

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Q AÇISI İLE AYAK BİLEĞİ BURKULMALARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mesut ULUDAĞ**

**DANIŞMAN**  
**DR. ÖĞRETİM ÜYESİ ÖZGE VERGİLİ**

**2019-KIRIKKALE**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Q AÇISI İLE AYAK BİLEĞİ BURKULMALARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mesut ULUDAĞ**

**DANIŞMAN  
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ ÖZGE VERGİLİ**

**2019-KIRIKKALE**

## KABUL VE ONAY

Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde  
yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Yüksek Lisans Tezi  
olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 23.10.2019

İmza  
Dr. Öğr. Üyesi Özge VERGİLİ  
Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi  
Tez Danışmanı ve Jüri Başkanı

İmza  
Dr. Öğr. Üyesi Birhan OKTAŞ  
Kırıkkale Üniversitesi, Tıp Fakültesi  
Üye

İmza  
Prof. Dr. Hayri Baran YOSMAOĞLU  
Başkent Üniversitesi, Sağlık  
Bilimleri Fakültesi  
Üye

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	II
İÇİNDEKİLER .....	III
ÖNSÖZ .....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	III
ŞEKİLLER.....	VI
RESİMLER.....	VII
ÖZET.....	IX
SUMMARY .....	X
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	6
2.1. Ayak Bileği Anatomisi .....	6
2.1.1. Kemikler .....	6
2.1.2. Eklemler.....	10
2.1.3. Ayak Bileği Ligamanları .....	12
2.1.4. Ayak Bileği Kasları .....	16
2.1.5. Ayak Bileği Damar ve Sinirler .....	20
2.2. Ayak Bileği Biyomekaniği.....	21
2.2.1. Ayak Bileğinin Bağ Desteği .....	24
2.2.2. Ayak Bileğinin Stabilitesi.....	25
2.3. Ayak Bileği Burkulması .....	28
2.3.1. Epidemiyoloji.....	29
2.3.2. Etyoloji.....	30
2.3.3. Fizyopatoloji .....	33
2.3.4. Burkulmaların Sınıflanması.....	34
2.4. Q Açısı (Patellofemoral Açık, Quadriceps Açık).....	36
2.4.1. Q Açısında Değişime Sebep Olan Faktörler.....	38
2.4.2. Q Açısı Ölçüm Yöntemleri .....	40
2.4.2.1. Gonyometrik Ölçüm.....	40
2.4.2.2. Fotoğraflama Yöntemi .....	41
2.4.2.3. Radyolojik Görüntüleme Yöntemi.....	41
2.4.2.4. Bilgisayarlı Ölçüm Yöntemleri .....	41
2.5. LDTA (Lateral Distal Tibial Açık).....	42
2.6. Dinamometrik Kas Kuvvet Ölçümleri ve Referans Uzaklıkları.....	43
2.7. Kas Kısalık Testleri.....	45
2.8. Kas Torku.....	48
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	49
3.1. Bireyler.....	49
3.2. Yöntem .....	49
3.3. Verilerin Analizi .....	54
4. BULGULAR.....	55
5. TARTIŞMA .....	69
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR.....	78
EKLER.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	91

## ÖNSÖZ

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrenciliğim süresince bana her zaman destek ve teşvikleri ile yardımcı olan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Özge VERGİLİ'ye, bilgi ve yardımlarını esirgemeyip sorumlu araştırmacılığımı üstlenen sayın Dr. Öğr. Üyesi Birhan OKTAŞ'a teşekkür ve saygılarımı sunarım. Yüksek Lisans öğrenciliğim sırasında ve tezimin hazırlanmasında yardımcı olan Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm Başkanı Doç. Dr. Meral SERTEL'e, çalışmamın istatistiksel analizinde yardımcı olan Prof. Dr. Erdem KARABULUT'a, bana her konuda destek olan çalışma arkadaşlarıma en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım. Tezimi hazırlama sürecinde maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen başta eşim Tuğba ULUDAĞ olmak üzere bütün aileme sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

Biricik kızım Gökçe İpek'e...

## SİMGELER VE KISALTMALAR

AITFL	: Anterior Inferior Tibiofibular Ligaman
ATFL	: Anterior Talofibular Ligaman
AP	: Anteroposterior
BKİ	: Beden Kütle İndeksi
EHA	: Eklem Hareket Açıklığı
IOL	: İntraosseöz Ligaman
ITL	: Inferior Transvers Ligaman
KFL	: Kalkaneofibular Ligaman
LDTA	: Lateral Distal Tibial Açı
M	: Musculus
MAD	: Mekanik Aks Deviasyonu
MAT	: Malalignment Testi
MOT	: Maloryantasyon Testi
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
PF	: Plantar Fleksiyon
PITFL	: Posterior Inferior Tibiofibular Ligaman
PTFL	: Posterior Talofibular Ligaman
SİAS	: Spina İliyaka Anterior Süperior

## ŞEKİLLER

Şekil 2. 1. Ayak bileği kemikleri (Marseille Medical Genetics,2003).....	7
Şekil 2. 2. Tibia-Fibula Distali (Crosswell ve ark., 2014) .....	8
Şekil 2. 3. Talar kemikler (Crosswell ve ark., 2014) .....	8
Şekil 2. 4. Talus kemiği (Netter,2011) .....	9
Şekil 2. 5. Kalkaneus Kemiği (Netter,2011) .....	10
Şekil 2. 6. Ayak Bileği Eklemleri (Marseille Medical Genetics,2004) .....	11
Şekil 2. 7. Tibiofibular Eklem (Mark S. Myerson M.D., 2010).....	12
Şekil 2. 8. Sindesmotik Ligaman Kompleksi (Jahs, 1992) .....	17
Şekil 2. 9. Lateral Kollateral Ligaman Kompleksi (Pires ve ark., 2014).....	18
Şekil 2. 10. Medial (Deltoid) Ligaman Kompleksi (McCollum ve ark., 2013).....	18
Şekil 2. 11. Ön Kompartman Kasları (Netter, 2011) .....	17
Şekil 2. 12. Lateral Kompartman Kasları (Netter, 2011) .....	18
Şekil 2. 13. Medial Kompartman Kasları (Netter, 2011).....	18
Şekil 2. 14. Arka Kompartman Kasları (Netter, 2011).....	19
Şekil 2. 15. Q açısı (Wilson ve Kitsell, 2002).....	37
Şekil 2. 16. Ayakta ve yatar pozisyonda Q açısı ölçümü (Erden, 2002).....	40
Şekil 2. 17. Lateral Distal Tibial Açığı (Çakmak ve Özkan, 2005).....	42
Şekil 2. 18. mLDTA (Çakmak ve Özkan, 2005).....	43
Şekil 2. 19. Kas kısalık testleri (Yücel K., 2017).....	47
Şekil 4. 1. Katılımcıların antropometrik ölçüm değerleri .....	55
Şekil 4. 2. Katılımcıların kas kuvvetlerinin dinamometrik ölçüm değerleri.....	56
Şekil 4. 3. Katılımcıların referans nokta uzaklık ölçüm değerleri.....	56
Şekil 4. 4. Katılımcıların Q açısı ve LDTA ölçüm değerleri.....	57
Şekil 4. 5. Katılımcıların Q açısı değerleri grafiği .....	58
Şekil 4. 6. Kas kuvvet değerleri ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması .....	58
Şekil 4. 7. Kas kısalık durumu ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması.....	59
Şekil 4. 8. Tork değerleri ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması .....	60
Şekil 4. 9. Q açısı ve LDTA değerleri ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması.....	61
Şekil 4. 10. Kadınlarda Q açısı ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması.....	61
Şekil 4. 11. Erkeklerde Q açısı ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması.....	62
Şekil 4. 12. Bireylerin kas kuvvetleri, Q açısı ve LDTA değerleri ile cinsiyet, yaş ve BKİ ilişkisi.....	62
Şekil 4. 13. Bireylerin kas kuvvetleri, Q açısı, LDTA değerleri ve ayak bileği burkulması ile kas kısalık testlerinin ilişkisi.....	63
Şekil 4. 14. Tork değerleri ile Q açısı, LDTA ve ayak bileği burkulması arasındaki ilişki.....	64
Şekil 4. 15. Bireylerin Q açısı ve LDTA değerleri ile referans nokta uzaklık değerlerinin ilişkisi.....	64
Şekil 4. 16. Bireylerin Q açısı, LDTA değerleri ve ayak bileği burkulması ile kas kuvvetleri arasındaki ilişki.....	65
Şekil 4. 17. Bireylerin Q açısı ve ayak bileği burkulması ile LDTA değerleri arasındaki ilişki.....	65

Şekil 4. 18. Bireylerin Q açısı ile ayak bileği burkulması arasındaki ilişki.....66  
Şekil 4. 19. Standardize edilmiş kanonik ayırma fonksiyonuna ilişkin katsayılar...68





## RESİMLER

Resim 3. 2. Kadın hasta aks grafisi.....	51
Resim 3. 2. Erkek hasta aks grafisi.....	51
Resim 3. 3. Kas kuvvetleri ölçümü.....	53



## ÖZET

Q açısı ile ayak bileği burkulmaları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğumuz çalışmaya yaşları 18-65 arasında olan ve alt ekstremitte aks grafileri çekilmiş 36 (11 kadın-25 erkek) hasta dahil edildi. Çalışmamız alt ekstremitte aks grafileri çekilmiş olan 36 hastanın çift taraflı 72 diz eklemine (burkulan ayak tarafındaki ve burkulmayan ayak tarafındaki diz) gerçekleştirildi. Daha önce diz, ayak ve/veya kalça ameliyatı geçirmiş olanlar ile ek anomalileri olanlar çalışmaya dahil edilmedi. Hastaların aks grafileri üzerinden dizdeki Q açıları ile ayak bileğindeki LDTA ölçüldü ve bu açıların ayak bileği burkulmalarıyla ilişkisi araştırıldı. Diz eklemine, Q açısını ve LDTA'yı iyi bir şekilde gözleyebilmek amacıyla özellikle radyolojik çekimin diz eklemine anteroposterior pozisyonda olmasına, kişi ayakta dururken, m. quadriceps femoris'in gevşek pozisyonda yapılmasına dikkat edildi. Ayrıca radyolojik çekim, SİAS, femur, patella, tibia'nın uzun hattı ve ayak bileğini içine alacak şekilde yapıldı. Tüm hastaların Q açıları ve LDTA'sı aks grafisi üzerinden gonyometre kullanılarak hesaplandı. Hastalara M. Quadriceps Femoris, M. Gluteus Maksimus ve M. Gluteus Medius için el dinamometresi ile kas kuvvet ölçümü yapıldı ve dinamometrenin sabitlendiği yerden referans noktalara olan uzaklıklar ölçüldü. Kuvvet ve uzaklık ölçümü yapılan bu üç kas için ayrı ayrı tork değerleri hesaplandı ve burkulmayla olan ilişkisine bakıldı. Ayrıca M. Quadriceps Femoris, M. Gastrocnemius ve M. Gastrosoleus için kısalık testi yapıldı. Çalışmadan elde edilen verilerin analizi neticesinde Q açısı ile burkulma arasında ilişki olmadığı söylenebilir ancak LDTA, kas kuvvetleri ve tork değerleri ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Ayak Bileği, Burkulma, Q Açısı, LDTA, Kas Torku

## SUMMARY

To determine the relationship between the Q angle and ankle sprains, 36 patients (11 female-25 male) aged between 18-65 years who underwent radiographs of the lower extremities were included in the study. Our study was performed on 72 bilateral knee joints (sprained foot and non-sprained knee) of 36 patients with lower extremity axis radiographs. Those who had previous knee, foot and / or hip surgery and those with additional anomalies were not included in the study. Q-angles of the knees and ankle LDTA were measured on the axis radiographs of the patients and the relationship between these angles and ankle sprains was investigated. In order to observe the knee joint, Q angle and LDTA in a good way, especially radiological examination of the knee joint in the anteroposterior position, the person standing, m. quadriceps femoris in the loose position. In addition, radiological imaging was performed including SIAS, femur, patella, long line of tibia and ankle. Q angles and LDTAs of all patients were calculated using a goniometer on axial x-ray. Muscle strength was measured by hand dynamometer for M. Quadriceps Femoris, M. Gluteus Maximus and M. Gluteus Medius and the distances from reference points were measured. Torque values were calculated separately for these three muscles with force and distance measurements and their relationship with sprains was examined. Shortness test was also performed for M. Quadriceps Femoris, M. Gastrocnemius and M. Gastrosoleus. As a result of the analysis of the data obtained from the study, it can be said that there is no relationship between Q angle and sprain, but there is a significant relationship between LDTA, muscle strength and torque values and ankle sprain.

Keywords: Ankle, Sprain, Q Angle, LDTA, Muscle Torque

# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ayak bileği burkulmaları spor yaralanmalarında en sık karşılaşılan yaralanma türü olup tüm spor yaralanmalarının %85'ini oluşturmaktadır (Prentice, 1994). Bununla birlikte günlük yaşam aktiviteleri esnasında rölatif olarak düşme, kayma gibi olaylardan ötürü de ayak bileği burkulmaları meydana gelebilmektedir. Ayak bileği burkulmalarının önemli bir kısmını lateral ayak bileği burkulmaları teşkil eder. Zira ayak bileği plantar fleksiyon (PF) ve inversiyondayken yeteri kadar stabil değildir. PF'de talus posterioru daralmakta ve ayakta gevşeme meydana gelmektedir. Ayağın statik stabilizasyonu ayak ve ayak bileği arasında yer alan ligamanlar tarafından sağlanır. Lateral kollateral ligamanlar içinde en sık yaralanan bağ anterior talofibular ligaman (ATFL) (%73-96) iken ikinci sırada ise kalkaneofibular ligaman (KFL) (%80) yer alır (Sherry, 1974).

Burkulmalar 3 dereceye ayrılabilir:

- Derece 1: Minimum Şiddette: Makroskobik yırtığın olmadığı, hafif şişlik ve ağrıların olduğu, fonksiyonel hasarın olmadığı, eklem instabilitesinin bulunmadığı burkulmalardır.

- Derece 2: Orta şiddette: Ligamanda parsiyel yırtığın, orta şiddette şişlik ve ağrının, eklem fonksiyonlarında kısmi kaybın ve hafif eklem instabilitesinin olduğu burkulmalardır.

- Derece 3: Şiddetli. Komplet yırtığın, şiddetli şişlik ve ağrının, yük aktarımında sorun ve mekanik eklem instabilitesinin olduğu burkulmalardır.

Burkulmaların yukarıdaki gibi derecelendirilmesi tedavi planlaması bakımından önem arz eder. Derece 1 ve 2'de koruyucu, derece 3 gibi komplet yırtık varlığında ise çoğunlukla cerrahi müdahale gerekir.

Burkulmalar pek çok farklı nedene bağlı olarak oluşabilmekte olup bunlardan birisinin de Q açısı olabileceği düşünülmektedir. Q açısı patellaya etki eden proksimal ve distaldeki gerilme kuvvetleri arasındaki açıdır. Distale doğru patellar

tendonu oluşturmak suretiyle tibia tüberkülüne yapışır. Patella quadriceps femoris kasının dört başından gelen kuvvetleri orta kısımda toplayarak bunları en sürtünmesiz şekilde patellar tendon vasıtasıyla tibiaya iletir (Aglieetti, 2006). Diz ekstansiyonda sırt üstü yatan hastalarda quadriceps kası kontraksiyona sokularak SİAS (Spina İliaca Anterior Posterior) -patella ortası ve patella ortası-tuberositas tibia arasındaki açı Q açısıdır (Post ve Fulkerson, 2006). Q açısı normal değerine dair farklı ifadeler yer almakla beraber genellikle 5-8°'dir (Akgün, 1999). Bu açı kadınlarda erkeklere oranla daha büyüktür (Mihalko ve ark., 2008). Erkeklerde üst sınır 12° iken kadınlarda ise 15° olup 20° üzeri patolojik olarak nitelendirilir (Akgün, 1999). Diz ekstansiyodayken quadriceps kontraksiyona sokulduğunda gerilme kuvveti SİAS tuberositas tibiayı aynı doğrultuya getirmek isteyeceği için patella da o oranda laterale kayar ki bu da Q açısının büyüklüğü ile orantılıdır. Diz fleksiyona geldikçe ve patellofemoral temas başladıkça tibianın iç rotasyonundan ötürü Q açısı azalacaktır. 30° fleksiyonda bu açının üst sınırı ortalama 12° (erkeklerde 11°, kadında 13°) olurken 90° fleksiyonda 10°'nin altına düşmektedir (Akgün, 1999). Ancak fleksiyondaki artışa bağlı olarak sulkusa oturan patella, sulkusun derinliğiyle stabil kalmaktadır. Kemik uyumu yetersiz ise stabilizasyon yalnızca yumuşak dokularca sağlanmaya çalışılacak ve ileride kısmi çıkık (subluxation) meydana gelecektir (Akgün, 1999). Sulkus derinliği uygun olmasına karşın Q açısının daha büyük olduğu hastalarda ise lateraldeki eklem reaksiyon kuvveti daha büyük olacaktır.

Q açısının ölçüm yöntemiyle ilgili ortak kabul edilmiş bir yöntem bulunmamaktadır (Juhn, 1999). Aglietti ve ark. (1983) hastaları sırt üstü yatırarak diz ekstansiyonda iken ölçüm yapmışlardır. Horton ve Hall (1989) ise Q açısının ayakta ve dizlerin tam ekstansiyonda olduğunda ölçülmesini önermişlerdir. Ölçümlerde genellikle uluslararası standartlara uygun gonyometreler kullanılır. Bazı araştırmacılar diz fleksiyonu sırasında Q açısının azaldığını belirtmişlerdir. Hehne (1990) vektör analiziyle diz fleksiyon durumunda iken yapmış olduğu ölçümlerde Q açısının sıfır olduğunu bildirmiştir. Caylor ve ark. (1993) ise yapmış oldukları çalışmada Q açısının diz ekstansiyon pozisyonunda olduğunda yapılan ölçümlerinde güvenilir sonