ve impingement görülme riski yüksektir (28).

2.2. Ayak

Ayak, vücut ağırlığını taşır, yürüme, sıçrama ve koşma gibi aktivitelerde kaldırıcı kolu gibi bedeni öne doğru iter ve taban teması ile oluşan şokları absorbe eder (29). Bununla birlikte ayak karmaşık birtakım hareketler esnasında dengenin sağlanmasını farklı zeminlere uyum göstererek yapar (30, 31). Ayağın bir diğer fonksiyonu da vücut sabit pozisyonda iken vücut ağırlığını zemine iletmek, zeminden gelen reaksiyon kuvvetlerini ayak bileği sayesinde vücudun üst kısımlarına aktarmak ve böylece destek noktası meydana getirmektir (32). Ayağın bu fonksiyonları yerine getirebilmesi için ayakta 26 kemik, çok sayıda eklem, eklemlere destek sağlayan ligamentler ve birçok kas yer almaktadır. Vucuttaki kemik ve eklemler, dik duruşu sağlar ve şok absorbe edici özelliği ile de her türlü zemine uyum gösterir (32).

İyi bir ayak biyomekaniği, ayak taban basınç dağılımının ve dengenin düzgün olmasını ve daha çok kas gücü ortaya çıkmasını böylece sporcu performanslarını pozitif anlamda etkiler. Yüksek performans ile daha az enerji tüketimi, ayak ve ayak bileğindeki yapıların bütün bu fonksiyonlarına bağlı bir şekilde olur (33).

2.3. Ayak Anatomisi

2.3.1. Ayak kemikleri

Ayak iskeletinin kemiklerini calcaneus, talus, os naviculare, ve os cuboideum, üç ossa cuneiforme olmak üzere yedi ossa tarsalia, beş ossa metatarsalia ve on dört de ossa phalanges meydana getirir (31) .

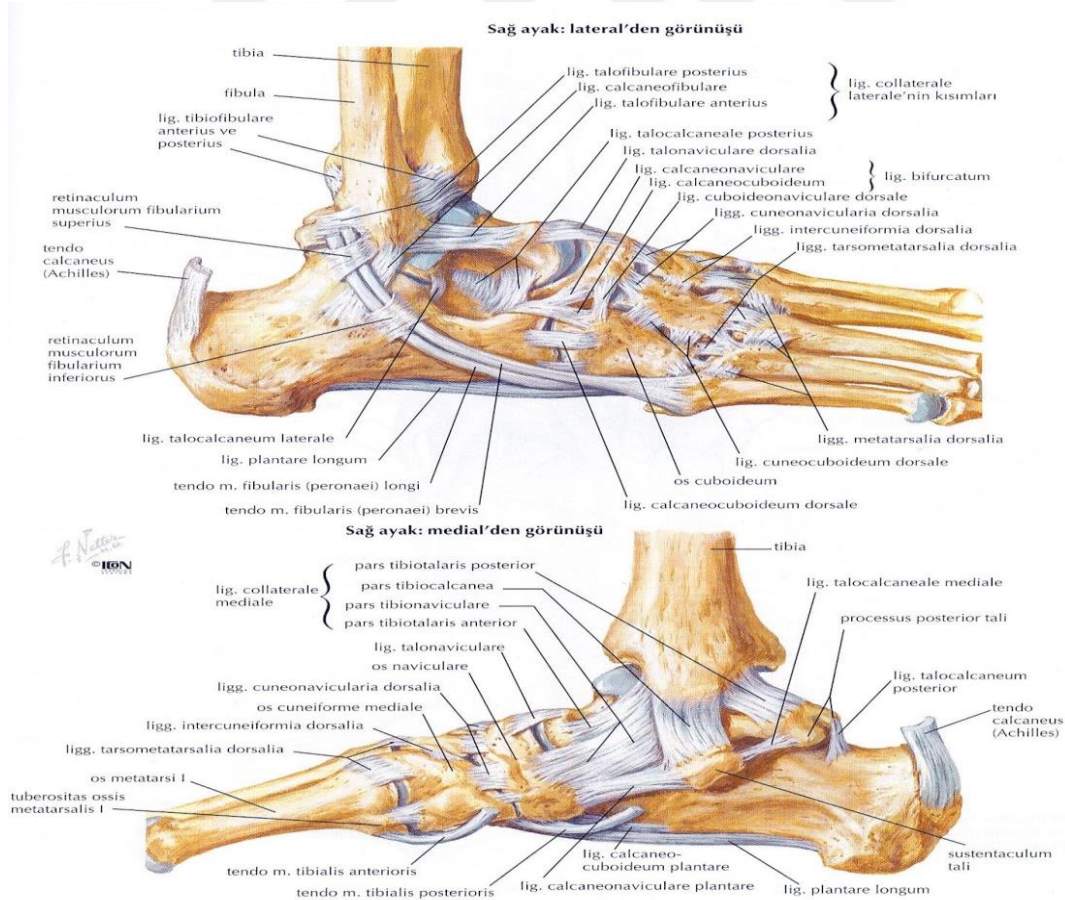
2.3.2. Ayak ve ayak bileği eklem ve ligamentleri

Ayak bileği, subtalar, tibiotalar ve transvers tarsal eklemlerden meydana gelen komplike bir yapıdır. Talus ve calcaneus arasında subtalar eklem, tibia ve talus arasında tibiotalar eklem, os naviculare, talus ve calcaneus arasında da transvers tarsal eklem diğer

adıyla Chopart eklemi yer alır. Bu eklemlerde meydana gelen gelen dorsifleksiyon, plantar fleksiyon, inversiyon, eversiyon, adduksiyon, abduksiyon, pronasyon ve supinasyon hareketleri stabilizasyon ve yürüyüşün düzgün şekilde yerine getirilmesi için gereklidir (31).

Ayak bileği eklemi, sagittal düzlemde yaklaşık olarak 20 derece dorsifleksiyon ve 50 derece plantar fleksiyon hareketi yapar. Yürümede en az 10 derece dorsifleksiyon ve 20 derece plantar fleksiyon açısı yeterli olsa da koşma, hızlı yürüme ve merdiven çıkmada bu açılar artabilmektedir. Talus'un ön bölümü, arka bölümünden daha geniştir. Bu nedenle dorsifleksiyonda talus, malleollere temas ettiği için ayakta oluşabilecek aşırı dorsifleksiyon hareketini limitler. Ayak bileği eklemine yürüme esnasında binen yük miktarı, vücut ağırlığının ortalama 1,25 katı iken koşmada ise yaklaşık iki katı kadar olmaktadır. (30, 34).

Eklemde meydana gelen fonksiyonları pasif bir şekilde sınırlamakla görevli olan ligamentler, kemikleri birbirine bağlayan kollajen liflerden oluşmuş sağlam bağlardır (35). Ayak bileği ve ayakta birçok ligament bulunur (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Ayak ve ayak bileği ligamentleri (36)

2.3.3. Ayak kasları

Fonksiyon ve stabilizasyonda görevli ayak ve ayak bileği çevresindeki kaslar ile harekete destek sağlayan ayak arcus'ları ayağa ait diğer önemli yapılardır. Ayakta fonksiyonu sağlayan 19 intrinsik ve 12 ekstrinsik kas vardır. İntrinsik kaslar ayak postüründen, yürüme sırasında dengeden ve arcus longitudinalis medialis'in desteklenmesinden sorumluyken, ekstrinsik kaslar ise arcus longitudinalis medialis'e dinamik destek sağlamanın yanı sıra ayak-ayak bileği fonksiyonlarını da yerine getirir (37, 38, 39). Ayak intrinsik ve ekstrinsik kasları Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Ayak intrinsik ve ekstrinsik kasları (37)

Ayak intrinsik kasları	Ayak ekstrinsik kasları
M. extensor digitorum brevis (ayak dorsalinde)	Anterior kompartman
M. extensor hallucis brevis (ayak dorsalinde)	M. tibialis anterior
Tabaka-1	M. extensor hallucis longus
M. abductor hallucis	M. extensor digitorum longus
M. flexor digitorum brevis	M. peroneus tertius
M. abductor digiti minimi	Lateral kompartman
Tabaka-2	M. peroneus longus
M. quadratus plantae	M. peroneus brevis
Mm. lumbricales	Posterior kompartman
Tabaka-3	M. gastrocnemius (yüzeyel)
M. flexor hallucis brevis	M. soleus (yüzeyel)
M. adductor hallucis	M. plantaris (yüzeyel)
M. flexor digiti minimi brevis	M. tibialis posterior (derin)
Tabaka-4	M. flexor hallucis longus (derin)
Mm. interossei plantares	M. popliteus (derin)
Mm. interossei dorsales	M. flexor digitorum longus (derin)

2.3.3.1. Ayak intrinsik kasları

Ayağın intrinsik kasları ayakta origo ve insertio yapar (31). Ayağın dorsal ve plantar yüzeyinde bulunan ve de boyut olarak küçük olan bu kaslar, ayağın stabilizasyonunda etkilidir. Plantar kısımdaki ayak intrinsik kasları, ayak arcus'larına destek vermektedir. Bu kasların fonksiyonlarının azalmaya başlaması ayakta çeşitli deformitelere zemin hazırlar. Ayak intrinsik kasları hızlı yürüme ve koşmada yürümeye oranla daha çok fonksiyon görür. Dik duruş pozisyonundan tek ayağa geçiş bu kasları daha çok aktive eder. İtme fazında tüm intrinsik kaslar çalışarak dinamik arkı destekler. Hareket esnasında bu kaslar dik duruşu sürdürebilmek için bir platform, fonksiyonunu yerine getirmek için ise bir kaldıraç gibi ayağa destek verir. (40, 41). Dorsal intrinsik kaslar; m. extensor digitorum brevis ve m. extensor hallucis brevis'tir. Plantar intrinsik kaslar ise dört tabakada incelenirken; bu tabakalarda sırasıyla birinci tabakada; m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis, m. abductor digiti minimi; ikinci tabakada; m. quadratus plantae, mm. lumbricales; üçüncü tabakada m. flexor hallucis brevis, m. adductor hallucis, m. flexor digiti minimi; dördüncü tabakada ise mm. interossei plantares ve mm. interossei dorsales bulunur (Şekil 2.4.). Üçüncü ve dördüncü tabakada bulunan kasların yürüyüşün başlangıcından parmak kalkışına kadar fonksiyon gördüğü bilinir (30, 31). Yürüyüşün itme fazında m abductor hallucis, m. flexor hallucis brevis, m. flexor digitorum brevis vücut ağırlığının ortalama üçte biri oranında güç ortaya çıkarır (27, 32).

2.3.3.2. Ayak ekstrinsik kasları

Tibia ve fibula'dan başlayıp ayağa doğru uzanan ayak ekstrinsik kasları ayağın aktif hareketlerini yerine getirir (31). Bacağın posterior yüzeyinde bulunan ayağın en güçlü plantar fleksörü olan m. gastrocnemius, m. soleus'un tendonu ile birlikte aşıl tendonunu oluşturarak tuber calcanei'de sonlanır. Bacağın arka derin grup kasları ise m. popliteus, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus ve m. tibialis posterior'dur. Ayağa plantar fleksiyon ve inversiyon yaptıran m. tibialis posterior, arcus longitudinalis medialis'e da destek vererek ayağın medial stabilizasyonuna katkıda bulunur. Yürüme esnasında ayak ucundaki fleksiyon kontrolünden sorumlu olan m. flexor digitorum longus ve m. flexor hallucis longus kasları parmakların fleksiyonunu gerçekleştiren kaslardır. Bacak posteriorundaki bu kaslar n. tibialis tarafından innerve olur (31, 37, 38).

Bacağın lateralinde olup fibuladan başlayan ve bacağın dış tarafına doğru ilerleyen iki kas vardır. Bunlar; m. peroneus (fibularis) longus ve m. peroneus brevis'tir. M. peroneus brevis, 5. metatarsal kemikte sonlanırken, m. peroneus longus'un tendonu ise ayağın altına doğru uzanarak os metatarsale I ile os cuneiforme mediale'de sonlanır. Ayağa plantar fleksiyon ve eversiyon yaptıran bu kaslar ayak longitudinal arklarının korunmasında da önemli rol oynar. Bu kaslar n. peroneus superficialis tarafından innerve olurlar (31, 37, 38).

Bacağın ön bölgesinde yer alan ekstrinsik ayak kaslarından m. tibialis anterior, m. extensor digitorum longus, m. extensor hallucis longus ve m. peroneus (fibularis) tertius kasları ise tibia, fibula ve membrana interossea'nın anterior'undan ve kaslar arasında yer alan fasyalardan orjin alıp ayakta sonlanırlar. Ayağa ekstansiyon yaptıran bu kaslar, yürümenin sallanma fazı esnasında ayağa dorsifleksiyon yaptırırken bu fazın bitiminde plantar fleksiyonu kontrollü bir şekilde sağlamakla görevlidirler. Bu kasları n. peroneus profundus innerve eder (31, 37, 38).

Görüldüğü üzere ekstrinsik ayak kasları, tendonları vasıtasıyla hem ayakta hareket meydana getirir hem de longitudinal ve transvers arcus'ları aktif olarak destekleyerek ayak arcus'larının yapısına katkıda bulunur. Ayrıca hareket esnasında ayağa binen yükleri absorbe eder ve ayağın itme potansiyeline katkı sağlarlar (40). Ekstrinsik ayak kaslarının dengeyi de etkilediğini ortaya koyan çalışmalar vardır (41-43).

Ayağın intrinsik kaslarındaki zayıflık veya herhangi bir fonksiyon bozukluğu os naviculare'yi düşürür ve böyle bir durumun ayak yapısında oluşabilecek problemlerin temelini oluşturduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca bu durum fascia plantaris'e ve ayak ekstrinsik kaslarının yapışma yerlerine binen yükün artmasına sebep olmaktadır. Plantar fasciitis, halluks valgus ve pes planus gibi patolojik deformasyonlar intrinsik kaslardaki yetersizliklerden kaynaklanabilmektedir. Bu gibi durumlarda intrinsik ayak kasları için önerilen çeşitli egzersizler tedavi programına dahil edilmektedir (41, 44-47).



Şekil 2.4. Ayak intrinsik kasları; 1- m. abductor hallucis, 2- m. flexor digitorum brevis, 3- m. abductor digiti minimi, 4- m. quadratus plantae, 5- mm. lumbricales, 6- m. flexor digiti minimi, 7a- m. adductor hallucis caput obliquum, 7b- m. adductor hallucis caput transversum, 8- m. flexor hallucis brevis, 9- mm. interossei plantares, 10- mm. interossei dorsales, 11- m. extensor digitorum brevis (43).

2.3.4. Fascia plantaris

Ayağın plantar yüzünde yer alan fascia plantaris'in yüzeyel ve derin kısımları olup, derin fascia kalınlaşarak aponeurosis plantaris'i meydana getirir. Aponeurosis plantaris'in medial, lateral ve santral parçaları vardır. Aponeurosis plantaris, calcaneus'tan başlayıp beş bant şeklinde parmaklara doğru uzanır ve art. metatarsophalangeales hizasında transvers bir bantla birbirlerine bağlanır. Vertikal uzantıları ayak tabanını santral, medial ve lateral olmak üzere üç kompartmana ayırır (31, 37, 38).

Ayak biyomekaniğinde fascia plantaris'in rolü büyüktür. Yürümenin itme fazında, falankslarda ekstansiyon meydana gelirken, fascia plantaris'in boyu kısalmış ve ark eleve olur. Ayak kaslarının fonksiyonlarıyla vücut ağırlığı öne aktarılıp hareketi devam ettirirken hem ayak boyu kısalmış hem de enerjiden tasarruf sağlanmış olur. Fascia plantaris bu mekanizma ile ark stabilizasyonuna destek olur ve yürüyüş esnasında şok absorpsiyonunu sağlar. Arkaları etkileyen tüm bu kaslar, kemikler ve fascia plantaris arcus longitudinalis medialis'i destekler. Ayrıca bu arcus'la ilişkili olarak ayakta pes planus ve pes cavus gibi ayak deformiteleri görülebilir (31, 37, 38, 48).

2.3.5. Tendo calcaneus (Achilles Tendon)

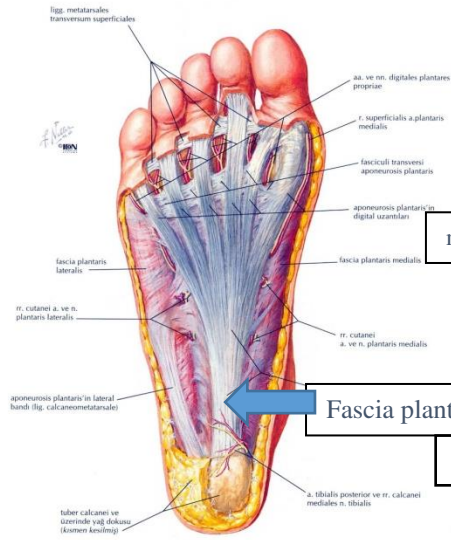
Ayak bileğinin arka kısmında bulunan ve ayak bileğinin güçlü plantar fleksörü olan tendo calcaneus, ince bir tendon kılıfı ve bir subkutan doku arasında cildin hemen altında uzanır. Tendo calcaneus'un hemen lateralinde uzanan n. suralis, ayağın lateral tarafının ve topuğun duyusunu alırken, m. plantaris tendonu ise tendo calcaneus'un medial tarafında uzanır ve calcaneus'un medialine tutunur. Bu ince tendon herhangi bir bölgede tendon onarımında kullanılabilir (39).

Ortalama 1 ton çekme gücüne ve yaklaşık 15 cm uzunluğuna sahip olan tendo calcaneus, insan vücudundaki en kalın ve en sağlam tendon olmasının yanında en fazla yaralanan tendon olarak da bilinir. Bu tendonun yaralanmalarına daha çok atletizm ve futbol gibi spor branşlarında rastlanır. Aşıl tendonu bacağın orta kısmında, proksimalde m. gastrocnemius'a yapışık, geniş ve yassı bir başlangıçla başlar. Aşıl tendonunun os calcaneus'da sonlandığı yerin yaklaşık 12-15 cm proksimalinde m. gastrocnemius'un her iki başı m. soleus ile kaynaşır ve aşıl tendonu bitiş yerine kadar m. soleus'dan lifler alır. Calcaneus'un 5-6 cm proksimalinde her iki kastan gelen tendonlar kaynaşır ve tek bir tendon haline gelir (31, 38).

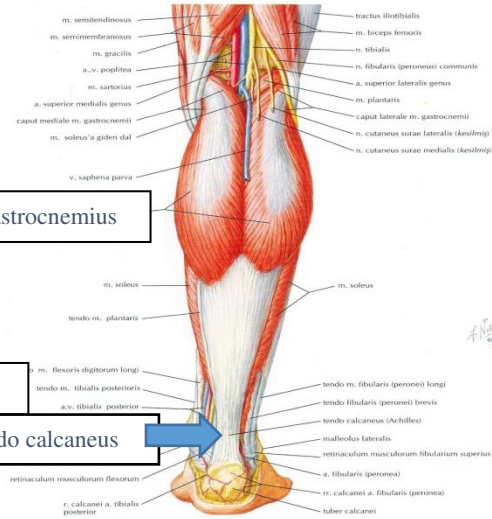
2.3.5.1. Tendo calcaneus'u oluşturan kaslar

M. gastrocnemius: İki başlıdır ve caput laterale'si femur'un condylus lateralis'inden, caput mediale'si ise condylus medialis'inden başlar. M. gastrocnemius, m. soleus ile birleşir ve tendo calcaneus olarak tuber calcanei'de sonlanır. Bu kas ayağın en kuvvetli plantar fleksörüdür ve n. tibialis ile inerve olur.

M. soleus: Tibia'nın posterior'unda linea musculi solei, fibula'nın arka yüzünün yaklaşık olarak $\frac{1}{4}$ proksimali ve arcus tendineus musculi solei'den orjin alıp tuber calcanei'de sonlanır. Ayağa plantar fleksiyon ve supinasyon yaptırır ve n. tibialis ile innerve olur (37, 38).



Şekil 2.5. Fascia plantaris



Şekil 2.6. Tendo calcaneus

(Şekil 2.4. ve Şekil 2.5. 'Netter'in Anatomi Atlası' görüntüleri üzerinden düzenlenmiştir)

2.4. Ayağın Fonksiyonel Yapısı

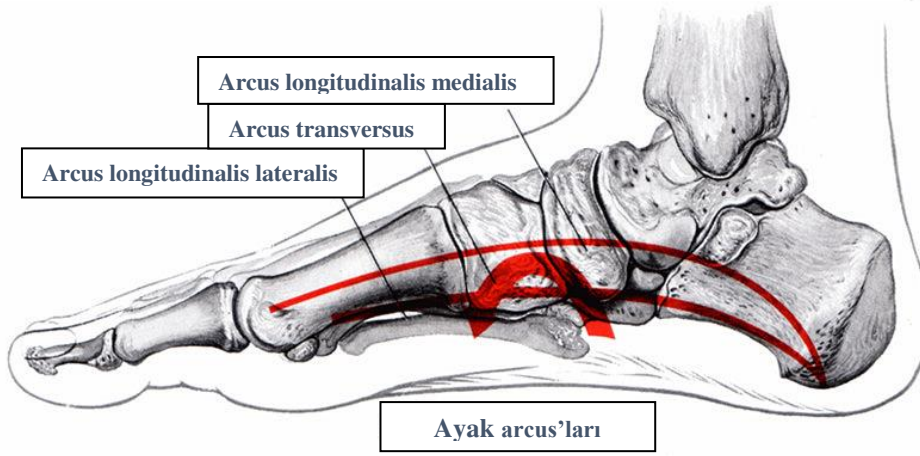
2.4.1. Ayağın ağırlık taşıma özelliği:

Ayağın görevi vücut ağırlığını desteklemek ve vücudu ileriye doğru hareket ettirip yürümeyi ve koşmayı sağlayarak kaldıraç vazifesi görmektir. Ayağın birçok küçük kemiği yerine bir tane güçlü kemiği olsaydı, sadece vücudu taşıyabilir, düzgün bir şekilde ve ileriye doğru bir kaldıraç vazifesini üstlenirdi. Ancak elastik bir yapıda olamayacağından dolayı da her zemine uyum gösteremezdi ve ileriye doğru hareket bütünüyle m. gastrocnemius ve m. soleus'un etkisiyle gerçekleşirdi. Kaldıraç, birden çok eklemden parçalara ayrıldığından dolayı ayak bükülebilir ve düzensiz yüzeylere uyum sağlayabilmektedir. Bununla birlikte ayağın uzun fleksör ve kısa kasları, kasıldıklarında ayağın anterior'una ve parmak kemiklerinin üst kısmına etki ederek m. gastrocnemius ve m. soleus'un öne doğru olan itme hareketine yardımcı olurlar (49).

2.4.2. Ayak arcus'ları

Ayak gibi küçük parçalardan oluşan bir oluşumun ağırlık taşıyabilmesi için kemer şeklinde dizilim göstermesi gerekir. Ayak tabanındaki derialtı yağdıan dolayı küçük çocukların ayağı düz bir şekilde görünmesine rağmen aslında doğduğumuz andan itibaren

ayağımızda medial, lateral ve transvers arklar mevcuttur ancak henüz gelişimlerini tamamlayamamıştır (Şekil. 2.6).



Şekil 2.7. Ayak arcus'ları (50)

Ayakta durma pozisyonunda ayak, ıslak bir şekilde zemine basılarak incelendiğinde; topuk, ayak laterali, metatars başlarının altındaki kabarık bölümler ve distal falanksların alt kısımlarının yere temas ettiği görülür. Ayak mediali konkav olan arcus longitudinalis medialis'den (1. metatarsal baştan topuğa kadar oluşan ayak arkı) dolayı yere teması etmez. Ayağın dış kenarı ile zemine aktarılan kuvvet, topuk ve 5. metatars'ın baş kısmı ile gerçekleşir ve arcus longitudinalis lateralis'i oluşturan bu kısımdaki arcus, medialdekine nazaran daha az belirgindir. Ayak lateralinin tabanı ve medial kenarının en üst noktası arasındaki transvers arcus'u ossa metatarsalia'ların basisleri, os cuboideum ve ossa cuneiforme meydana getirir. Bu arcus'un sadece lateral kenarı yere temas eder. Ayağın taban kısmı yarım kubbe görünümündedir. Ayaklar yanyana durduğunda ise medial kenarlar tam bir kubbe şeklinde görünür. Böylelikle ayakta duruşta vücut ağırlığının ayak boyunca arkada topukta ve önde ise birinci metatars başının altındaki iki sesamoid kemik ve diğer dört metatars başlarından zemine aktarıldığı anlaşılır (49).

Ayak fonksiyonuna göre ön, orta ve arka ayak şeklinde incelenebilir. Arka ayak calcaneus ve talus tarafından meydana getirilir ve stabilizasyonu sağlar. Orta ayak; os naviculare, os cuboideum ve üç ossa cuneiforme'den meydana gelir ve ayak arcus'larını oluşturur. Ön ayak da metatarsal kemikler ve falankslar tarafından oluşturulur (51, 52). Ayakta yük dağılımını sağlayan üç arcus vardır. Bunlar arcus longitudinalis medialis, arcus longitudinalis lateralis ve arcus transversus olarak adlandırılır. Fascia plantaris ayak

arcus'larını pasif olarak, ayağın intrinsik ve ekstrinsik kasları da aktif bir şekilde destekler (53). Ayak arcus'larına daha detaylı bir şekilde değinecek olursak;

Arcus longitudinalis medialis, calcaneus talus, os naviculare, ossa cuneiforme I, II, III ve ilk üç ossa metatarsalia tarafından meydana getirilir ve en yüksek ayak arkıdır. Bu arcus yürümede şok absorpsiyonu sağlar ve m. gastrocnemius ve m. soleus kaslarına mekanik olarak katkıda bulunur. Arcus longitudinalis medialis'in yüksekliğine bakılarak ayaktaki pes planus ve pes cavus gibi ayak deformiteleri anlaşılır (54, 55). Calcaneus ve os naviculare arasındaki spring ligament, arka ayakta stabilizasyonu sağlamanın yanı sıra lig. deltoideum ve fascia plantaris ile birlikte medial arka destek olur (56, 57).

Arcus longitudinalis lateralis, calcaneus, os cuboideum ve ossa metatarsalia IV- V tarafından oluşturulur ve üzerine ağırlık aktarmayla düzleşir. Bu arkın şeklinin korunmasında spring ligamentin çok önemli rolü vardır (38, 58).

Arcus transversus'un os cuboideum ve ossa cuneiforme arasındaki kısmı proksimalde yer alıp posterior transvers ark olarak isimlendirilirken, distalde ve beş ossa metatarsalia arasındaki kısmı da anterior transvers ark olarak adlandırılır. (58).

2.4.2.1. Ayak arcus'larıyla ilişkili kaslar

Arkın korunmasında m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus, m. flexor hallucis brevis, m. flexor digitorum longus, m. tibialis anterior ve m. peroneus longus kaslarının hepsi birlikte görev alırken, m. tibialis posterior, arcus longitudinalis medialis için en önemli kastır. Bu kas kasıldığında arkı yükseltip, ayak bileğine plantar fleksiyon ve inversiyon hareketlerini yaptırırken, orta ve arka ayağın stabilizasyonunu ve m. gastrocnemius'un aktivasyonunu artırır. Ayrıca yürüyüş'ün duruş fazındaki temel supinatör kastır. Bu kastaki fonksiyon bozukluğu, yetişkinlerde edinilmiş ark düşüklüğünün temel sebeplerindendir. (38, 59, 60). Transvers arkın korunmasında ise m. peroneus longus ve m. peroneus brevis'in rolü vardır (58, 61).

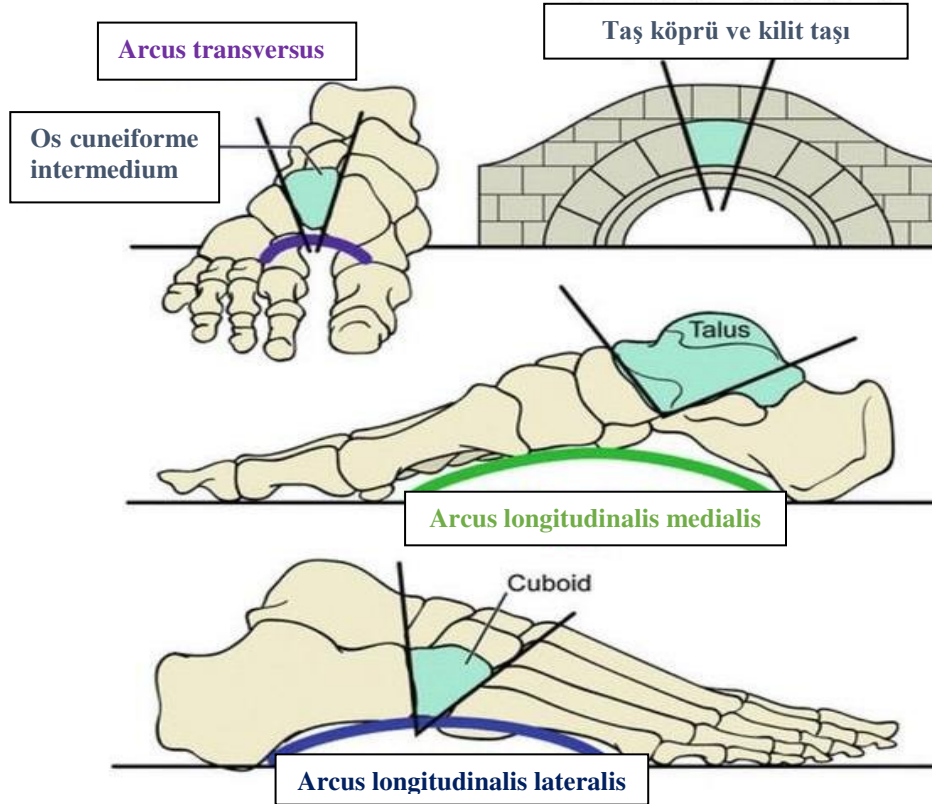
2.4.2.2. Ayak arcus'larının yük taşıma mekanizmaları

Taştan yapılmış herhangi bir kemer köprü'nün yapımı esnasında başvuru mühendislik yöntemleri ayaktaki arcus'ların dengesini koruyan etkenleri andırır.

Böylelikle vücut ağırlığının nasıl taşındığı bu örnek incelenerek daha kolay anlaşılır (49). Kemer desteklemenin en etkin yolu, ince kenarı aşağıda olacak şekilde yerleştirilmiş kama şeklinde taşların kullanılmasıdır. Kemerin merkezindeki taş en önemli taştır ve ‘kilit taş’ olarak belirtilir. Taşların alt kenarlarının birbirlerine tutunma metodu, yanyana iki taşın alt kenarlarının U şeklindeki bir metalle birbirlerine bağlanmasıyla başılır. Bu yöntem, kemerin yük taşımada, taşların alt kenarlarının birbirlerinden ayrılmalarına engel olur.

Köprünün yük taşıma esnasında çökmesinin önüne geçmek ve de sütunlarının ayrılmasını önlemek amacıyla temel taşlar, bağ kirişi ile birbirlerine bağlanır. Köprü yapımında kullanılan askı ise kemeri yukardan destekleyerek çökmesini engellemek amacını taşır (49).

Ayak kubbesinin nasıl korunduğunu bu köprü koruma yöntemlerini düşünerek daha iyi kavrayabiliriz (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Ayak arcus'ları ile kemer köprünün kilit taşı benzerliği (62)

Ayak arcus'larının korunması şu şekilde olur:

Arcus longitudinalis medialis'in korunması: Sustentaculum tali, talus'a alttan destek verir, os naviculare'nin konkav olan posterior yüzüne talus başı otururken; os

cuneiforme mediale'nin konkav posterior yüzüne de os naviculare yerleşir. Caput tali, kemerin ortasındaki kilit taşıdır. Kemiklerin alt kenarları, plantar ligamentlerle birbirlerine bağlanır. En önemli ligament lig. calcaneonaviculare plantare (spring ligament)'dir Yine daha önce de değinildiği gibi m. tibialis posterior'un sonlanma yerindeki tendinöz yapılar da bu arkın korunmasında görev alır. Arkın alt uçlarını birbirine bağlayan yapılar; fascia plantaris, m. flexor digitorum brevis'in medial kısmı, m. abductor hallucis, m. flexor hallucis longus, m. flexor digitorum longus'un medial kısmı ve m. flexor hallucis brevis kaslarıdır. Bu arkı yukarıdan askıya alan yapılar ise m. tibialis anterior ve m. tibialis posterior kasları ile ayak bileği medialindeki ligamentlerdir.

Arcus longitudinalis lateralis'in korunması: Calcaneus'un distal, os cuboideum'un proksimal eklem yüzleri birbirine uyar. Os cuboideum, kilit taşıdır. Kemiklerin alt kenarlarını uzun ve kısa plantar bağlar ile buradaki kısa kasların başlangıç bölümleri birbirine bağlar. Arkın alt uçları birbirlerine, aponeurosis plantaris, m. abductor digiti minimi ve m. flexor digitorum longus ve m. flexor digitorum brevis'in lateral kısımları ile bağlanmışlardır. Bu arkı yukardan askıya alan m. peroneus longus ve m. peroneus brevis kaslarıdır.

Arcus transversus'un korunması: Ossa cuneiforme'ler ve ossa metatarsalia'ların da basisleri kama şeklindedir. Kemiklerin alt kenarları, transvers yöndeki plantar ligamentler, mm. interossei dorsales ve m. abductor hallucis'in transvers başı ile birbirlerine bağlanmışlardır. Arkın alt uçlarını, m. peroneus longus'un tendonu birbirine bağlarken, m. peroneus longus ve m. peroneus brevis kasları bu arkı yukardan askıya alır.

Ayak arcus'ları, kemiklerin şekilleri, sağlam bağlar ve kas tonusu ile korunmuştur. Bu faktörlerden hangisinin en önemli olduğu tartışmalı bir konu olmuştur. Basmajian ve arkadaşları, m. tibialis anterior, m. peroneus longus ve ayağın kısa kaslarının ark desteğine önemli bir katkılarının olmadığını elektromiyografik olarak kanıtlamıştır (63). Bu kaslar, genel olarak tamamen inaktiftirler. Yürüme ve koşma esnasında ise aktif hale gelirler. Uzun süre ayakta hareketsiz olarak durmak, özellikle de aşırı kilolu olanlarda kemiklerde ve ayak ligamentlerinde aşırı zorlanma ve gerginlik oluşturur, bu durum ayak arcus'larında çökme ve pes planus ile sonuçlanır. Atletler, nöbet tutan askerler ve hemşireler gibi uzun süre ayakta kalmaya maruz kalanlarda bu problemler daha fazla görülür. Bu kişiler uygun egzersizler yaparak kas tonuslarını arttırabilir ve böylelikle ayak arcus'larının şeklini koruyabilirler (31, 37, 49).

2.5. Ayağın Denge ile İlişkisi

Denge, vücudun değişik pozisyonlarda vücut ağırlık merkezinin destek yüzeyini olması gereken sınırlarda tutabilme kabiliyetidir (64). Aynı zamanda denge, görsel, vestibular, somatosensorial sistemlerden gelen geri bildirim ve nöromusküler oluşumların sağlıklı ve koordineli bir şekilde çalışmasıdır (65). Dengeyi etkileyen bir diğer faktör de ayak ve ayak bileğindeki reseptörlerden elde edilen bilgilerdir. Bu bilgiler sayesinde vücut pozisyonunun korunması için dengeyi bozan kuvvetlere karşı ayak tarafından zemine karşı kuvvet uygulanır (66). Ayak, dik duruşta dengemizi kontrol eden alt ekstremitte kinematik oluşumlarının destek yüzeyini meydana getirir (67). Ayak kasları da dengeyi sağlamda çok önemli yere sahiptir. Ayağın intrinsik ve ekstrinsik kaslarının postural kontrol üzerindeki etkisi bilinmektedir. Dolayısıyla ayak intrinsik kaslarında oluşabilecek problemler, ayak postürünü etkileyebildiği gibi bu durumun vücut postürünü de etkilemesi beklenir. Bundan dolayıdır ki pes planus deformitesinde ayak yapısı değişime uğradığı için postüral stabilite de etkilenir (67, 68).

2.6. Ayak ve Yürüyüş

Yürüyüşün düzgün bir şekilde olması, kas-iskelet ve sinir sisteminin uyumlu bir şekilde iş görmesine bağlıdır (69).

Bir yürüme periyodu, ayağın topuk vuruşuyla başlayıp bir sonraki topuk vuruşuna kadar geçen zaman olarak tanımlanır. Yürüyüş periyodu, duruş ve sallanma fazlarından oluşur. Ayağın yerle temas ettiği sürece duruş fazı, ekstremitenin yerle temasının olmadığı ve öne doğru hareket ettiği döneme de sallanma fazı denilir. Yürüyüş sürecinin %60'ını duruş fazı, %40'ını da sallanma fazı oluşturur. Normal bir yürüyüş, destek noktaları açısından çift ve tek destek fazı olarak ikiye ayrılır. Çift destek fazı; iki ayağın da yerle temas halinde olduğu evreye denilirken, tek destek fazı ise sadece tek ayağın yerle temas ettiği süreçtir. Yürümenin %75'ini tek destek periyodu oluşturur. Duruş fazı topuk teması yani ayağın yerle temas ettiği ilk evre ile başlar. Sonrasındaki taban teması sürecinde tüm kuvvet ayağın plantar'ine doğru yayılır. Ayağın zemine olan tam teması orta duruş fazı ile olur. Devamında gövdenin öne hareketiyle topuk kalkışı ve sonrasında da parmak kalkışı gerçekleşerek ayağın yerle teması kesilir ve art. metatarsophlangeales'lerde ekstansiyon, fascia plantaris'te kısılma meydana gelir. Gevşek olan uzun fleksör tendonlar da gerilerek etkinlikleri artar ve yürüyüşün sallanma

fazına geçilir. Sallanma fazı, alt ekstremite boyunun kısalıp ileriye doğru hareketinin meydana geldiği bölümdür. Sallanma fazı, akselerasyon, orta sallanma ve deselerasyon bölümlerinden oluşur. Burada m. gastrocnemius, m. soleus ve m. plantaris kasları, ayağı bir kaldıraç kolu gibi kullanır; uzun ve kısa fleksörler, parmaklara ekstansiyon yaptırıp m. flexor digitorum longus'un güçlü etkisinin fleksiyon yapmasını engeller. Bu sırada, uzun fleksör tendonlar da ayak bileği ekleminin plantar fleksiyon yapmasına yardım eder (49, 70-74).

Stabilite ve denge ayak tabanında meydana gelen kuvvetlerin doğru bir şekilde dağılımı ile daha düzgün olur. Ayağın postüral ve biyomekanik deformitelerini incelemek amacıyla ayak tabanı basınç analizi yapılır. Böylece ayağın fonksiyonu ve deformitelerin varlığı bu analizlerden ortaya çıkan ölçümlere göre yorumlanır (75, 76). Yürüyüş esnasındaki ayak tabanında oluşan basınç incelemelerinde; topuk temasında basınç merkezi calcaneus'un ortasındayken, daha sonra ayak lateralinden ayak önü ve ikinci ve üçüncü metatars başlarına doğru ilerler. Ayak taban basıncı daha sonrasında gerçekleşen parmak kalkışı ile de hallux'un üzerinde gözlenir (72, 77). Böylece gözlemlenen en yüksek basınç noktaları hallux, ikinci-dördüncü ossa metatarsalia'lar, calcaneus, os metatarsale I, os metatarsale II ve orta ayakta olur. Hallux'ta ortaya çıkan basınç orta ayaktaki basıncın neredeyse beş katı kadardır. Ayağın zemin ile temas halindeyken geçen süreler değerlendirilmeye alındığında en uzun süre sırasıyla ikinci-dördüncü ossa metatarsalia'lar, os metatarsale I, os metatarsale V, hallux, orta ayak ve topukta geçer (77).

Koşmada ise vücut ağırlığı ayağın ön kısmıyla taşınır ve topuk yere değmez. Vücudun ileri doğru itilmesi yine yürümede tanımlanan mekanizmalarla yerine getirilir (46).

Ayaktaki ayakkabının tipi ayak tabanındaki basınç dağılımını etkileyebilir. Ayakkabı, calcaneus ve falankslara binen basıncı dağıtıp buralarda biriken basıncı azaltmaya çalışır. Ayakkabı ile ön ayaktaki yük mediale kayar. Bu şekilde ortaya çıkan basınç, birinci ve ikinci metatars başlarının altına doğru kayar (78). Ayakta dik bir şekilde dururken vücut ağırlığı iki ayağa da dengeli bir biçimde aktarılır ve bu ağırlığın %60'ı calcaneus'ta, %40'ı ise metatars başlarında taşınır. Metatars başlarındaki yükün ise 1/3'ü 1. metatars başına, 2/3'ü ise diğer metatarsların başlarına dağılır. Bu şekildeki yük dağılımı ayağın değişik pozisyonları ve duruşundan etkilenir (78).

Ayağa binen yük, kişilerin uğraş verdiği spor branşlarına göre de değişkenlik gösterebilir. Çocukluk çağından itibaren aktif olarak yapılan spor dalı ayak gelişimini etkileyebilir.

2.7. Ayağın Performansla İlişkisi:

Performans, çeşitli fiziksel eforlara uyum sağlayabilmektir (79). Spor terimi olan performans terimi, bir hareketin belli başlı kurallar dahilinde yapılmasını tanımlar. Sporda performans ve özel becerileri test etmek için kullanılan özel testlere performans testleri denir (80). Alt ekstremitte performans testleri, üst düzey fonksiyonları yapabilmek becerileri konusunda da fikir verir (81). Bu testler, sporcularda dayanıklılık, çeviklik, güç ve sürat parametrelerinden oluşur. Performans testlerinin sporcularda performans taraması yapılarak yaralanma riskini azaltma, yaralanma sonrası geri dönüş süresinin belirlenmesi, yeniden yaralanmanın engellenmesi ve performansı artırma gibi amaçları vardır. Ancak performans testleri, kompensasyonların önüne geçebilmek adına doğru pozisyonlarda ve eşit koşullarda yapılmalıdır (80).

Alt ekstremitte yer alan m. gluteus maximus, m. quadriceps femoris, m. gastrocnemius ve m. soleus kaslarını çalıştırmanın atletik performansı arttırdığını gösteren çalışmalar vardır (82, 83). Bu kaslar, özellikle de sıçrama ve sürat koşusunda etkili olan kaslardır (84). Bazı araştırmacılar, büyük bacak ekstansör kaslarında oluşan enerjiyi güçlü parmak fleksörlerinin zayıf parmak fleksör kaslarına nazaran daha iyi aktardığını belirtmişlerdir (85).

Ayağın biyomekaniğinde ve yapısında oluşabilecek problemlerde alt ekstremitte kinematik zinciri de olumsuz yönde etkilenir. Örneğin pes planus deformitesinde ayağın medial tarafındaki basıncın artması sonucu ayak tabanındaki bu basınç farklılığının, kinetik zincir ile vücut bölümlerindeki yüklenme ve dizilimi değiştirmesi nedeniyle bireyin performansı olumsuz yönde etkilenir (86, 87).

2.8. Pes Planus ve Vertikal (Dikey) Sıçrama ile İlişkisi

Pes planus ya da halk arasında bilinen adıyla düz tabanlık genel olarak ayak kubbesinin çökmesi olarak tanımlanırken bu deformitenin ortaya çıkmasının sebepleri

arasında ayak ligamentlerinin laksitesi, ayağın plantar yüzündeki yağ dokusu çokluğu ve nöromusküler ayak gelişimi sayılabilir (88, 89).

Literatürde pes valgus, weak foot, relaxed foot, doğuştan hipermobil flat foot, hipermobil flat foot, flaccid flat food, talipes calcaneo-valgus, compensated talipes equinus, kollapsing pes valgo-planus gibi terimler pes planus yerine kullanılan terimlerdir (90, 91). Kadınlarda ayak arkı, erkeklere nazaran daha konkav bir yapıya sahipken, arkın yüksekliğinde genetik faktörler ve yaşın da rolü vardır (92, 93).

Ayak kemiklerindeki deformasyonlar, m. tibialis posterior'daki fonksiyon bozukluğu, tendo calcaneus'da kısalık veya kaslarındaki fonksiyon azlığı pes planus için risk faktörleridir.

Pes planus tanısında klinik ölçümler ve muayene kadar radyolojik ve ultrasonografik metotlar da önemlidir. Bunların dışında, mürekkepli ayak izi yöntemleri, dijital basınç ölçümleri ile podoskop gibi metotlara da başvurulmaktadır (90, 92).

Yürüyüşün parmak kalkışı fazında, subtalar eklemden oluşan pronasyon kalçayı içe döndürür ve m. iliopsoas'ta gerilim meydana gelirken bununla birlikte pelviste anterior tilt, lumbal lordoz artışı ve sacroiliak ekleminde de artış olur. Bu yük dağılımından kaynaklanan problemler ayağın medialine ve 2-4. metatars başlarına ekstra yük bindirerek ayak ağrılarının oluşmasına neden olur (93).

Uzun yürüyüş ve egzersizler pes planus deformitesine sahip kişilerde alt ekstremitelerde ağrıya yol açacağından fiziksel performans seviyeleri de düşebilir. Bazı araştırmacılar pes planusun dengeyi, fiziksel aktivite seviyesini ve postüral stabiliteyi olumsuz yönde etkilediğini göstermişlerdir (94).

Vertikal sıçrama, vücut ağırlık merkezinin dik bir şekilde hızlanması esnasında hiçbir eksternal kuvvet olmaksızın yukarı çıkabilme hareketidir. Bu sıçrama performansındaki amaç yerden maksimum yüksekliğe ulaşmaktır. Bu yükseklik, sıçrama performansı, alt ekstremitelerdeki kas kuvveti, kas yorgunluğu gibi konularda fikir veren bir değerlendirme ölçütüdür (95). Nöromusküler sistem ve biyomekanik özellikler sıçrama performansını etkiler (96).

Dikey yani vertikal sıçrama esnasında pes planus deformitesine sahip olanlarla normal ayak yapısı olanlar arasında ayak taban basıncı ve alt ekstremitelerdeki açıları açısından önemli farklılıklar bulunmuştur (97). Sıçrama esnasındaki itme gücünde ayak ve ayak

bileği kaslarının etkili olduğu bilinir. Pes planus deformitesinin ayak dorsifleksör ve plantar fleksör kas kuvvetlerini dolayısıyla da sıçrama yüksekliklerini etkilediği belirtilmiştir (98).

2.9. Plantar Fasciitis

Fascia plantaris, ayak derisine yapışık bir şekilde ve ayak plantar yüzünde uzunlamasına bir şekilde seyreder. Fascia plantaris'in calcaneus'a yapıştığı yerde meydana gelen iltihabi duruma plantar fasciitis adı verilir. Burdaki inflamasyona fascia plantaris'te meydana gelen yırtıklar ve tekrar eden mikrotravmalar neden olabilir. Burdaki inflamatuvar durum topuktaki ağrının ana sebeplerindendir. Ağrı, sabah ayağın yere ilk temasıyla çok şiddetli bir şekilde başlar ve günün ilerleyen saatlerinde şiddeti azalıp sonraki saatlerde de bir kez daha şiddetlenir (99).

Obezite ve aşırı kilo ayağa ekstra yük binmesine sebep olduğundan bu kişilerin %70'inde plantar fasciitis görülmüştür (100, 101). Obezite, ayağa aşırı yüklenme, ayak intrinsik kaslarındaki atrofi, aşıldaki gerginlik, ayak bileği dorsifleksiyon derecesindeki azalma ve uzun süre yapılan yürüyüşler plantar fasciitis'in sebeplerindendir (100). Uygunsuz ayakkabı kullanımı bu problemi daha da arttırır.

İleri yaşlarda görülen plantar fasciitis sebebinin, sonradan kazanılmış pes planus nedeniyle ayağa binen yük dağılımını yapmada yetersizlik, intrinsik kas zayıflığı ve iyileşmedeki yavaşlama olduğu savunulmaktadır (102). Diyabet hastalarında ise motor nöropati sebebiyle kaslarda oluşan atrofiler ile ayağın anatomik yapısı ve yürüyüş parametrelerindeki değişikliklerin plantar fasciitis gelişimine sebep olduğu savunulur (103).

2.10. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Yöntemi ve Klinik Önemi

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), büyük mıknatıslarla meydana getirilen manyetik alanda, elektromanyetik radyo dalgalarının ölçüm yapılacak bölgeye gönderilmesi ve dönen bu sinyallerden görüntü oluşturulması prensibi ile işleyen bir görüntüleme yöntemidir. İlk defa 1973'te Paul Lauterbur, MRG ile insan bedeninin görüntülenebileceğini ortaya koymuştur (104). MRG cihazında yer alan mıknatıslar,

hücredeki atom çekirdeklerinin titreşimini ortaya çıkaracak alanlar oluşturur. Bu atomlar üzerine gönderilen radyo dalgaları atomlara salınım yaptırır. Sonuç olarak da bu atomlar bir radyo dalgası yayılımı yapar. Yayılım yapan bu dalgalar da bir bilgisayar desteğiyle hareketsiz veya hareketli 3 boyutlu görüntüler meydana getirir. MRG sinyalinin doğal kaynağı hidrojenidir çünkü bu atom insan vücudunda en fazla bulunan atomdur (105, 106).

Manyetik Rezonans Görüntüleme Yöntemi, yumuşak doku kontrast çözümülemesi en çok olan radyolojik görüntüleme yöntemidir (104, 106). Bu yöntem ile hem anatomik detaylara bakılabilir hem de fonksiyonel görüntülemelerde (MR spektroskopi, difüzyon-perfüzyon görüntüleme, kortikal aktivasyon gibi) fayda sağlanır. Hasta pozisyonu değiştirilmeden çok düzlemden görüntüler elde edilebilir. Bu görüntüleme yönteminde T1 ve T2 ağırlıklı iki ana sekansdan faydalanılır. T1 ağırlıklı sekanslar yumuşak doku kontrastı ve uzaysal rezolüsyon ile anatomik yapıyı yorumlamayı sağlar. T2 ağırlıklı sekanslarda ise patolojik sinyal yoğunluklarındaki değişiklikler anlaşılır (107-109). Klinikte MRG daha çok merkezi sinir sistemini araştırmada kullanılır. Bunu kas-iskelet sistemi incelemeleri izler (104, 110, 111).

Kas-iskelet sisteminde MRG, ilgili ekstremitelerde bir problem olduğunda teşhis etmek amacıyla kullanılır. Kas iskelet sisteminde oluşabilecek tümörlerin incelenmesi, kemikteki inflamasyonlar, kasta oluşan yırtıklar, x-ray ile tespit edilemeyen gizli kırıklar ve damarsal patolojilerin ortaya çıkarılması için MRG'ye başvurulur ve böylece patolojiye göre tedavi planlanır.

Kasların hacim veya alan ölçümleri de MRG ile yapılabilmektedir. Kas hacminin sporcuların performansında etkili olduğu düşünülür (112). Bacak kaslarının kuvvetinin sporcu performansında önemi büyüktür. Bu sebeple bireysel ve takım başarısının devamlılığı için sporcuların vücudundaki kemik, kas, yağ ve vücudun diğer bölümleriyle ilgili bilgi sahibi olunması gerekir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 15/04/2022 tarih ve 2022/04-18 sayılı kararı ile uygun görülmüş ve K22/251 no'lu proje numarası ile onaylanmış bir çalışmadır (Bkz. EK 1). Çalışmaya katılan tüm bireylerden aydınlatılmış gönüllü onam formu alınmıştır (Bkz. EK 2).

Bu çalışmaya Van Büyükşehir Belediyesi Voleybol Takım'ında forma giyen 15 kadın voleybol oyuncusu ile Yüzüncü Yıl Üniversitesinde eğitim gören ve herhangi bir spor dalı ile aktif olarak ilgilenmeyen 15 sedanter kadın birey katılmıştır. Voleybol oyuncularını en az 5 yıldır voleybol sporu ile uğraşan ve günlük antrenmanlarını (haftada 5 gün 2 saat) yapan oyuncular olmasına dikkat edildi. Çalışmaya yaşları 18-25 arasında olan bireyler dahil edildi.

Katılımcı sayısı Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı tarafından yapılan ön değerlendirme sonucuna göre belirlendi. Alt ekstremiteye ilişkin herhangi bir cerrahi girişim öyküsü bulunan, son altı ay içinde kortikosteroid tedavisi almış olan ve nörolojik ve ortopedik herhangi bir hastalığa sahip olan bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm katılımcıların bilateral ayak ve bacak kaslarından m. flexor hallucis longus, m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. gastrocnemius, m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis'in kesitsel alan ölçümleri ile fascia plantaris ve tendo calcaneus'a ait kalınlık ölçümleri MRG yöntemi ile hesaplandı. Tüm bireylerden ayrıca kilo, boy, ayak uzunluğu, baldır çevresi, ayak genişliği ve bacak uzunluğu gibi antropometrik ölçümler de alındı. Söz konusu ölçümlerin yanı sıra pes planus varlığı navicular drop testi ile her iki grupta da değerlendirildi.

Çalışmadan elde edilen bilgiler önceden hazırlanmış bir forma kaydedildi (Bkz. Ek 3).

3.1. MRG Protokolü

Anatomik yapıyı göstermek için yüksek çözünürlüklü MRG cihazı (Siemens, Altea) ile T1 ağırlıklı 3D-FSPGR sekansı: sagittal, Repetition Time (TR)= 5.9 ms, Echo Time (TE)= 1.92 ms, FOV= 240 mm, Matrix: 256x256, Slice Thicknes= 1 mm olarak uygulandı.

1,5 tesla Manyetik Rezonans cihazında PACS (Picture Archiving and Communication Systems) üzerinden tespit edilen katılımcıların T1 ağırlıklı ve 5 mm'lik kesitlerde yağ baskısız aksiyel MR görüntüleri bilareral ayak ve bacak bölgesi için alındı. Görüntülemelerde herhangi bir kontrast madde kullanımı olmayıp bu kişilerin rutin programı aksatmamaları için randevuları alındı ve yaklaşık 10 dk süren çekimler ile işleme son verildi. Daha sonra elde edilen görüntüler üzerinden her bireyin yukarda belirtilmiş olan kaslarının aksiyel kesitteki en geniş bölgesinden kasın sınırı çizilerek ölçümü milimetrekaire (mm²) cinsinden bilateral olarak alındı. Ölçümlere damar sinir paketi ve tendonlar dahil edilmedi. Tüm ölçümler on altı yıllık tecrübeye sahip olan aynı radyoloji uzmanı tarafından ölçüm yapılacak yapının en geniş kesiti bulunarak ve farklı iki zaman aralığında tekrarlı bir şekilde yapıldı.

3.2. Antropometrik Ölçümler

Gerek voleybol oyuncularından gerekse sedanter bireylerden boy ve vücut ağırlığı ölçümlerinin yanı sıra bacak uzunluğu, baldır çevresi, ayak uzunluğu, ayak çevresi ve navicular yükseklik ölçümleri alındı. Tüm ölçümler standart antropometrik noktalar göz önünde bulundurularak Martin tip antropometre ve mezura kullanılarak gerçekleştirildi ve mm cinsinden kaydedildi (113). Ölçümler sırasında ekstremitede ölçümü etkileyecek şekilde yaralanma, ödem ve atrofi olmamasına ve ölçümlerin bireyin en uygun ve rahat bir pozisyondayken alınmasına özen gösterildi. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından ve günün aynı saatinde tekrarlı bir şekilde yapıldı. Boy ve vücut ağırlığı ölçümleri alındıktan sonra tüm katılımcıların beden kitle indeksi (BKI) hesaplandı.

Katılımcılardan alınan antropometrik ölçümler ve hangi yöntemler kullanılarak alındıkları aşağıda tanımlanmaktadır.

Ayak Uzunluğu (AU): Calcaneus arka ucunun en çıkıntılı noktası ile ayağın en uzun parmağının (bazen en uzun parmak II. parmak olabilir) distal ucu arasındaki mesafe bilateral olarak ölçülerek kaydedildi (Şekil 3.1.) (113).

Navicular yükseklik (NY): Birey ayakta her iki ayağına eşit yük verecek şekilde pozisyonlandıktan sonra os naviculare'nin scaphoid tüberkülü ile zemin arasındaki mesafe bilateral olarak ölçüldü (Şekil 3.2.) (113).



Şekil 3.1. Ayak uzunluk ölçümü



Şekil 3.2. Navicular yükseklik ölçümü

Çevre ölçümleri, kas dokusu ile birlikte deri altı yağ dokusu ve kemiği kapsadığından; doğrudan bir kas dokusu ölçümü sağlamaz. Kaslar, çevreyi oluşturan başlıca doku olduğundan kol ve bacak çevreleri relatif kassal gelişimi ortaya koymak için kullanılabilir.

Ayak Çevresi (AÇ): I. ve V. metatarsal kemiklerin distal kısımları arasındaki en geniş mesafenin çevre ölçümü mezura ile bilateral olarak yapıldı (Şekil 3.3.) (113).

Baldır Çevresi: Ölçüm kişi ayakta iken ve kasın en şişkin olduğu yerden, bacağın uzun eksenine dik bir biçimde ve bilateral olarak mezura ile alındı (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Ayak çevresi ölçümü

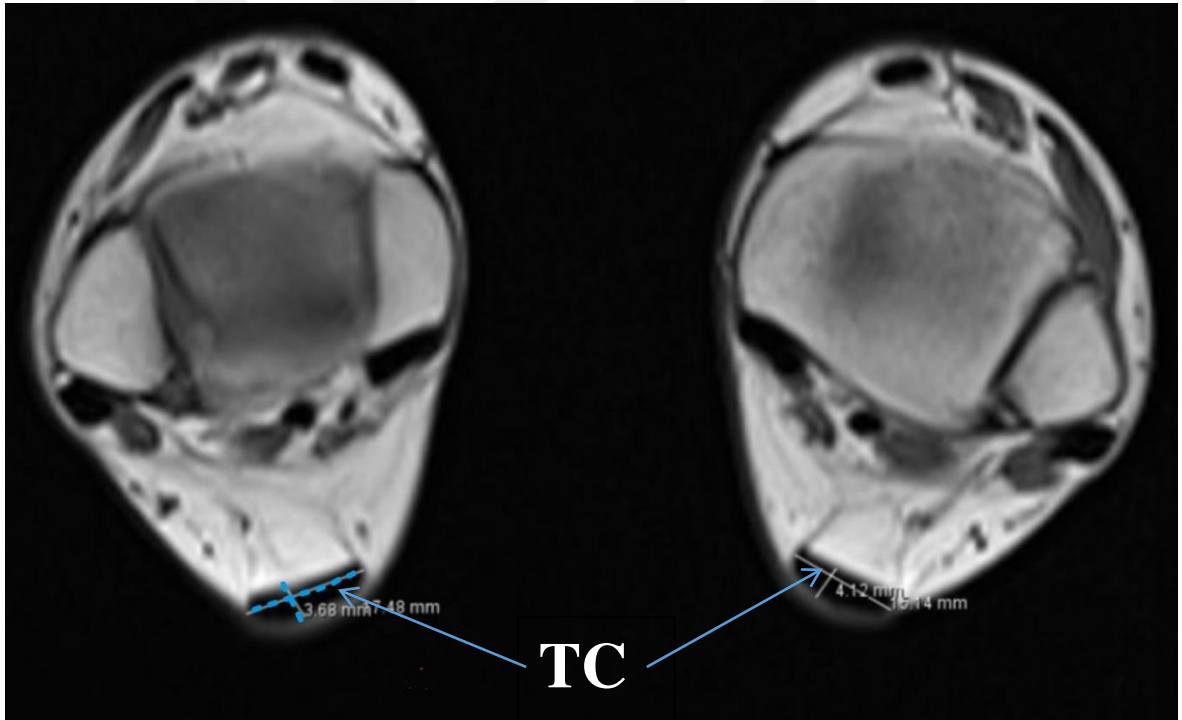


Şekil 3.4. Baldır çevresi ölçümü

3.3. MRG Yöntemi ile Kesitsel Alan ve Kalınlık Ölçümleri

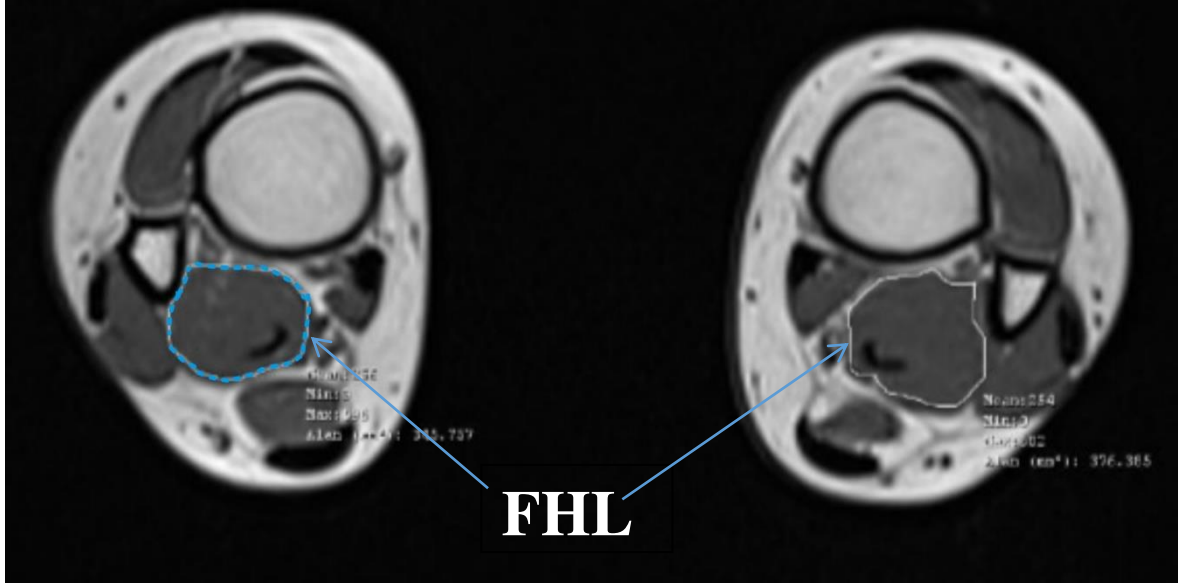
Öncesinden randevusu oluşturulmuş bireyler MRG çekim salonuna getirilerek radyoloji teknisyeni tarafından bilgilendirilip çekim odasına alındı. Birey sırtüstü pozisyonda ve her iki bacak ve ayağı desteklenip çekim için en ideal pozisyona getirildi. PACS sistemi üzerinden bireylerin dosya numarası girilerek MRG çekimi bilateral bacak ve ayak kaslarının çekim protokolüne göre ölçümü aynı radyoloji uzmanı tarafından yapıldı. Ölçümler sisteme kaydedildi.

1- Bilateral Tendo Calcaneus (TC) kalınlık ölçümü: Tendonun en distalinden ve aksiyel çapın en geniş olduğu yerden bilateral olarak ölçüm yapıldı. Tendo calcaneus kalınlıkları, birey MRG çekimi esnasında simetrik bir şekilde pozisyonlandığından sağ ve sol ekstremité için de aynı kesitten ölçüldü. Ölçüm iki boyutlu ve aksiyel planda yapıldı (Şekil 3.5.).



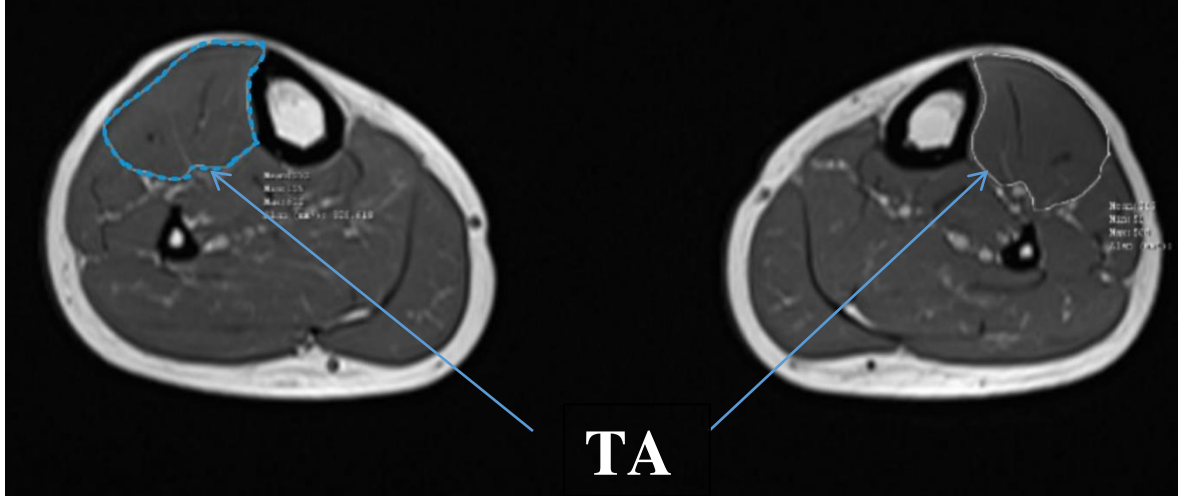
Şekil 3.5. Bilateral tendo calcaneus (TC) aksiyel MR görüntüsü ve tendonun kalınlık ölçümü

2- Bilateral m. flexor hallucis longus (FHL) kesitsel alan (KA) ölçümü: Kasın etrafındaki yağ dokusu izlenerek ve de kasa ait olan en geniş şeklin sınırları çizilerek bilateral kesitsel alan ölçümü yapıldı (Şekil 3.6.).



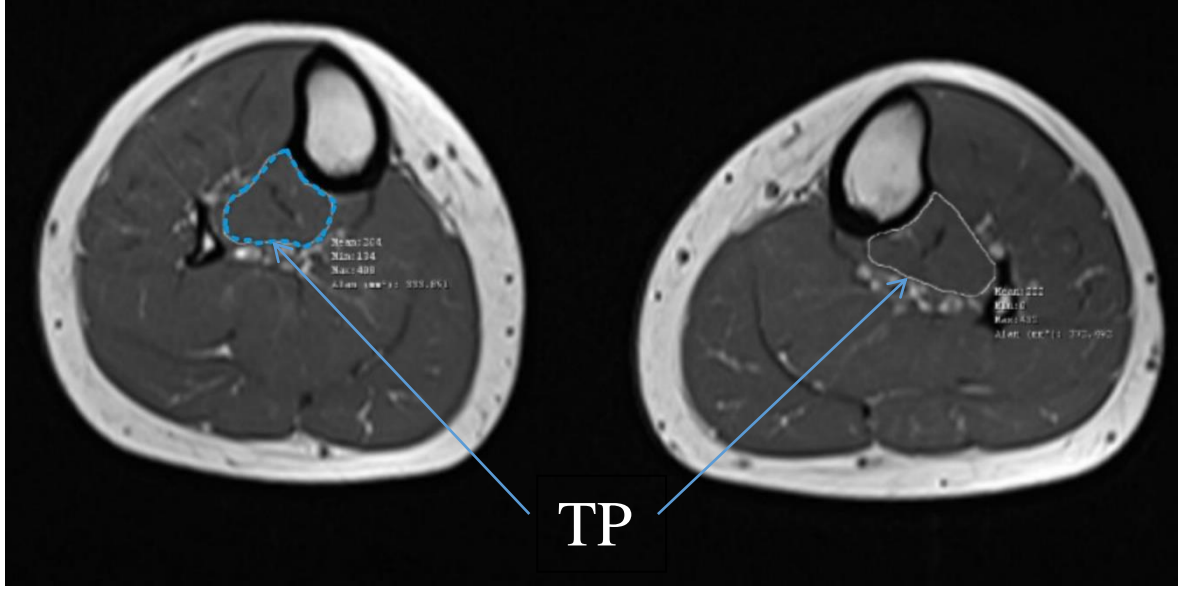
Şekil 3.6. Bilateral m. flexor hallucis longus (FHL) aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü (mm²)

3- Bilateral m. tibialis anterior (TA) kesitsel alan (KA) ölçümü: Kasın en geniş olduğu kesitte çevresi çizildi ve buradan bilateral kesitsel alan ölçümü yapılarak mm² cinsinden kaydedildi (Şekil 3.7.).



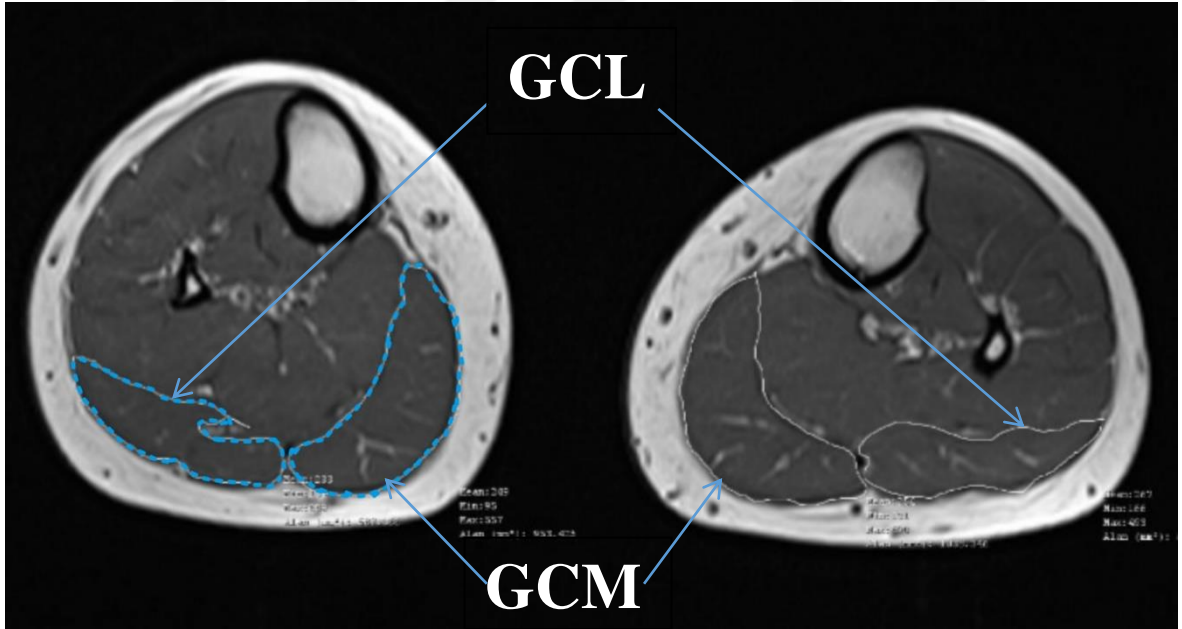
Şekil 3.7. Bilateral m. tibialis anterior (TA) aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü (mm²)

4- Bilateral m. tibialis posterior (TP) KA ölçümü: Kesitte görülen kasa ait en geniş aksiyel kesitten kasların bilateral olarak çevresi çizilerek kesitsel alan ölçümü yapıldı (Şekil 3.8.).



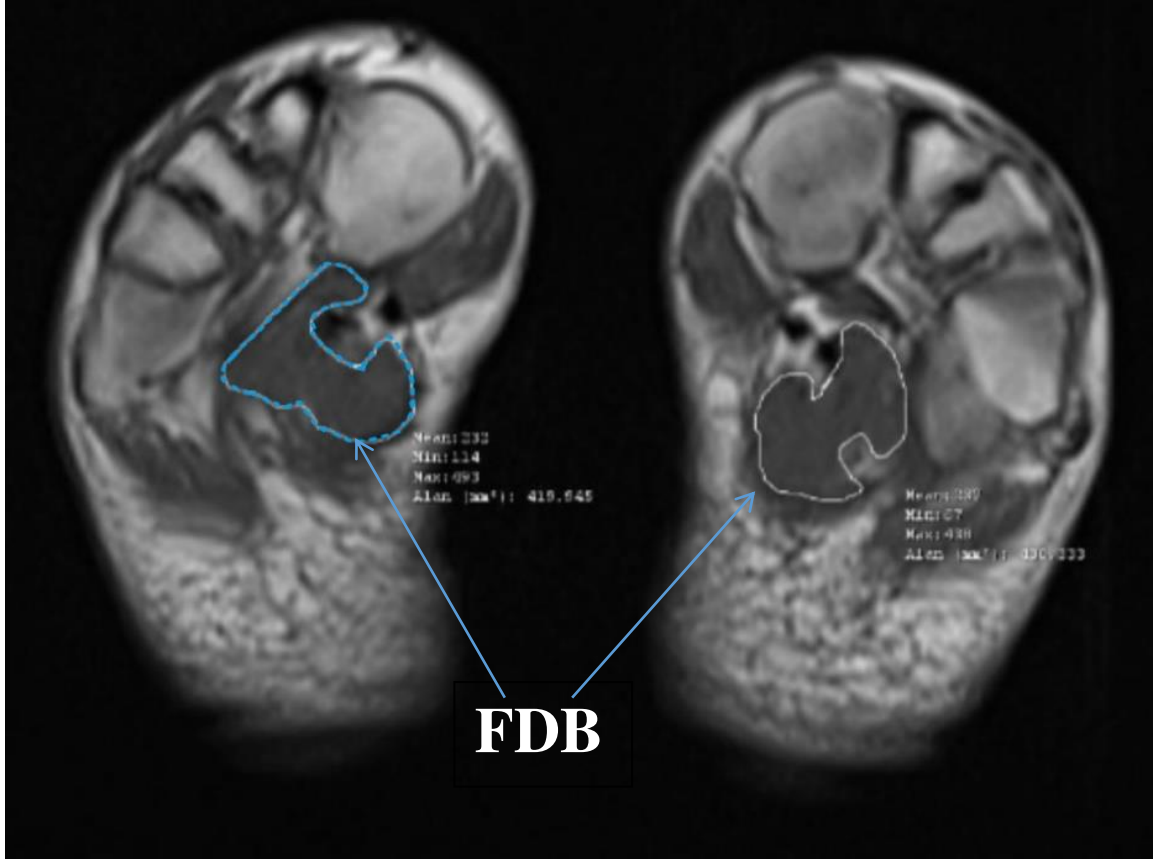
Şekil 3.8. Bilateral m. tibialis posterior (TP) aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü (mm²)

5- Bilateral m. gastrocnemius caput mediale ve caput laterale (GCM - GCL) kesitsel alan (KA) ölçümü: Kasa ait caput mediale ve caput laterale başlarının kesitsel alan ölçümleri ayrı ayrı ve bilateral olarak yapıldı. Sınırların en belirgin olduğu ve yine en geniş kesitten alan ölçümü yapıldı (Şekil 3.9.).



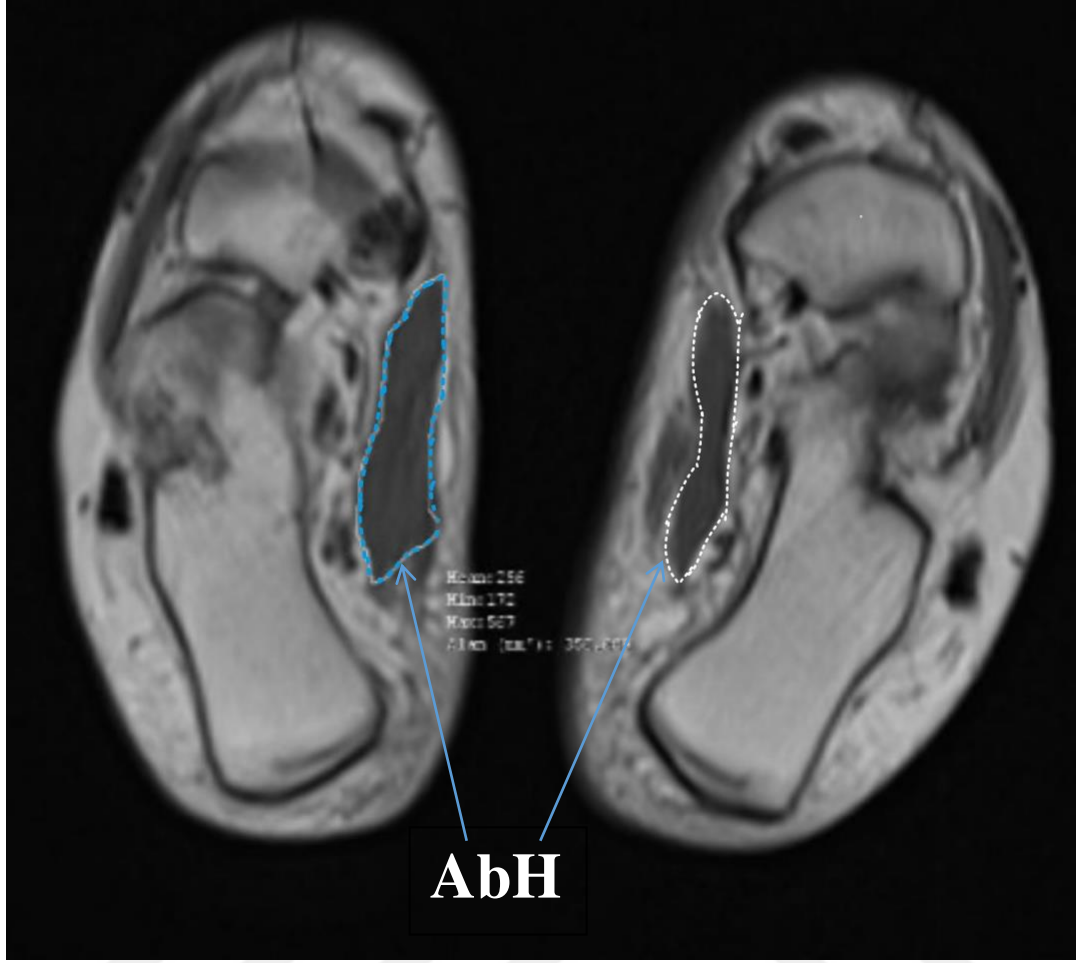
Şekil 3.9. Bilateral m. gastrocnemius caput mediale (GCM) ve caput laterale (GCL) MRG kesitsel alan ölçümü (mm²)

6- Bilateral m. flexor digitorum brevis (FDB) kesitsel alan (KA) ölçümü: Ayak tabanından ve kasın en geniş olduğu yerinden sınırları çizilerek buradan bilateral kesitsel alan ölçümü yapıldı (Şekil 3.10.).



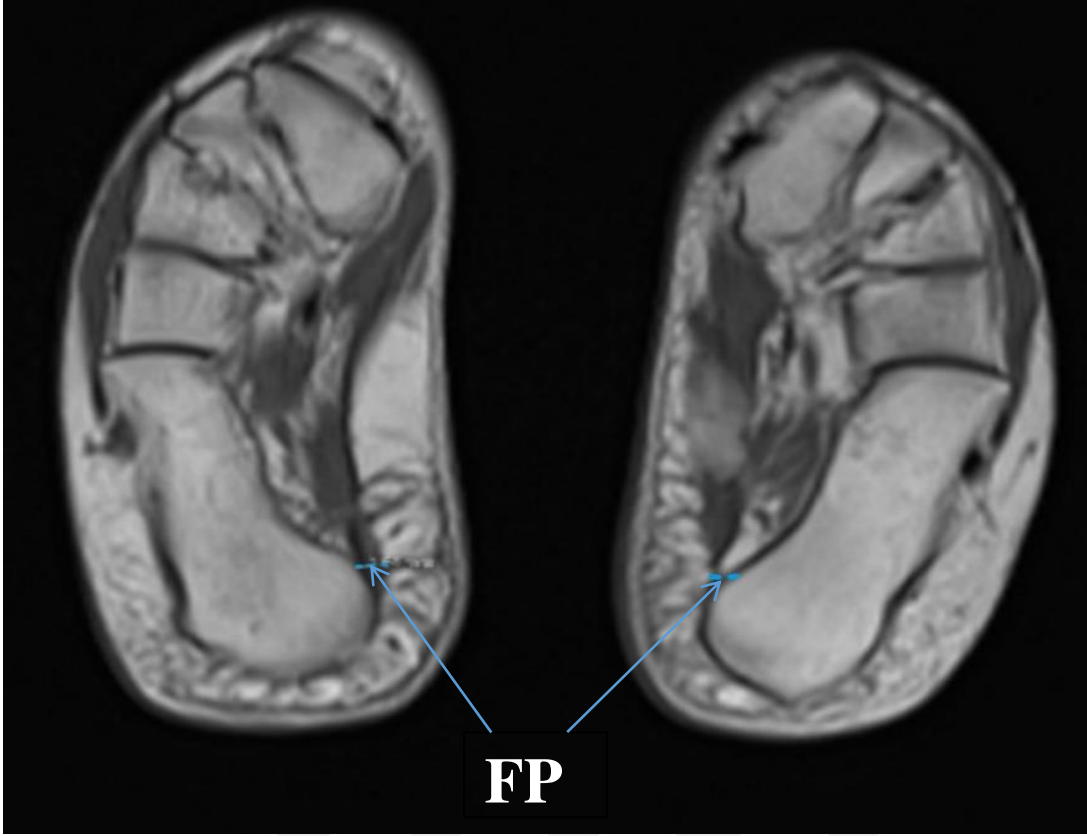
Şekil 3.10. Bilateral m. flexor digitorum brevis (FDB) aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü (mm²)

7- Bilateral m. abductor hallucis (AbH) kesitsel alan (KA) ölçümü: Ayak tabanından kasın en uzun ve en geniş olduğu kesitler dikkate alınarak bilateral kesitsel alan ölçümleri yapıldı (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Bilateral m. abductor hallucis (AbH) aksiyel MR görüntüsü ve kesitsel alan ölçümü (mm²)

8- Bilateral Fascia Plantaris (FP) kalınlığı: Aksiyel kesitte ve fasyanın medial parçasının calcaneusa yapışma yerinden bilateral ölçüm alındı (Şekil 3.12.).

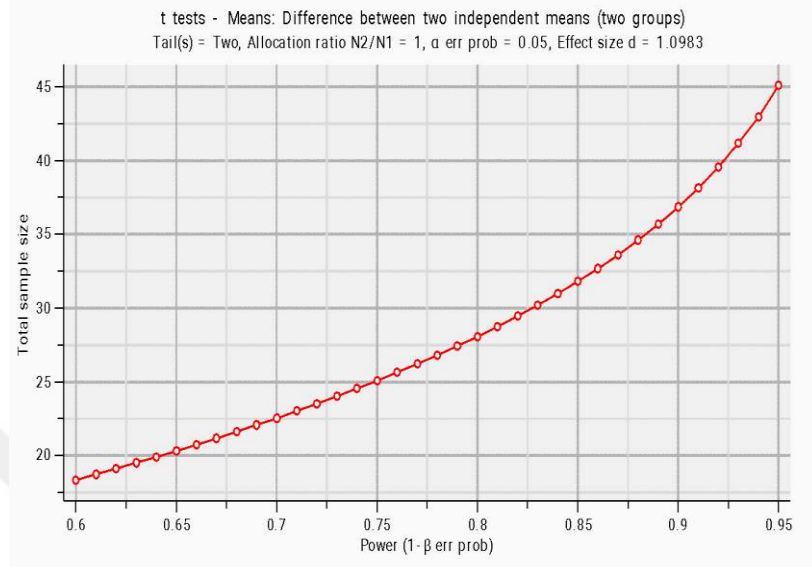


Şekil 3.12. Fascia Plantaris (FP) bilateral aksiyell MR görüntüsü ve kalınlık ölçümü (mm)

İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi IBM SPSS 25.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Araştırma için gerekli örneklem genişliği G*Power 3.1.9 programı ile hesaplandı. Böylece gerekli minimum örneklem genişliği, etki genişliği $d=1.098^*$ olmak üzere % 80 test gücünü % 95 güven düzeyinde sağlayacak olan toplam 30 kişidir (15 deney, 15 kontrol) (Şekil 3.13.). Tanımlayıcı veriler aritmetik ortalama, standart sapma, ortanca, alt-üst değerler, sayı, yüzde olarak ifade edildi. Kategorik değişkenlerin değerlendirilmesinde Pearson Ki-Kare testi kullanıldı. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu için Shapiro-Wilk normallik testi ve histogram verileri ile incelendi. Gruplar arasında fark olup olmadığı parametrik test varsayımlarının sağlandığı durumda “Bağımsız 2 grup ortalamasının karşılaştırılması testi (Student t Testi)” sağlanmadığı durumda “Mann-Whitney U Testi” ile incelendi. Verilerin ilişkisel analizleri, normal dağılıma uyanlarda Pearson korelasyon katsayısı, normal dağılıma uymayanlarda ise Spearman Korelasyon Katsayısı incelenerek değerlendirildi. Pearson korelasyon katsayısının nitelendirilmesi; 0.00-0.19 arası önemsiz düzeyde düşük ilişki,

0.20-0.39 arası düşük düzeyde ilişki, 0.40-0.69 arası orta düzeyde ilişki, 0.70-0.89 arası yüksek düzeyde ilişki, 0.90- 1.00 arası çok kuvvetli düzeyde ilişki olarak ifade edildi. Varyans homojenliği Levene testi ile test edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.



Şekil 3.13. Araştırmaya alınacak kişi sayısına göre güç analizi

4. BULGULAR

Bu araştırmaya 15 kadın voleybol oyuncusu ile 15 kadın sedanter üniversite öğrencisi olmak üzere toplam 30 katılımcı dahil edildi. Katılımcılara ait demografik bilgiler Tablo 4.1.'de verildi. Katılımcıların yaş ortalamaları $21,67 \pm 3,01$ yıl, boy uzunlukları ortalaması $164,50 \pm 5,88$ cm, vücut ağırlığı ortalaması $57,97 \pm 5,81$ kg, BKİ'leri ise ortalama $21,47 \pm 2,42$ kg/cm² olarak bulundu.

Tablo 4.1. Tüm katılımcılara ait demografik veriler

Demografik özellikler	N	Ort $\pm$ SD	Ortanca	Alt	Üst
Yaş (yıl)	30	$21,67 \pm 3,01$	21,00	18,00	25,00
Boy (cm)	30	$164,50 \pm 5,88$	163,00	155,00	180,00
Vücut Ağırlığı (kg)	30	$57,97 \pm 5,81$	58,50	47,00	70,00
BKİ (kg/cm ²)	30	$21,47 \pm 2,42$	21,03	16,36	26,17

BKİ: Beden kitle indeksi, N: Sayı, Ort: Ortalama, SD: Standart sapma.

Bireylere ait yaş ve antropometrik ölçümler karşılaştırıldığında, voleybolcular ile sedanter bireylerin yaş ve boy uzunluklarının ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunurken ($p < 0,05$); vücut ağırlığı ve BKİ değerleri arasında anlamlı bir fark görülmedi ($p > 0,05$) (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Katılımcılara ait yaş ve antropometrik ölçümlerin karşılaştırılması

Demografik Özellikler	Voleybolcu (N=15)		Sedanter (N=15)		Test	P
	Ort $\pm$ SD	Ortanca (Alt-Üst)	Ort $\pm$ SD	Ortanca (Alt-Üst)		
Yaş (yıl)	$20,07 \pm 1,94$	19,00 (18,00-25,00)	$23,27 \pm 3,08$	22,00 (19,00-25,00)	-3,401 ^t	0,002*
Vücut ağırlığı (kg)	$59,40 \pm 6,23$	60,00 (48,00-70,00)	$56,53 \pm 5,17$	56,00 (47,00-65,00)	1,371 ^t	0,181
Boy (cm)	$167,73 \pm 6,34$	168,00 (160,00-180,00)	$161,27 \pm 3,01$	162,00 (155,00-165,00)	3,568 ^t	0,002*
BKİ (kg/cm ²)	$21,22 \pm 2,94$	20,94 (16,36-26,17)	$21,73 \pm 1,83$	21,10 (18,83-24,97)	-0,570 ^t	0,573

BKİ: Beden kitle indeksi, t: Bağımsız örneklem t-testi istatistiği, Ort: Ortalama, $p < 0,05$

Katılımcılara ait diğer antropometrik değerlerin karşılaştırmasında voleybolcular ile sedanter bireylerin her iki BU ve sol AÇ ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenirken ($p < 0,05$); diğer parametrelerin ortalamaları arasında anlamlı bir

fark bulunmadı ($p>0,05$). Buna göre voleybolcu oyuncuların her iki BU'larının sedanter bireylere göre daha uzun olduğu görüldü (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Katılımcılara ait diğer antropometrik değerlerin karşılaştırması

Antropometrik özellikler	Voleybolcu (N=15)		Sedanter (N=15)		Test	p
	Ort±SD	Ortanca (Alt-Üst)	Ort±SD	Ortanca (Alt-Üst)		
Sağ BU (cm)	33,93±2,09	34,00 (30,00-37,00)	32,37±1,74	33,00 (29,00-35,50)	2,235 ^t	0,034*
Sol BU (cm)	33,93±2,09	34,00 (30,00-37,00)	32,27±1,58	33,00 (29,00-34,00)	2,467 ^t	0,020*
Sağ AU (cm)	24,13±1,12	24,00 (23,00-26,00)	23,47±0,90	24,00 (21,50-25,00)	1,795 ^t	0,083
Sol AU (cm)	24,20±1,08	24,00 (23,00-26,00)	23,47±1,08	24,00 (21,00-25,00)	1,936 ^t	0,063
Sağ AÇ (cm)	22,50±0,93	22,50 (21,00-25,00)	21,77±0,94	22,00 (20,00-23,00)	68,000 ^u	0,067
Sol AÇ (cm)	22,53±1,01	22,00 (21,00-25,00)	21,77±0,94	22,00 (20,00-23,00)	2,151 ^t	0,040*
Sağ BÇ (cm)	34,80±2,70	34,00 (21,00-41,00)	34,33±2,32	34,00 (29,00-37,00)	0,507 ^t	0,616
Sol BÇ (cm)	34,73±2,63	34,00 (31,00-41,00)	34,40±2,29	34,00 (29,00-37,00)	0,370 ^t	0,714

t: Bağımsız örneklem t-testi istatistiği, u: Mann-Whitney u testi istatistiği, Ort: Ortalama, AU: Ayak uzunluğu, BU: Bacak uzunluğu, AÇ: Ayak çevresi, BÇ: Baldır çevresi, $p<0,05$

Navicular yükseklik değerleri ve fascia plantaris kalınlıklarının karşılaştırılması yapıldığında voleybolcu ve sedanter bireylerin bu değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Katılımcılara ait navicularr yükseklik (NY) değerleri ile fascia plantaris (FP) kalınlıklarının karşılaştırılması

NY ve PF	Voleybolcu (N=15)		Sedanter (N=15)		Test	p
	Ort±SD	Ortanca (Alt-Üst)	Ort±SD	Ortanca (Alt-Üst)		
Sağ NY (cm)	4,45± 0,79	4,50 (3,00-5,50)	3,94±0,70	4,00 (2,00-5,00)	66,500 ^u	0,560
Sol NY (cm)	4,23± 0,66	4,00 (3,00-5,10)	3,95±0,68	4,00 (2,00-5,00)	85,500 ^u	0,267
Sağ FP kalınlığı (mm)	1,07± 0,63	0,8 (4,00-2,90)	1,15±0,48	1,00 (0,80-2,40)	135,000 ^u	0,367
Sol FP kalınlığı (mm)	1,09± 0,36	1,00 (0,50-1,90)	1,11±0,41	0,9 (0,80-1,90)	-0,156 ^t	0,877

u: Mann-Whitney u testi istatistiği, t: Bağımsız örneklem t-testi istatistiği, Ort: Ortalama, NY: Navicularr yükseklik, FP: fascia plantaris, $p<0,05$.

Pes planus deformitesine sahip olma durumlarına göre yapılan istatistikte her iki ayakta da pes planusun aynı oranda görüldüğü, buna göre voleybolcu oyunculara pes planus görülme oranı %13,3 iken spor yapmayanlarda ise bu oran %6,7 olarak bulundu. Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görüldü ($p>0,05$) (Tablo 4.5.).

Tablo. 4.5. Bireylerin pes planus deformitesine sahip olma durumları

Pes planus olma durumu	Voleybolcu (n=15)		Sedanter (n=15)		Test	p
	N	%	N	%		
Sağ ayakta pes planus var	2	% 13,3	1	% 6,7	0,370 ^{χ²}	0,543
Sağ ayakta pes planus yok	13	% 86,7	14	% 93,3		
Sol ayakta pes planus var	2	% 13,3	1	% 6,7	0,370 ^{χ²}	0,543
Sol ayakta pes planus yok	13	% 86,7	14	% 93,3		

χ²: Ki-Kare test istatistiği, p<0,05.

Çalışmaya katılanların MR ölçümlerine göre ayak kaslarının kesitsel alan ölçümlerinin karşılaştırılmasında voleybolcu ve sedanter bireylerin sağ FDB kaslarının kesitsel alanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir fark tespit edildi (p<0,05). Buna göre voleybol oyuncularında sol taraf FDB kasının kesitsel alanları sedanter bireylere göre daha fazla bulundu. Sağ taraf FDB kasının kesitsel alanı da yine voleybolcularda anlamlıya yakın derecede daha fazlaydı (p=0,058). Diğer kasların kesitsel alanları arasında anlamlı bir fark görülmedi (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Bireylerin MR ölçümlerine göre kaslarının kesitsel alan ölçümlerinin karşılaştırılması

Kasların KA değerleri	Katılımcı	Ort±SD	Ortanca (Alt-Üst)	Test	p
Sağ TC kalınlığı (KA) (mm ²)	Voleybolcu	34,09±4,19	35,30 23,50-40,00	-0,191	0,850
	Sedanter	34,56±8,48	34,80 21,50-48,90		
Sol TC kalınlığı (KA)	Voleybolcu	29,70±4,18	28,90 23,94-36,10	-0,862	0,396
	Sedanter	31,64±7,80	31,00 18,40-44,50		
Sağ TA (KA)	Voleybolcu	607,94±203,32	564,90 361,10-1078,20	-1,816	0,080
	Sedanter	752,01±230,25	808,80 202,10-1036,40		
Sol TA (KA)	Voleybolcu	627,32±203,91	560,30 368,50-1088,50	-1,643	0,112
	Sedanter	759,21±234,74	809,50 253,50-1071,10		
Sağ TP (KA)	Voleybolcu	272,14±73,42	254,50 169,10-434,30	-1,290	0,208
	Sedanter	320,34±124,70	333,90 110,00-587,40		
Sol TP (KA)	Voleybolcu	298,41±81,43	265,00 191,20-485,70	-0,937	0,357
	Sedanter	333,96±122,28	312,70 126,90-519,50		
Sağ GCM (KA)	Voleybolcu	1214,93±304,68	1106,50 857,20-1805,90	1,000	0,326
	Sedanter	1104,07±302,59	949,90 689,70-1542,10		
Sol GCM (KA)	Voleybolcu	1180,38±244,86	1105,20 901,30-1605,80	0,642	0,526
	Sedanter	1115,57±305,16	1078,87 644,60-1709,90		
Sağ GCL (KA)	Voleybolcu	628,50±163,61	547,00 427,80-974,00	1,933	0,063
	Sedanter	532,63±100,65	554,60 351,30-678,70		
Sol GCL (KA)	Voleybolcu	602,65±124,20	532,70 481,20-830,00	1,774	0,087
	Sedanter	522,66±122,77	542,80 332,00-734,70		
Sağ FDB (KA)	Voleybolcu	425,43±46,03	425,40 326,70-499,60	2,371	0,029*
	Sedanter	353,33±108,38	373,00 161,80-507,70		
Sol FDB (KA)	Voleybolcu	437,97±48,66	440,90 360,50-549,90	2,014	0,058
	Sedanter	375,05±110,75	398,10 163,60-521,40		
Sağ AbdH (KA)	Voleybolcu	398,98±99,54	368,20 300,80-639,80	0,350	0,729
	Sedanter	383,56±138,68	361,40 145,00-646,60		
Sol AbdH (KA)	Voleybolcu	450,37±115,27	423,70 304,90-649,30	0,932	0,359
	Sedanter	402,30±163,08	396,20 198,70-803,70		
Sağ FHL (KA)	Voleybolcu	372,71±56,16	352,10 320,60-543,20	94,500	0,461
	Sedanter	343,89±86,09	344,40 166,80-519,30		
Sol FHL (KA)	Voleybolcu	352,60±52,17	327,90 301,20-483,10	82,000	0,217
	Sedanter	328,69±86,07	314,40 189,20-551,10		

u: Mann-Whitney u testi istatistiği, t: Bağımsız örneklem t-testi istatistiği, Ort: Ortalama, KA: kesitsel alan, TC: tendo calcaneus, TA: m. tibialis anterior, TP: m. tibialis posterior, GCM: m. gastrocnemius caput mediale, GCL: m. gastrocnemius caput laterale, AbdH: m. abductor hallucis, FHL: m. flexor hallucis longus, p<0,05.

Fascia plantaris kalınlık ölçümleri ile yaş ve antropometrik ölçümler arasındaki korelasyona bakıldığında, voleybolcu bireylerin sağ fascia plantaris ölçümleri ile gerek sağ BÇ (yüksek düzeyde, pozitif yönlü ilişki) gerekse sol BÇ (yüksek düzeyde, pozitif yönlü ilişki) ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulundu ($p<0,05$). Sol taraf fascia plantaris kalınlık ölçümleri ile her iki BÇ arasında da benzer şekilde ancak yüksek düzeyde anlamlı ilişkiler olduğu görüldü ($p<0,05$).

Sedanter bireylerde ise sol fascia plantaris kalınlığı ile her iki BU ölçümleri arasında negatif yönde ve orta düzeyde anlamlı ilişkilerin varlığı ortaya konuldu ($p<0,05$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Katılımcıların fascia plantaris ölçümlerinin yaş ve antropometrik ölçümler ile olan ilişkisi

	Fascia Plantaris Ölçümleri							
	Voleybolcu				Sedanter			
	Sağ		Sol		Sağ		Sol	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Yaş (yıl)	0,483 ^S	0,068	0,383 ^P	0,159	0,239 ^P	0,391	0,282 ^P	0,309
Vücut ağırlığı (kg)	0,454 ^S	0,089	0,494 ^P	0,061	0,131 ^P	0,643	-0,191 ^P	0,496
Boy (cm)	0,012 ^S	0,967	-0,167 ^P	0,551	0,205 ^P	0,463	-0,003 ^P	0,991
BKİ (kg/ cm ²)	0,337 ^S	0,220	0,459 ^P	0,085	0,029 ^P	0,919	-0,225 ^P	0,421
Sağ BU	0,193 ^S	0,490	0,010 ^P	0,973	-0,386 ^P	0,155	-0,619 ^{P*}	0,014*
Sol BU	0,193 ^S	0,490	0,010 ^P	0,973	-0,375 ^P	0,168	-0,628 ^{P*}	0,012*
Sağ AU	-0,122 ^S	0,665	-0,195 ^P	0,487	-0,210 ^P	0,453	-0,234 ^P	0,401
Sol AU	-0,051 ^S	0,856	-0,219 ^P	0,433	-0,190 ^P	0,498	-0,212 ^P	0,449
Sağ AÇ	0,276 ^S	0,320	0,019 ^S	0,946	0,272 ^P	0,327	0,055 ^P	0,845
Sol AÇ	0,333 ^S	0,226	0,076 ^P	0,788	0,115 ^P	0,682	-0,150 ^P	0,594
Sağ BÇ	0,707 ^{S**}	0,003*	0,720 ^{P**}	0,002*	0,117 ^P	0,679	-0,103 ^P	0,714
Sol BÇ	0,680 ^{S**}	0,005*	0,740 ^{P**}	0,002*	0,095 ^P	0,735	-0,129 ^P	0,648

p: Pearson korelasyon test istatistiği, **s:** Spearmen korelasyon test istatistiği, **BU:** Bacak uzunluğu, **AU:** Ayak uzunluğu, **AÇ:** Ayak çevresi, **BÇ:** Baldır çevresi, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Voleybol oyuncularını ile sedanter bireylerin fascia plantaris kalınlık ölçümleri ile MR görüntüleri üzerinden alınan kaslarının kesitsel alan ölçümleri ve NY arasındaki korelasyona bakıldığında voleybolcuların sağ taraf fascia plantaris kalınlık ölçümleri ile sağ tarafta gerek GCM (yüksek düzeyde ilişki) gerekse GCL (orta düzeyde ilişki) kaslarının kesitsel alanları arasında pozitif yönde ilişkiler saptanırken ($p<0,01$), sol taraf GCM ve GCL kaslarının kesitsel alanları arasında ise orta düzeyde pozitif yönde ilişkiler gözlemlendi. Sağ fascia plantaris kalınlığı ile beklenildiği gibi sağ tarafta değil de sol taraf AbdH ve sol FHL kaslarının kesitsel alanları arasında pozitif yönde orta düzey bir ilişki

($p<0,05$) bulundu. Öte yandan yine voleybolcularda sol taraf fascia plantaris kalınlığı ile gerek sağ, gerekse sol tarafta GCM kaslarının kesitsel alan ölçümleri arasında pozitif yönde ilişkiler olduğu ortaya konulmuştur ($p<0,01$), ($p<0,05$).

Sedanter bireylerde ise sağ fascia plantaris kalınlık ölçümleri ile sol GCL arasında pozitif yönde orta düzey bir ilişki bulunurken ($p<0,05$); sol taraf fascia plantaris kalınlığı ile sağ ve sol NY ölçümleri arasında pozitif yönde orta düzey bir ilişki olduğu saptandı ($p<0,05$) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Katılımcıların fascia plantaris ölçümlerinin MR görüntüleri üzerinden alınan kaslarının kesitsel alan ölçümleri ile olan ilişkisi

NY ve kasların KA Değerleri	Fascia Plantaris Ölçümleri							
	Voleybolcu				Sedanter			
	Sağ		Sol		Sağ		Sol	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Sağ NY (cm)	0,504 ^s	0,055	0,411 ^s	0,128	0,545 ^s	0,476	0,618 ^{s*}	0,014*
Sol NY (cm)	0,043 ^s	0,878	0,065 ^s	0,817	0,036 ^s	0,073	0,555 ^{s*}	0,032*
Sağ TC kalınlığı (KA) (mm ²)	-0,194 ^s	0,488	0,072 ^p	0,800	0,268 ^p	0,334	0,316 ^p	0,251
Sol TC kalınlığı (KA)	-0,219 ^s	0,433	-0,105 ^p	0,709	0,356 ^p	0,193	0,204 ^p	0,467
Sağ TA (KA)	-0,339 ^s	0,216	-0,081 ^p	0,775	-0,178 ^p	0,525	-0,376 ^p	0,167
Sol TA (KA)	-0,365 ^s	0,182	-0,150 ^p	0,594	-0,174 ^p	0,535	-0,372 ^p	0,172
Sağ TP (KA)	-0,417 ^s	0,122	-0,074 ^p	0,794	0,198 ^p	0,479	0,027 ^p	0,925
Sol TP (KA)	-0,238 ^s	0,392	-0,265 ^p	0,340	0,122 ^p	0,664	-0,077 ^p	0,786
Sağ GCM (KA) *	0,729 ^{s**}	0,002*	0,761 ^{p**}	0,001*	0,162 ^p	0,564	0,069 ^p	0,808
Sol GCM (KA) *	0,655 ^{s**}	0,008*	0,634 ^{p*}	0,011*	0,387 ^p	0,154	0,254 ^p	0,361
Sağ GCL (KA) *	0,617 ^{s*}	0,014*	0,484 ^p	0,067	0,386 ^p	0,155	0,369 ^p	0,176
Sol GCL (KA) *	0,547 ^{s*}	0,035*	0,484 ^p	0,068	0,600 ^p	0,018*	0,501 ^p	0,057
Sağ FDB (KA)	0,213 ^s	0,445	-0,017 ^p	0,951	-0,207 ^p	0,459	0,048 ^p	0,864
Sol FDB (KA)	-0,221 ^s	0,429	0,086 ^p	0,761	-0,326 ^p	0,235	-0,032 ^p	0,909
Sağ AbdH (KA)	0,188 ^s	0,502	-0,064 ^p	0,820	0,503 ^p	0,056	0,489 ^p	0,064
Sol AbdH (KA) *	0,520 ^{s*}	0,047*	0,140 ^p	0,619	0,425 ^p	0,114	0,467 ^p	0,079
Sağ FHL (KA)	0,404 ^s	0,136	0,313 ^s	0,257	0,454 ^s	0,089	0,501 ^s	0,057
Sol FHL (KA) *	0,524 ^{s*}	0,045*	0,374 ^s	0,69	0,186 ^p	0,508	0,125 ^p	0,658

p: Pearson korelasyon test istatistiği, **s:** Spearman korelasyon test istatistiği **NY:** Navicular yükseklik, **TC:** tendo calcaneus, **TA:** m. tibialis anterior, **TP:** m. tibialis posterior; **GCM:** m. gastrocnemius caput mediale, **GCL:** m. gastrocnemius caput lateralis, **AbdH:** m. abductor hallucis, **FHL:** m. flexor hallucis longus, **KA:** Kesit alanı, *: $p<0,05$, **: $p<0,01$.

Çalışmaya katılanların navicular yükseklik değerleri ile yaş ve antropometrik ölçümleri arasındaki korelasyona bakıldığında voleybolcu bireylerin sağ navicular yükseklik ölçümleri ile BKİ değerleri arasında anlamlı ve pozitif yönde korelasyon bulundu ($p<0,05$). (Tablo 4.9).

Voleybolcularda sağ taraf navicular yükseklik değerleri ile her iki taraf AÇ ve BÇ ölçümleri arasında pozitif yönde orta düzey ve anlamlı ilişkiler bulundu ($p<0,05$). Ayrıca sol taraf navicular yükseklik değerleri ile her iki taraf AÇ ölçümleri arasında pozitif yönde orta düzey anlamlı ilişkiler bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.9.).

Sporcu olmayan gruptaki bireylerin sol navicular yükseklik değerleri ile yaşları arasında pozitif yönde yüksek düzey bir ilişki bulunurken ($p<0,01$), sağ navicular yükseklik değerleri ile yaşları arasında orta düzeyde pozitif yönde anlamlı ilişkiler bulundu ($p<0,05$). NY değerleri ile sol BU, sağ AU ölçümleri arasında negatif yönde orta düzey bir ilişki olduğu bulundu ($p<0,05$). Ayrıca sedanter bireylerin NY değerleri ile sağ BU ($p<0,05$) ve sol BU ($p<0,01$) ölçümleri arasında negatif yönde orta düzey bir ilişki, sağ ve sol AU ile de negatif yönde yüksek düzey anlamlı ilişkiler bulundu ($p<0,01$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Katılımcıların navicular yükseklik değerlerinin yaş ve antropometrik ölçümler ile olan ilişkisi

	Navicular Yükseklik Ölçümleri							
	Voleybolcu				Sedanter			
	Sağ		Sol		Sağ		Sol	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Yaş (yıl)	0,350 ^s	0,201	0,006 ^s	0,984	0,683 ^{s**}	0,005*	0,813 ^{s**}	0,000*
Vücut ağırlığı (kg)	0,486 ^s	0,066	0,049 ^s	0,862	0,018 ^s	0,949	-0,092 ^s	0,745
Boy (cm)	-0,437 ^s	0,104	-0,417 ^s	0,122	-0,070 ^s	0,804	-0,064 ^s	0,822
BKİ (kg/ cm ²)	0,555 ^{s*}	0,032*	0,248 ^s	0,373	0,022 ^s	0,938	-0,083 ^s	0,769
Sağ BU (cm)	-0,190 ^s	0,497	-0,392 ^s	0,149	-0,482 ^s	0,069	-0,631 ^{s*}	0,012*
Sol BU (cm)	-0,190 ^s	0,497	-0,392 ^s	0,149	-0,514 ^s	0,050*	-0,650 ^{s**}	0,009*
Sağ AU (cm)	-0,398 ^s	0,142	-0,331 ^s	0,228	-0,540 ^{s**}	0,038*	-0,723 ^{s**}	0,002*
Sol AU (cm)	-0,309 ^s	0,263	-0,270 ^s	0,331	-0,492 ^s	0,062	-0,725 ^{s**}	0,002*
Sağ AÇ (cm)	0,562 ^{s*}	0,029*	0,637 ^{s*}	0,011*	0,200 ^s	0,475	0,218 ^s	0,434
Sol AÇ (cm)	0,545 ^{s*}	0,036*	0,579 ^{s*}	0,024*	0,262 ^s	0,345	0,218 ^s	0,434
Sağ BÇ (cm)	0,694 ^{s**}	0,004*	0,249 ^s	0,371	-0,007 ^s	0,979	-0,103 ^s	0,715
Sol BÇ (cm)	0,650 ^{s**}	0,009*	0,198 ^s	0,480	0,032 ^s	0,911	-0,089 ^s	0,754

s: Spearman korelasyon test istatistiği, BU: Bacak uzunluğu, AU: Ayak uzunluğu, AÇ: Ayak çevresi, BÇ: Baldır çevresi, *:p<0,05, **:p<0,01.

Navicular yükseklik (NY) değerlerii ile MR ölçümlerine göre kasların kesitsel alan ölçümleri arasındaki korelasyona göre; voleybolcu bireylerin sağ taraf navicular yükseklik değerleri ile sağ GCM ve sol FHL ($p<0,01$) kaslarının kesitsel alanları arasında pozitif yönde, yüksek düzey bir ilişki olduğu ($p<0,01$), sol GCM kası, sağ ve sol GCL kasları arasında da pozitif yönde, orta düzey bir ilişki olduğu görülürken ($p<0,05$); sol navicular yükseklik değerleri ile sol FHL arasında pozitif yönde, orta düzey bir ilişki olduğu tespit edildi ($p<0,01$). Sedanter bireylerin ise sağ navicular yükseklik değerleri ile sağ ve sol FP kalınlıkları arasında pozitif yönde, orta düzey bir ilişki olduğu ($p<0,05$); sol

navicular yükseklik ile sol PF kalınlıkları arasında pozitif yönde, orta düzey bir ilişki olduğu görüldü ($p<0,05$) (Tablo 4.10).

Genel anlamda sporcularda m. gastrocnemius kasının kesitsel alanları ile sağ NY değerleri arasında pozitif bir korelasyondan bahsedebiliriz. Sedanterlerde de FP kalınlık ölçümünün NY ile arttığını söyleyebiliriz (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Katılımcıların navicular yükseklik değerlerinin MR ölçümlerinden elde edilen kaslarının kesitsel alan değerleri ile olan ilişkisi

Kasların KA ölçümleri	Navicular Yükseklik Ölçümleri							
	Voleybolcu				Sedanter			
	Sağ		Sol		Sağ		Sol	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Sağ FP kalınlığı (mm)	0,504 ^S	0,055	0,043 ^S	0,878	0,545^{S*}	0,036*	0,476 ^S	0,073
Sol FP kalınlığı (mm)	0,411 ^S	0,128	0,065 ^S	0,817	0,618^{S*}	0,014*	0,555^{S*}	0,032*
Sağ TC kalınlığı (mm ²)	-0,354 ^S	0,196	-0,505 ^S	0,055	0,447 ^S	0,095	0,469 ^S	0,078
Sol TC kalınlığı (KA) (mm ²)	-0,296 ^S	0,285	-0,256 ^S	0,357	0,342 ^S	0,212	0,290 ^S	0,295
Sağ TA (KA) (mm ²)	-0,151 ^S	0,592	-0,108 ^S	0,703	-0,055 ^S	0,847	-0,198 ^S	0,480
Sol TA (KA) (mm ²)	-0,194 ^S	0,488	-0,104 ^S	0,713	-0,182 ^S	0,517	-0,279 ^S	0,314
Sağ TP (KA) (mm ²)	-0,445 ^S	0,097	-0,201 ^S	0,474	0,102 ^S	0,718	0,009 ^S	0,974
Sol TP (KA) (mm ²)	-0,372 ^S	0,172	-0,085 ^S	0,762	0,189 ^S	0,500	0,116 ^S	0,680
Sağ GCM (KA) (mm ²)	0,744^{S**}	0,001*	0,436 ^S	0,104	0,124 ^S	0,660	-0,007 ^S	0,979
Sol GCM (KA) (mm ²)	0,578^{S*}	0,024*	0,293 ^S	0,289	0,327 ^S	0,234	0,179 ^S	0,523
Sağ GCL (KA) (mm ²)	0,577^{S*}	0,024*	0,310 ^S	0,261	0,244 ^S	0,381	0,226 ^S	0,417
Sol GCL (KA) (mm ²)	0,575^{S*}	0,025*	0,258 ^S	0,354	0,393 ^S	0,148	0,279 ^S	0,314
Sağ FDB (KA) (mm ²)	0,401 ^S	0,139	0,401 ^S	0,139	0,265 ^S	0,339	0,244 ^S	0,381
Sol FDB (KA) (mm ²)	0,042 ^S	0,883	0,095 ^S	0,737	0,149 ^S	0,596	0,161 ^S	0,567
Sağ AbdH (KA) (mm ²)	0,334 ^S	0,224	0,443 ^S	0,098	0,124 ^S	0,661	0,105 ^S	0,709
Sol AbdH (KA) (mm ²)	0,435 ^S	0,105	0,276 ^S	0,319	0,007 ^S	0,979	0,057 ^S	0,839
Sağ FHL (KA) (mm ²)	0,384 ^S	0,158	0,300 ^S	0,278	0,265 ^S	0,339	0,096 ^S	0,734
Sol FHL (KA) (mm ²)**	0,745^{S**}	0,001**	0,647^{S**}	0,009*	0,222 ^S	0,427	0,042 ^S	0,881

s: Spearman korelasyon test istatistiği, FP:fascia plantaris, TC: tendo calcaneus, TA: m. tibialis anterior, TP: m. tibialis posterior, GCM: m. gastrocnemius caput mediale, GCL: m. gastrocnemius caput laterale, FDB: m.flexor digitorum brevis, AbdH: m. abductor hallucis, FHL: m. flexor hallucis longus, KA: Kesit alanı, * $p<0,05$, ** $p<0,01$.

Baldır çevresi ölçümleri ile tendo calcaneus kalınlık ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı ilişkiler bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Katılımcıların baldır çevresi ölçümlerinin tendo calcaneus kalınlık ölçümleri ile olan ilişkisi

TC kalınlığı	Baldır Çevresi Ölçümü							
	Voleybolcu				Sedanter			
	Sağ		Sol		Sağ		Sol	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Sağ TC kalınlığı (KA) (mm ²)	0,090 ^P	0,750	0,107 ^P	0,705	-0,152 ^P	0,588	-0,113 ^P	0,689
Sol TC kalınlığı (KA) (mm ²)	0,052 ^P	0,854	0,012 ^P	0,965	0,062 ^P	0,827	0,109 ^P	0,698

p: Pearson korelasyon test istatistiği, TC: tendo calcaneus, KA: Kesit alanı, $p<0,05$.

Sağ ve sol pes planus deformitesinin varlığı ile fascia plantaris kalınlıklarının karşılaştırılmasına ait bilgiler Tablo 4.12.'de verildi. Sağ pes planus varlığı ile sağ ve sol fascia plantaris kalınlıkları arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). Ancak pes planus deformitesine sahip olmayan grupta sol fascia plantaris kalınlıklarının ortalamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.12). Bu ise pes planus deformitesinde fascia plantaris kalınlığının azaldığı yönünde yorumlanabilir.

Tablo 4.12. Katılımcıların sağ ve sol pes planus varlığı ile fascia plantaris (FP) kalınlıklarının karşılaştırılması

	Sağ pes planus		t	p	Sağ pes planus		t	p
	Var (Ort-SD)	Yok (Ort-SD)			Var (Ort-SD)	Yok (Ort-SD)		
Sağ PF (mm)	0,67-0,23	1,16-0,56	66,000 ^u	0,86	0,67-0,23	1,16-0,56	66,000 ^u	0,86
N	3	27			3	27		
Sol PF (mm)	0,70-0,17	1,15-0,37	-2,042 ^t	0,015	0,70-0,17	1,15-0,37	-2,042 ^t	0,015
N	3	27			3	27		

u: Mann-Whitney u testi istatistiği, **t:** Bağımsız örneklem t-testi istatistiği, **Ort:** Ortalama, **SD:** Standart sapma

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada uzun süreli egzersizin ayak arcus'larını destekleyen yapılarda yol açabileceği morfolojik değişiklikleri değerlendirmeyi amaçladık ve bu bağlamda voleybol oyuncularında fascia plantaris, tendo calcaneus ve arcus longitudinalis medialis'e destek veren ayak kaslarının MRG yöntemleri ile elde edilen ölçümlerini ve bazı antropometrik parametreleri normal bireylerle karşılaştırarak değerlendirdik. Voleybol oyuncularında her iki bacak uzunluğu sedanter bireylere göre daha fazlaydı. Bu durum voleybol oyuncularının boylarının sedanter gruba göre daha uzun olmasından kaynaklanmaktadır. Bacak uzunluğunun yanı sıra voleybolcularda sol ayak çevresinin de kontrol grubuna göre daha uzun olduğu saptanmıştır. Diğer antropometrik değerler açısından her iki grup arasında anlamlı bir farklılık ortaya konulmamıştır.

Benzer doğrultuda daha önce yapılmış olan çalışmalarda sporcuların ayak yapılarına ilişkin ölçümler farklı yöntemlerle değerlendirilmiş olmakla birlikte sedanter bireylerle karşılaştırılmış çalışmalara literatürde rastlamadık. Çalışmamız diğer çalışmalardan bu yönüyle özgün olabilir (1, 112, 115).

Voleybolcu ve sedanter bireylerin navicular yükseklik ve fascia plantaris kalınlığı arasında beklenildiğinin aksine anlamlı bir fark bulunmadı. Voleybol oyuncularında pes planus görülme sıklığı %13,3 iken sedanter bireylerde %6,7 olarak saptanmıştır ve pes planus aynı bireyin her iki ayağında da gözlenmektedir. Ancak örneklem sayısının görece düşük olması bu doğrultudaki değerlendirmenin güvenilirliğini etkilemektedir. Çalışmamızda 15 voleybolcudan ikisinde, sedanter bireylerden ise yalnızca birinde pes planus gözlenmiştir.

Çalışmada MR görüntüleri üzerinden alınan kesitsel kas alan ölçümleri ile bazı antropometrik değerler arasındaki ilişki de değerlendirilmiştir. Ancak bulgularımız beklenen ilişkileri yalnızca kısmen desteklemiştir. Voleybol oyuncularında özellikle sağ tarafta m. flexor digitorum brevis'in kesitsel alan ölçümünün herhangi bir spor dalı ile ilgilenmeyen bireylere göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Benzer bir farklılık sol ayak için de gözlenmekle birlikte söz konusu fark istatistiksel açıdan anlamlıya yakındır.

Arcus longitudinalis medialis yapısına pasif destek sağlayan fascia plantaris, calcaneus'un medial tüberkülünden başlayarak metatarsal kemiklerin başlarına doğru

longitudinal bir ekseninde uzanan çok katlı kalın bir fibröz dokudur. Fascia plantaris, ayak tabanı uzun eksen boyunda arcus longitudinalis medialis'i destekleyerek ark bütünlüğünün korunmasına katkı sağlar. Ağırlık taşıma sırasında toplam yükün %14 kadarını tek başına taşır. Ayak arkları arasındaki fonksiyonel bütünlüğü; arkı oluşturan kemik yapıların şekilleri, plantar ligamentler (kemiklerin alt yüzeylerini birbirine bağlar), fascia plantaris ve plantar yüzde yer alan kas ve tendonlar sağlar (116).

Arcus longitudinalis medialis'i destekleyen kas ve ligamentlerin yanı sıra fascia plantaris de bu doğrultuda önemli bir rol oynamaktadır. Obezite, uzun süre ayakta durmak, aşırı fiziksel egzersiz gibi etmenlerin gerek fascia plantaris gerekse ayak kubbesinin yapısına katılan yapılar üzerinde olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir (6).

Bununla birlikte sürekli sıçrama hareketlerinin yer aldığı bir spor dalı olan voleybolda m. gastrocnemius'un her iki başından alınan kesitsel alan ölçümleri ile fascia plantaris kalınlığı arasında pozitif yönde yüksek düzey bir ilişki saptanmıştır. Pes planus deformitesi olan bireylerde, fascia plantaris'de incelmenin gözlemlendiği göz önünde bulundurulursa (1) belli bir düzeyde gerçekleştirilen egzersizin bireyi pes planus'dan koruyacağı da ileri sürülebilir.

Daha önce yapılmış olan çalışmalarda düşük arcus longitudinalis medialis yapısının optimal ayak fonksiyonunda azalmaya yol açtığı, plantar fasciitis, patellar tendinit gibi yumuşak doku, alt ekstremit ve bel yaralanmalarına neden olabileceği belirtilmiştir (4, 5). Düşük arcus longitudinalis medialis yapısının sporcularda patellofemoral ağrı sendromu, medial tibial stres sendromu gibi aşırı kullanıma bağlı alt ekstremit yaralanma riskini arttırdığı bununla birlikte sporcunun oyun içindeki sıçrama performansını olumsuz yönde etkilediği de gösterilmiştir (5).

Araştırmacılar pes planus olgularında fascia plantaris'in özellikle ön ve orta bölümlerinde incelme saptandığını belirtmişlerdir (1). Bu çalışmada da pes planus'u olan bireylerde fascia plantaris'in daha ince bir yapıya sahip olduğunu gözlemledik. Ancak çalışmada sol tarafta gözlenen fascia plantaris inceliği anlamlı olmasına karşın sağ tarafta pes planus olguları ile herhangi bir patolojik değişimin gözlenmediği bireyler arasında fascia plantaris kalınlığı açısından herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Aynı şekilde pes planus vaka sayısının az olmasının bulguları etkilemiş olabileceğini göz önünde bulundurmanız gerektiğini söyleyebiliriz.

Angın ve arkadaşları (2014) çalışmalarında arcus longitudinalis medialis'i destekleyen yapıların pes planus gelişimindeki etkilerinin tam olarak anlaşılmamakla birlikte rolü olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar çalışmalarında 49 sağlıklı, 49 da pes planuslu ayağı olan kişilerin fascia plantaris kalınlıklarını, ayak intrinsik kaslarının (m. flexor digitorum longus (FDL), m. flexor hallucis longus (FHL), m. peroneus longus ve brevis (PER), m. flexor hallucis brevis (FHB), m. flexor digitorum brevis (FDB) ve m. abductor hallucis (AbH)) kaslarının ultrasonografi görüntüleme yöntemi (USG) ile kesitsel alanlarını karşılaştırmışlar ve AbH, FHB ve PER kaslarının kesitsel alanlarını önemli ölçüde daha küçük bulmuşlardır. FDL ve FHL kaslarının kesitsel alanlarının pes planus grubunda anlamlı olarak daha fazla olduğunu belirlemişler. Araştırmacılar aynı zamanda pes planus olgularında fascia plantaris'in orta (%10.6) ve ön (%21.7) bölümlerinin daha ince bir yapıda olduğunu ortaya koymuşlardır (1).

Bu çalışmada beklentimiz m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis gibi arcus longitudinalis medialis'i destekleyen kasların voleybol oyuncularında daha güçlü (kesitsel alanlarının daha fazla) bir yapıya sahip olacakları ve sporcuda pes planus gelişmesine engel olacağı doğrultusunda idi. Ancak her iki grup arasında sadece sol taraf FDB kaslarının kesitsel alan ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık söz konusuken, diğer kasların kesit alanları arasında anlamlı bir farklılık saptanamadı. Bu duruma kas kesit alanının kas gücünü net olarak yansıtmaması sebep olabilir. Çalışma sırasında kas kesit alanı yerine kas hacminin değerlendirilmesi görece daha güvenilir bulguların ortaya konulmasını sağlayabilir. Angın ve arkadaşları çalışmalarında FHL kas kesit alanının pes planus olgularında daha kalın olduğunu saptamışlardır. Bizim çalışmamızda FHL kas kesit alanı sporcu ve sedanter grup arasında fark göstermemektedir.

Carlos ve arkadaşları (2018) yaptıkları çalışmada Staheli ve Chippaux-Smirak indeksi ile ayak izi parametrelerine ve arcus longitudinalis medialis açısına bakmışlar ve bu açı ile navicular drop testi arasındaki korelasyonunu incelemişler. Çalışmalarına 59,3'ü kadın olan ve yaş ortalaması $27,8 \pm 56$ yıl olan bireyler dahil edilmiş. Navicular drop testi ile ayak izleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek korelasyonlar bulunmuş (117).

Biz çalışmamızda katılımcıların m. flexor hallucis longus kaslarının ayak MRG kesitsel alan ölçümü ile navicular yükseklik değerleri arasında pozitif yönde orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon belirledik. Bu durumda FHL kasının kesitsel

alanı ile navicular yükseklik ölçümleri arasındaki korelasyon bize bu kasın medial arkı destekleyen önemli bir kas olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızda voleybol oyuncularında navicular yükseklik ve ayak çevresi arasında pozitif yönde korelasyonlar bulduk. Bu durumda ayak çevresi dolayısıyla bu bölgedeki kasların gelişiminin navicular yüksekliği arttırdığını ve pes planus riskini de azalttığını söyleyebiliriz.

Spor yapmayan grupta ise navicular yükseklik ile ayak ve bacak uzunluğu arasında negatif yönde korelasyonlar bulduk. Bu durumda ayak ve bacak uzunluğunun artması navicular yüksekliği azalttığından bu durumun pes planus riskini de arttırdığını söyleyebiliriz.

Yapılan bazı çalışmalara göre fascia plantaris kalınlığının 4 mm'nin üzerinde olması plantar fasciitis'e yatkınlığı desteklemektedir. Plantar fasciitis çok sayıda etken tarafından tetiklenen patolojik bir olgudur; bunların arasında spor ya da aşırı fiziksel egzersiz, obezite, yaş, cinsiyet, uzun süre ayakta durmak, ayakta pes planus'a eşlik eden pronasyonu ya da ayak dorsifleksiyonunun sınırlandırılması gibi etkenler yer almaktadır (8, 9, 10). Cheung ve arkadaşları (2016) plantar fasciitis'i olan ve olmayan 20 koşucu üzerinde yaptıkları çalışmada intrinsik ayak kaslarını MRG ile hacimsel olarak ölçmüşler ve plantar fasciitis olan koşucularda plantar fasciitis olmayanlara göre kas hacimlerinin daha az olduğunu saptamışlar (118).

Bu çalışmada m. gastrocnemius MRG kesitsel alanı ve fascia plantaris kalınlığı arasındaki ilişki değerlendirilmiş ve m. gastrocnemius'un kesitsel alanı ile fascia plantaris kalınlığı arasında pozitif yönde orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Voleybol oyuncularında özellikle sağ taraf GCM ve GCL kaslarının kesitsel alan ölçümleri arttıkça fascia plantaris kalınlığının arttığı gözlenmiştir. Navicular yükseklik ile fascia plantaris arasında gözlenen pozitif yöndeki korelasyonu göz önünde bulunduracak olursak bacak arka bölgesi kaslarının güçlenmesinin bireyi pes planus gelişiminden koruyacağı sonucuna varabiliriz.

Aranda Bolivar ve arkadaşları (2013) ise 50 plantar fasciitis'li 50 de kontrol grubu arasında arka grup kasların esnekliği konusunda karşılaştırma yapmış, bunun sonucunda da gruplar arasındaki bireylerde arka grup kasların kısalık test sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (10).

Voleybol ardışık kısa süreli yüklenme ve dinlenme periyotlarından oluşan, dinamizmi yüksek olan bir spor dalıdır. Aynı zamanda hız ve çeviklik gerektiren savunma ve hücum hareketlerinden oluşan, oyuncunun maçtaki konumuna göre değişebilen çeşitli sıçrama pozisyonları içeren bir mücadele sporudur (12). Bu çalışmada özellikle ayak arcus'larını desteklemekte olan kaslar ve bu doğrultuda gerçekleşen patolojik değişimler değerlendirilmiştir. Ancak yapılmış olan çalışmalarda voleybolcularda diz yaralanmalarının %33'lük bir oranla birinci sırada yer aldığı ileri sürülmektedir, bunu %17'lik bir oranla ayak bileği ve omuz yaralanmaları izlemektedir (13).

Kas hacminin sporcuların performansını etkilediğine inanılır (112). Bacak kaslarının kuvveti performansta önemli rol oynar. Bu yüzden, bireysel ve takım başarısını sürdürmek için vücudun kemik, kas, yağ ve diğer komponentleri hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Emirzeoğlu ve arkadaşları (2007) tarafsız bir yaklaşım olan stereolojik yöntemle hesaplanan futbolcuların bacak bölgesi toplam kas hacmi ile bacak antropometrik verileri arasındaki ilişkiyi incelemişler. Bu amaçla, yaşları 16-19 arasında değişen 30 erkek futbolcunun verileri analiz edilmiş Önce bacak çevresi ve uzunluğu antropometrik olarak ölçülmüş, sonra bacak kaslarının hacmi MR görüntüleri üzerinden stereolojik metotlar kullanılarak hesaplanmış. Ortalama bacak uzunluğu $48,30 \pm 0,28$ cm, ortalama bacak çevresi $36,32 \pm 0,41$ cm bulunmuş. Bacağın toplam kas hacmi $1526,53 \pm 25,11$ cm³ olarak hesaplanmış. Elde edilen verilerin istatistik analizleri; antropometrik ölçümlerle bacak toplam kas hacmi arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermiş. (112). Biz de çalışmamızda baldır çevresi ile GCM kasının MRG kesitsel alanı arasında yüksek, m. tibialis posterior kesitsel kas alanı arasında orta ve m. tibialis anterior kesitsel kas alanı arasında düşük düzeyde pozitif yönlü bir korelasyon bulduk.

Contarlı N. ve arkadaşları (2022) cimnastikçilerde pes planus varlığını ortaya koyarak dinamik denge ve kas aktivasyonu üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmaya, 44 jimnastikçiyi gönüllü olarak dâhil etmişler. Cimnastikçilerin yaş ortalamaları $12,47 \pm 4,34$ yıl, boy ortalamaları $1,46 \pm 0,17$ m, vücut ağırlıkları ortalamaları $40 \pm 16,55$ kg idi. Bunlardan pes planuslu olan 28 cimnastikçinin yaş ortalaması $12,28 \pm 4,30$ yıl, pes planusu olmayan 16 cimnastikçinin yaş ortalaması $12,81 \pm 4,53$ yıl olarak bulunmuş. Sporcuların pes planus varlığına podoskop cihazı kullanılarak Clark açısı ile, dinamik dengeleri Y Balans Testi ile, kasların aktivasyonu yüzeyel elektromiyografi (yEMG) cihazı ile maksimum izometrik kontraksiyon (MIK) ve dikey

sıçrama sırasında ölçmüşler. Sporcuların dikey sıçrama yükseklikleri Speedmat cihazı ile değerlendirilmiş. Pes planuslu ve pes planusu olmayan cimnastikçilerin dinamik dengeleri, dikey sıçrama yükseklikleri ve MİK değerleri arasında fark bulunmamış. Cimnastikçilerde fleksibl pes planusun görüldüğü gözlenmiş. Dikey sıçramanın havaya çıkış periyodunda m. gastrocnemius caput mediale'nin; dikey sıçramanın iniş aşamasında ise m. gastrocnemius caput mediale ve m. soleus kaslarının pes planuslu sporcularda aktivasyonlarının daha düşük olduğu saptanmış. Cimnastikçilerde pes planus görülme sıklığının fazla olduğunun, antrenman ve fizyoterapi uygulamalarında buna yönelik aktivitelerin yapılması gerektiğinin sonucuna varmışlar. (114).

Bu çalışmada 15 voleybol oyuncununun yalnızca ikisinde pes planus gözlenmiş ve her iki olguda da özellikle sol tarafta fascia plantaris kalınlığının daha az olduğu gözlenmiştir.

Pes planus olgularında fascia plantaris kalınlığı azaldığı için m. gastrocnemius kasları da daha zayıf dolayısıyla kesitsel alanları daha az ve kuvveti de az olur (119). Biz de çalışmamızda fascia plantaris kalınlıkları ile m. gastrocnemius kasının kesitsel alanları arasında pozitif yönde ve orta düzeyde bir korelasyon ve istatistiksel olarak da anlamlılık bulduk.

Ercan D.H. ve arkadaşları (2019) adölesan voleybol oyuncuları üzerinde yaptıkları çalışmada arcus longitudinalis medialis yüksekliğinde azalma görülen adölesan voleybol oyuncularında, Dinamik bantlama yönteminin vertikal sıçrama yüksekliği ile arcus longitudinalis medialis yüksekliği üzerine etkisinin incelemişler. Çalışmaya yaş ortalaması $\pm$ ss 15,22 $\pm$ 1,54 olan 23 adölesan kadın voleybol oyuncusu dahil edilmiş Sporcuların navicular düşme miktarı navicular düşme testine göre belirlenmiş ve 8 mm ve daha fazla navicular düşme miktarı olan oyuncuların Dinamik bant ile arcus longitudinalis medialis desteği verilmiş. Oyuncuların hem ayakkabılı hem ayakkabısız, bantlama öncesi ve sonrası, sekiz farklı zeminde değerlendirilen vertikal sıçrama yükseklikleri karşılaştırıldığında, tüm durumlarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış. Sporcuların Dinamik bantlama sonrası sağ ve sol ayak navicular düşme miktarı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmış. Çalışmanın sonuçları Dinamik bantlamanın vertikal sıçrama yüksekliğini değiştirmediğini ancak arcus longitudinalis medialis yüksekliğini arttırmada etkili olabileceğini göstermiş. Direkt performans üzerine etkisi gösterilememiş olsa da Dinamik bantın navicular düşme miktarında artış olan asemptomatik adölesan sporcularda arcus longitudinalis medialis'i destekleyici,

uygulanması kolay pratik bir tedavi seçeneği olarak kullanılabilirliğini savunmuşlardır. (120). Bu çalışmamıza dahil edilen pes planusu olan sporculara arcus longitudinalis medialis desteği olarak bantlamanın faydalı olacağı önerilebilir.

Yücel Ö. ve arkadaşları (2014) yaptıkları çalışmada pes planus ile aşıl tendonunun bağlantısını araştırmış. 9-16 yaşları arasındaki toplamda 59 kişiyi, esnek pes planus tanısı konan (pes planus) ve sağlıklı (kontrol) olmak üzere iki guruba ayırmış. Grupların yaş, boy ve bacak uzunlukları, kiloları, aşıl tendon uzunluğu ve kesitsel alanları belirlenmiş. Aşıl tendon kalınlık ve kesitdel alanlarını USG yöntemi ile değerlendirilmiş ve pes planus'un aşıl tendon uzunlukları ve kesitsel alanı, yaş, boy, bacak ve ayak uzunluğuna etkisinin olmadığı; fakat kilolu bireylerde pes planus'un görülme ihtimalinin fazla olduğunu bulmuşlar. Bununla birlikte aşıl alan ortalaması ile ayak numarası arasında (+) korelasyon bulmuşlar (121).

Biz ise çalışmamızda aşıl tendonunu kesitsel alan ölçümünü bu çalışmadan farklı olarak MRG yöntemi ile yaptık. Benzer şekilde pes planusu olan ve olmayan her iki grupta da pes planus'un aşıl tendonu kesitsel alanı ve boy üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığını gördük.

Rajaonarison ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışmada fascia plantaris kalınlığının USG yöntemi ile ortalama değerlerini belirlemiş ve antropometrik parametrelerle ilişkilerine bakmışlar. Bu çalışmada 226 ayağın ultrasound cihazı ile kalınlıklarını ölçmüşler ve yaş, boy, kilo ve BKİ parametreleri ile korelasyonuna bakmışlar. Fascia plantaris kalınlığı ile bu parametreler arasında pozitif yönde korelasyonlar bulmuşlar, Ayrıca fascia plantaris'in her iki ayakta da simetrik olduğunu ve ortalama $3 \text{ mm} \pm 0,5$ olarak bulmuşlar (122).

Bu çalışmada ise fascia plantaris kalınlığı MRG kullanarak değerlendirildi. Rajaonarison ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiş olan çalışmadan farklı olarak çalışmamızda fascia plantaris kalınlıklarını tüm örneklemde sağ tarafta ortalama $1,10 \pm 0,378 \text{ mm}$ iken sol tarafta da $1,11 \pm 0,554 \text{ mm}$ olarak bulduk ve fascia plantaris kalınlığı ile yaş, boy, kilo, BKİ arasında da pozitif yönde ve zayıf ilişkiler saptadık.

Bu çalışmada pes planus vaka sayısındaki azlık en önemli limitasyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Öte yandan araştırmaya katılan voleybol oyuncularının oynadıkları mevki göz önünde bulundurulduğunda sporcular fiziksel ve demografik özellikleri bakımından homojen bir örneklem oluşturmamaktadır

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada voleybol oyuncularını ile düzenli olarak spor yapmayan sedanter bireylerden bilateral olarak alınan alt ekstremiteye ilişkin bazı antropometrik ölçümler özellikle ayakta arcus longitudinalis medialis'i destekleyen kaslar ve m. gastrocnemius'dan MRG yöntemi ile alınan kesitsel kas alanları ile ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir.

Voleybolcu ve sedanter bireylerin sağ ve sol bacak uzunlukları ve sol ayak çevresi değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunurken diğer antropometrik ölçümler arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi.

Voleybol oyuncularında navicular yükseklik ile fascia plantaris kalınlığı arasında anlamlı bir ilişki saptanmazken, sedanter bireylerde özellikle sol tarafta navicular yükseklik ile fascia plantaris kalınlığı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki ortaya konulmuştur.

Navicular yükseklik değerleri ile kasların kesitsel alan ölçümlerinin karşılaştırılmasına bakıldığında voleybolcu bireylerin navicular yükseklik değerleri ile m. gastrocnemius ve m. flexor hallucis longus arasında pozitif yönde orta düzey bir ilişki olduğu, sedanter bireylerin ise navicular yükseklik ölçümleri ile fascia plantaris kalınlık ölçümleri arasında pozitif yönde orta düzey bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızın sonucu literatürle uyumludur.

M. flexor hallucis longus ve m. gastrocnemius kesitsel alanlarının kasların kuvvetini yansıtacağını göz önünde bulundurduğumuz zaman bu kaslara yönelik egzersizlerin fascia plantaris'i kalınlaştıracığını ve bireyi pes planustan koruyacağını ileri sürebiliriz.

Bireylerin MRG ölçümlerine göre kaslarının kesitsel alan ölçümleri voleybol ve sedanter bireyler arasında karşılaştırıldığı zaman m. flexor digitorum brevis kesitsel alan ölçümü dışında her iki grup arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. M. flexor digitorum brevis kesitsel alanının ise voleybol oyuncularında anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır.

Katılımcıların pes planus deformitelerine sahip olma durumlarına göre sağ ayakta pes planus varlığı voleybolcu bireylerde %13,3 ve sedanter bireylerde %6,7 olduğu görülmüş olup gruplar arası anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. Bunun yanında sol ayakta pes planus varlığı incelendiğinde voleybolcu bireylerde %13,3 ve sedanter bireylerde %6,7 olduğu görülmüş olup gruplar arası anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Farklı spor dallarında etkinlik gösteren sporcuların antropometrik değerlerine ilişkin çok sayıda çalışma bulunmasına karşın özellikle radyolojik görüntüler üzerindeki değerlendirmelerden yola çıkılarak gerçekleştirilmiş olan karşılaştırmalı çalışmalar görece azdır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular özellikle voleybol oyuncularının antrenmanlarının planlanması sırasında arcus longitudinalis medialis'i destekleyen kasların güçlendirilmesine yönelik egzersizlerle oyuncuların olası sakatlanmalar ve patolojik değişikliklerden ve deformitelerden korunması doğrultusunda yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Angin S, Croft G, Mickle KJ, Nester CJ. Ultrasound evaluation of foot muscles and plantar fascia in pes planus. *Gate & Posture*. 2014;40:48-52.
2. Fiolkowski P, et al. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *J Foot Ankle Surg*. 2003;42(6):327–33.
3. Thordarson DB, Schmotzer H, Chon J, Peters J. Dynamic support of the human longitudinal arch. A biomechanical evaluation. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1995;316:165–72.
4. Iaquinto JM, Wayne JS, Computational model of the lower leg and foot/ankle complex: application to arch stability. *Journal of biomechanical engineering*. 2010; 132(2):021009.
5. Kosashvili Y, et al. The correlation between pes planus and anterior knee or intermittent low back pain. *Foot Ankle Int*. 2008;29(9):910–3.
6. Caravaggi P, Pataky T, Guñther M, Savage R, Crompton R. Dynamics of longitudinal arch support in relation to walking speed: contribution of the plantar aponeurosis. *J. Anat*. 2010;217(3):254–61.
7. Irving DB, Cook JL, Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review. *J. Sci. Med. Sport*. 2006;9:11-22
8. Lapidus PW, Guidotti FP. Painful heel: report of 323 patients with 364 painful heels. *Clin Orthop*. 1965;39:178.
9. Huerta JP. The Effect of Gastrocnemius on the Plantar Fascia. *Foot Ankle Clin N Am*. 2014;19:701-718
10. Bolivar YA, Munuera PV, Padillo JP. Relationship Between Tightness of Posterior Muscles of the Lower Limb and Plantar Fasciitis; 2013.
11. Haendlmayer K, Harris N. Flatfoot deformity: an overview. *J. Orthop. Trauma*. 2009;23(6):395–403.
12. Turnagöl, H. Voleybol ve fizyolojisi -1. *Voleybol Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1995;2(5),

13. Reitmayer HE. A review on volleyball injuries. Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal. 2017;10(19):189-194.
14. Oliveira LdS, Moura TBMA, Rodacki ALF, Tilp M, Okazaki VHA. A systematic review of volleyball spike kinematics: Implications for practice and research. International Journal of Sports Science & Coaching. 2020;15(2):239-255.
15. Volleyball Fİd. The Game
https://www.fivb.com/en/volleyball/thegame_glossary/basicvolleyballrules.
 22.06.2023.
16. Aslan CS, Hürmüz K, Karakollukçu M. Voleybol 1. Liginde oynayan erkek sporcuların seçilmiş fiziksel, fizyolojik ve motorik özelliklerinin belirlenmesi. İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2015; 2(3):1-13.
17. Biçer M. The effect of an eight-week strength training program supported with functional sports equipment on male volleyball players' anaerobic and aerobic power. Science & Sports. 2021;36(2):137.
18. Sheppard JM, Cronin JB, Gabbett TJ, McGuigan MR, Etxebarria N, Newton RU. Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008;22(3):758-765.
19. Wikstrom EA, Powers ME, Tillman MD. Dynamic stabilization time after isokinetic and functional fatigue. Journal of Athletic Training. 2004;39(3):247
20. Xu D, Jiang X, Cen X, Baker JS, Gu Y. Single-leg landings following a volleyball spike may increase the risk of anterior cruciate ligament injury more than landing on both-legs. Applied Sciences. 2021;11(1):130.
21. Watkins J, Green B. Volleyball injuries: a survey of injuries of Scottish National League male players. British Journal of Sports Medicine. 1992;26(2):135-137.
22. Reitmayer HE. A review on volleyball injuries. Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal. 2017;10(19):189-194.
23. Verhagen E, Van Der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, Van Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. The American Journal of Sports Medicine. 2004;32(6):1385-1393.

24. Bahr R, Bahr I. Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.1997;7(3):166-171.
25. Bere T, Kruczynski J, Veintimilla N, Hamu Y, Bahr R. Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British Journal of Sports Medicine*. 2015;49(17):1132-1137.
26. Tillman MD, Hass CJ, Brunt D, Bennett GR. Jumping and landing techniques in elite women's volleyball. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2004;3(1):30-36.
27. Gribble PA, Robinson RH. Alterations in knee kinematics and dynamic stability associated with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2009;44(4):350.
28. Eerkes K. Volleyball injuries. *Curr Sports Med Rep*. 2012;11(5):2516.
29. Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait & Posture*. 2007;26(1):68-75.
30. Nordin M, Frankel VH. Basic biomechanics of the musculoskeletal system, Lippincott Williams & Wilkins; 2001.p.222-255.
31. Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy: Philadelphia, Wolters Kluwer; 2018.
32. Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function: a comprehensive analysis. Philadelphia, F.A. Davis; 2011.p.440-475.
33. Arvas B, Elhan A, Baltaci G, Ozberk N, Coskun O. A comparison of ankle isokinetic muscle strength in athletes who use and not use jumping activities. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*. 2006;17(2):78-83.
34. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2002;37(4):364-375.
35. Frank CB. Ligament structure, physiology and function. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. 2004;4(2):199-201.
36. Netter FH. İnsan anatomi atlası. 7. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2020.
37. Taner D. Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. 10. baskı. Ankara: HYB Basım Yayın; 2016.

38. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. 2. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi Ltd Şti; 2001.
39. Ege R. Ayak ve ayak bileği anatomisi. Ayak ve ayak bileği sorunları. Ankara: Bizim Büro Basımevi; 1997.
40. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine*. 2015;49(5):290.
41. Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Manual therapy*. 2013;18(5):425-430.
42. Lynn SK, Padilla RA, Tsang KK. Differences in static-and dynamic-balance task performance after 4 weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2012;21(4):327-333.
43. Kim EK, Kim JS. The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(11):3136-3139.
44. Taddei UT, Matias AB, Duarte M, Sacco IC. Foot core training to prevent running-related injuries: a survival analysis of a single-blind, randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*. 2020;48(14):3610-3619.
45. Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, Ingersoll CD, Hertel J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008;18(3):420-425.
46. Kelly LA, Kuitunen S, Racinais S, Cresswell AG. Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clinical Biomechanics*. 2012;27(1):46-51.
47. Okamura, K., Kanai, S., Fukuda, K., Tanaka, S., Ono, T., & Oki, S. The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on foot kinematics in flat-footed subjects. *The Foot*. 2019;38:19-23.
48. Kim W, Voloshin AS. Role of plantar fascia in the load bearing capacity of the human foot. *J Biomech*. 1995;28(9):1025-33.

49. Snell R.S. Topografik Klinik Anatomi. 9. Baskı. Ankara: Palme Yayıncılık; 2015
50. Anatomy of the Foot Arch. <https://www.feetfeet.co.uk/blogs/arch-pain/7-most-likely-causes-of-pain-in-the-foot-arch>. 27.06.2023.
51. Yavuzer MG. Ayak-Ayak Bilek Eklem Sorunları ve Rehabilitasyonu. Türkiye klinikleri. 2007;3(27):44-59.
52. Şeker A, Talmaç MA, Sarıkaya İ. Yürüme biyomekaniği. TOTBİD Dergisi.2014; 13:314–324.
53. Ünver B, Yağcı G. Pes Planus, Pes Kavus.Ayak Bileği ve Ayak Problemleri.Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2018;117-118
54. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. Arch Phys Med Rehabil. 1995;76(1):45-9.
55. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. Clin Biomech. 2004;19(4):391-7.
56. Desai KR, Beltran LS, Bencardino JT, Rosenberg ZS, Petchprapa C, Steiner G. The spring ligament recess of the talocalcaneonavicular joint: Depiction on MR images with cadaveric and histologic correlation. Am J Roentgenol. 2011;196(5):1145-50.
57. Kelly M, Masqoodi N, Vasconcellos D, Fowler X, Osman WS, Elfar JC, et al. Spring ligament tear decreases static stability of the ankle joint. Clin Biomech. 2019;61:79–83.
58. Uzunca K. Ayak Arklarındaki Patolojiler ve Klinik Sonuçları. Türkiye Klin Phys Med Rehabil. 2010;3(2):11-21.
59. Savaş S. Periartiküler Kaynaklı Ayak ve Ayak Bileği Ağrıları. Türk Fiz Tıp Rehab Derg. 2009; 1:35–40.
60. Johnson K, Strom D. Tibialis posterior tendon dysfunction. Clin Orthop Relat Res. 1989;(239):196-206.
61. Fukano M, Fukubayashi T. Motion characteristics of the medial and lateral longitudinal arch during landing. Eur J Appl Physiol. 2009;105(3):387-92.

62. Learn about the arches in the foot that important.
https://www.reddit.com/r/FootFunction/comments/ft6wxn/learn_about_the_arches_in_the_foot_that_important/.27.06.2023.
63. Gray EG, Basmajian. JV. Electromyography and cinematography of leg and foot ("normal" and flat) during walking. *Anat Rec.* 1968 May;161(1):1-15.
64. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture.* 1995;3(4):193-214.
65. Hyrosomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine.* 2011;41:221-32
66. Annino G, Palazzo F, Lebone P, Caronti A, Lombardo M, Campoli F, et al. The efficacy of plantar stimulation on human balance control. *Somatosensory & Motor Research.* 2015;32(3):200-5.
67. Abdulwahab SS, Kachanathu SJ. The effect of various degrees of foot postures on standing balance in healthy adult population. *Somatosensory & Motor Research.* 2015;32(3):172-176.
68. Justine M, Ruzali D, Hazidin E, Said A, Bukry SA, Manaf H. Range of motion, muscle length, and balance performance in older adults with normal, pronated, and supinated feet. *Journal of Physical Therapy Science.* 2016;28(3):916-22.
69. Valmassy RL. *Clinical Biomechanics of the Lower Extremities.* Mosby Incorporated; 1996.
70. Sammarco G. *Biomechanics of the Musculoskeletal System*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2001;223-255.
71. Mueller M. *Joint structure and function: a comprehensive analysis*, 4th ed. Philadelphia, F.A. Davis Co; 2005;432-472.
72. Uygur S. Ayak Deformite ve Ortezleri. Ankara, Hacettepe Üniversitesi; 1992.s.11-30.
73. Wernick J, Volpe R. Lower extremity function and normal mechanics. *Clinical Biomechanics of The Lower Extremities.* St. Louis, Mosby; 1996.p.59-84.
74. Jenkins DB, Hollinshead WH. *Functional anatomy of the limbs and back:* Saunders E-Book. Elsevier Health Sciences; 2009.p.332-353.

75. Bellizzi M, Rizzo G, Bellizzi G, Ranieri M, Fanelli M, Megna G, et al. Electronic baropodometry in patients affected by ocular torticollis. *Strabismus*. 2011;19(1):21-25.
76. Kaercher CW, Genro VK, Souza CA, Alfonsin M, Berton G, Cunha Filho JS. Baropodometry on women suffering from chronic pelvic pain-a cross-sectional study. *BMC women's health*. 2011;11(1):1-5.
77. Wearing SC, Urry S, Smeathers JE, Battistutta D. A comparison of gait initiation and termination methods for obtaining plantar foot pressures. *Gait & posture*. 1999; 10(3):255-263.
78. Sammarco GJ, Hockenbury RT. *Biomechanics of the Foot and Ankle*; 2001.
79. Kılavuz G. Sağlıklı Genç Erkeklerde Denge Yeteneği ve Alt Ekstremitte Performans Düzeyi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2013.
80. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2014;9(4).
81. McGrath TM, Waddington G, Scarvell JM, Ball NB, Creer R, Woods K. The effect of limb dominance on lower limb functional performance-a systematic review, *Journal of Sports Sciences*. 2016;34(4):289-302.
82. Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. 2004;38(3):285-8.
83. Young WB. Transfer of strength and power training to sports performance. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*. 2006;1(2):74-83
84. Deweese BH, Bellon C, Magrum E, Taber CB, Suchomel TJ, Improving spring performance via strength training. *Strengthening the Springs*; 2016.
85. Goldmann J-P, Sanno M, Willwacher S, Heinrich K, Brüggemann G-P. The potential of toe flexor muscles to enhance performance. *Journal Of Sports Sciences*. 2013;31(4):424-33.

86. Sung PS. Kinematic analysis of ankle stiffness in subjects with and without flat foot. *The Foot*. 2016;26:58-63.
87. Karartı C, Bilgin S, Büyükturan Ö, Büyükturan B, Arka Ayaktaki Pronasyon Artışının Fiziksel Performans Üzerine Etkisi. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*. 2018;5(1):1-10.
88. Franco AH. Pes Cavus and Pes Planus: Analyses and Treatment. *Physical therapy*. 1987;67(5):688-94.
89. Yalçın N, Esen E, Kanatlı U, Yetkin H. Medial longitudinal arkın değerlendirilmesi: Dinamik plantar basınç ölçüm sistemi ile radyografik yöntemlerin karşılaştırılması. *Acta Ort. Tra Turc*. 2010;44(3):241-45.
90. Levinger P, Murley GS, Barton CJ, Cotchett MP, McSweeney SR, Menz HB. A comparison of foot kinematics in people with normal-and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. *Gait & Posture*. 2010;32(4):519-23.
91. Stolzman S, Irby MB, Callahan AB, Skelton JA. Pes planus and paediatric obesity: a systematic review of the literature. *Clin Obes*. 2015;5(2):52-59.
92. Kim JA, Lim OB, Yi CH. Difference in static and dynamic stability between flexible flatfeet and neutral feet. *Gait & Posture*. 2015;41(2):546-50.
93. Angın S, Ilcin N, Yesilyaprak SS, Simsek IE. Prediction of postural sway velocity by foot posture index, foot size and plantar pressure values in unilateral stance. *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi*. 2013;24(3):144-8.
94. Erkuş S, Kalenderer Ö. Pes planovalgus. *TOTBID Dergisi*. 2017;16:413-25.
95. Brooks ER, Benson AC, Bruce LM. Novel technologies found to be valid and reliable for the measurement of vertical jump height with jump-and-reach testing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(10):2838-45.
96. Hakkinen K. Force production characteristics of leg extensor, trunk flexor and extensor muscles in male and female basketball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1991;31(3):325-31.
97. Fu FQ, Wang S, Shu Y, Li JS, Popik S, Gu YD. A comparative biomechanical analysis the vertical jump between flatfoot and normal foot. *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*. Trans. Tech. Publ; 2016.

98. Zhao X, Tsujimoto T, Kim B, Tanaka K. Association of arch height with ankle muscle strength and physical performance in adult men. *Biology of sport*. 2017;34(2):119-26.
99. Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P, & Johnson, RE. Risk factors for plantar fasciitis: a matched case-control study. *JBJS*. 2003;85(5):872-877.
100. Tahririan MA, Motififard M, Tahmasebi MN, & Siavashi B. Plantar fasciitis. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2012;17(8):799.
101. Puttaswamaiah R & Chandran P. Degenerative plantar fasciitis: A review of current concepts. *The Foot*. 2007;17(1):3-9.
102. Young CC, Rutherford DS & Niedfeldt, MW. Treatment of plantar fasciitis. *American family physician*. 2001; 63(3):467.
103. Giurato LD, Agostino MA, Giacomozzi C, Macellari V, Caselli A & L Uccioli. Contribution of plantar fascia to the increased forefoot pressures in diabetic patients. (Pathophysiology/Complications). *Diabetes Care*, 2003;26(5):1525- 1530.
104. Oyar O. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)'nin Klinik Uygulamaları ve Endikasyonları. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2008;5:31-40.
105. Oyar O, Gülsoy UK. Tıbbi Görüntüleme Fiziği, Tisamat Basım, Ankara; 2003.s. 254-273.
106. Grossman CB. Physical Principles of Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging In: *Magnetic Resonance Imaging and Computed Tomography of the Head and Spine*. 2nd edition. Grossman CB. Williams&Wilkins; 1996.s.10-58.
107. Tuncel E. *Klinik Radyoloji*. 2. Baskı. Bursa: Nobel Tıp Kitabevi; 2002.s.25-30.
108. Edelman RR, Wielopolski PA. Fast MRI. In: Edelman RR, Hessellink JR. eds. *Clinical Magnetic Resonance Imaging* 2nd ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia; 1996.s.302.
109. Müller NL. Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging: past, present and future. *Eur Respir J*. 2002;19:3-12.

- 110.Oyar O. Radyolojide Temel Fizik Kavramlar. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 1998.ss 151-210.
- 111.Bushong SC. Radiologic Science for Technologists. Physics, Biology and Protection. Third edition. C.V. Mosby Company, St Luis; 1984.pp.387-412.
- 112.Emirzeoğlu M, Şahin B, Uzun A. futbolcularda bacak toplam kas hacmi ve antropometrik ölçümler arasındaki ilişki. Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi (Gazi BESBD). 2007;4:3-8.
- 113.Olivier G. Practical anthropology. CC Thomas; 1969.
- 114.Contarlı N, Çankaya T. Effect of the pes planus on vertical jump height and lower extremity muscle activation in gymnasts. Turkish Journal of Sport and Exercise. 2022;24(1):81-19.
- 115.Gadeberg P, Andersen H, Jakobsen J. Volume of ankle dorsiflexors and plantar flexors determined with stereological. Journal of applied physiology. 1999 May;86(5):1670-5.
- 116.Stecco C, Corradin M, acchi V, Morra A, Porzionato A, Biz C, et al. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. Journal of Anatomy. 2013; 223(6):665-76.
- 117.Carlos J, Martinez C, Antonio J, Gomez A. Medial Longitudinal Arch Accuracy, Reliability, and Correlation Between Nvicular Drop Test And Footprint Parameters. Journal of Manuplative and Physiological Therapeutics. 2018;41(8).
- 118.Cheung RT, Sze LK, Mok NW, Ng GY. Intrinsic foot muscle volume in experienced runners with and without chronic plantar fasciitis J Sci Med Sport. 2016;19(9):713-5.
- 119.Javier Pascual Huerta.The Effect of the Gastrocnemius on the Plantar Fascia. Foot and Ankle Clinics of North America. 2014;19(4)08.011.
- 120.Ercan D.H. Adölesan Voleybol Oyuncularında Medial Longitudinal Arkı Destekleyici Dinamik® Bant Uygulamasının Plantar Basınç Dağılımı Üzerine Etkisi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2019.
- 121.Yücel Ö. Pes Planus (düz tabanlık)'un Aşıl Tendonu ile Bağlantısı var mıdır? Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2014.

- 122.Rajaonarison J,H, Narindra N.O, Nicolas Fanantenana Herinirina NF, et.al.
Thickness of the Plantar Fascia in Asymptomatic Subjects. J. Med
Ultrasound. 2019;Jul-Sep; 27(3):121–123.



EK 1: Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 02.06.2022-132465



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu

Sayı : E-94603339-604.01.02-132465
Konu : Proje Onayı

02.06.2022

DAĞITIM YERLERİNE

Anatomi Anabilim Dalında görev yapmakta olan Prof. Dr. İ. Can Pelin'in danışmanlığında Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Anatomi Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Nurcan Karaaslan Mengü'nün sorumluluğunda yürütülecek olan KA22/251 nolu "Voleybol oyuncularında fascia plantaris tendo calcaneus ve arcus longitudinalis medialis destekleyen diğer yapıların MRG yönetimi ile değerlendirilmesi" başlıklı tez projesi Kurulumuz ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 15/04/2022 tarih ve 2022/04-18 sayılı kararı ile uygun görülmüştür. Projenin başlama tarihi ile çalışmanın sunulduğu kongre ve yayımlandığı dergi konusunda Kurulumuza bilgi verilmesini rica ederim.

Not: Çalışma bildiri ve/veya makale haline geldiğinde "Gereç ve Yöntem" bölümüne aşağıdaki ifadelerden uygun olanının eklenmesi gerekmektedir.

— Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no:...) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

— This study was approved by Baskent University Institutional Review Board and Ethics Committee (Project no:...) and supported by Baskent University Research Fund.

Prof. Dr. Hakan ÖZKARDEŞ
Kurul Başkanı

Dağıtım:
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne
Anatomi Anabilim Dalına

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK 2: Aydınlatılmış Onam Formu

1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bilimsel araştırma amaçlı klinik bir çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini tam olarak anlamanız ve kararınızı, araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu bilgilendirme formu söz konusu araştırmayı ayrıntılı olarak tanıtmak amacıyla size özel olarak hazırlanmıştır. Lütfen bu formu dikkatlice okuyunuz. Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilemediğini fark ettiğiniz noktalar olursa hekiminize sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım **gönüllülük** esasına dayalıdır.

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

1. ARAŞTIRMANIN ADI

“Voleybolcularda fascia plantaris, tendo calcaneus ve arcus longitudinalis medialis’i destekleyen diğer yapıların manyetik rezonans görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmesi.” (Voleybolcularda ayak tabanı ve bunla ilişkili bazı ayak kaslarının manyetik rezonans görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmesi)

2. GÖNÜLLÜ SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam gönüllü sayısı 30’dur.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 30 dakikadır.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı, voleybol oyuncularında düz tabanlık oranını ortaya koymak ve bununla ilişkili kasların ölçümelerini normal bireylerle karşılaştırmaktır.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Bu araştırmaya dâhil edilebilmeniz için gereken koşullar şunlardır:

1. 18-25 yaş arası olmanız
2. Uzun süreli kortikosteroid kullanmıyor olmanız
3. Bacak bölgenizden herhangi bir cerrahi müdahale geçirmemiş olmanız

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

“Araştırma için size yaklaşık 10 dk süre ile MR (özel bir görüntüleme yöntemi) tetkiki yapılacaktır.”

7. GÖNÜLLÜNÜN SORUMLULUKLARI

‘Size verilen randevu saatinde ilgili poliklinikte bulunmalısınız.’

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

8. ARAŞTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR

“Araştırmamız yalnızca bilimsel amaçlı olup sizin doğrudan yarar görmeniz beklenmemektedir. Ancak, bu araştırmadan elde edilen sonuçlar sizin gibi tanı almış diğer bireylerin egzersizlerinin planlanmasına katkı sağlayacaktır.”

9. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER

Bu araştırmadan kaynaklanabilecek herhangi bir risk söz konusu değildir.

10. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK DURUMU

Araştırma nedeniyle bir zarar görmeniz söz konusu olursa, tedavi için gereken masraflar Yüzüncü Yıl Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı tarafından karşılanacaktır.

11. ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ

Uygulama süresince, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığınızda Sorumlu Araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili hekime ulaşabilirsiniz.

İstedığınızde Günü 24 Saati Ulaşılabilir Hekimin Adres ve Telefonları:

İMZALAR: *Gönüllü*

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

12. GİDERLERİN KARŞILANMASI VE ÖDEMELER

‘Bu araştırmaya katılmanız için veya araştırmadan kaynaklanabilecek giderler için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Hastalığınızın gerektirdiği tetkiklere ilave olarak yapılacak her türlü tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma giderleri size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kuruma ödetilmeyecektir.’

13. ARAŞTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM

Araştırmayı destekleyen kurum dir.

14. GÖNÜLLÜYE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAĞI

Bu araştırmaya katılmanızla, araştırma ile ilgili çıkabilecek zorunlu masraflar tarafımızdan karşılanacaktır. Bunun dışında size veya yasal temsilcilerinize herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

15. BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen sizinle ilgili tıbbi bilgiler size özel bir kod numarası ile kaydedilecektir. Size ait her türlü tıbbi bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar tıbbi bilgilerinize ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabileceksiniz.

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLARI

Uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, araştırma programını aksatmanız, gebe kalmanız veya araştırmaya bağlı veya araştırmadan bağımsız gelişebilecek istenmeyen bir etkiye maruz kalmanız vb. nedenlerle hekiminiz sizin izniniz olmadan sizi araştırmadan çıkarabilir. Bu durum size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Ancak araştırma dışı bırakılmanız durumunda da, sizinle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER

Size konan tanı için uygulanabilecek, ancak bu araştırmanın gereği olarak size uygulanmayacak olan (varsa) diğer tedaviler ya da işlemler ve onlara ait yararlar ve olası riskler aşağıda belirtilmiştir.

<u>İlaç/Uygulama</u>	<u>Olası Yararlar</u>	<u>Olası Yan Etkiler</u>
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; araştırmada yer almayı reddetmeniz veya katıldıktan sonra vazgeçmeniz halinde de kararınız size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda da, sizle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI

Araştırma sürerken, araştırmayla ilgili olumlu veya olumsuz yeni tıbbi bilgi ve sonuçlar en kısa sürede size veya yasal temsilcinize iletilecektir. Bu sonuçlar sizin araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilir. Bu durumda karar verene kadar araştırmanın durdurulmasını isteyebilirsiniz.

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

(Katılımcının/Hastanın/Anne-Baba/Yasal Temsilcinin Beyanı)

Sayın Dr. Mesut Özgökçe tarafından Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda/tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (gönüllü) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana gerekli güvence verildi.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim anlatıldı.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 4 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu

GÖNÜLLÜ		İMZASI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

VASİ (Varsa)		İMZASI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

ARAşTIRMACI		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ</i>	NURCAN KARAASLAN MENGÜ	
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

ONAM ALMA İŞİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİ		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ</i>		
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

EK 3: Değerlendirme Formu

“VOLEYBOLCULARDA FASCIA PLANTARIS, TENDO CALCANEUS VE ARCUS LONGITUDINALIS MEDIALIS’İ DESTEKLEYEN DİĞER YAPILARIN MRG YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ”

AD VE SOYAD:

YAŞ:

KİLO:

BOY:

VOLEYBOLCU:

KAÇ YILDIR:

ANTRENMAN SIKLIĞI: HAFTADA VEYA GÜNDE KAÇ SAAT

SEDANTER:

SİĞARA ALIŞKANLIĞI:

VAR

YOK

PES PLANUS VARLIĞI:

VAR

YOK

ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER

SAĞ

SOL

BACAK UZUNLUĞU:

AYAK UZUNLUĞU:

AYAK GENİŞLİĞİ:

BALDIR GENİŞLİĞİ:

NAVİKULAR YÜKSEKLİK:

FEİSS:

MRG ÖLÇÜMLERİ (KALINLIK/KESİTSEL ALAN(KA))

SAĞ

SOL

PLANTAR FASYA KALINLIĞI:

AŞİL TENDONU KALINLIĞI:

M.FLEXOR HALLUCİS LONGUS KA:

M.TİBİALİS ANTERİOR KA:

M.TİBİALİS POSTERİOR KA:

M.GASTROCNEMİUS KA:

M.ABDUCTOR HALLUCİS KA:

M.FLEXOR DİGİTORUM BREVİS KA: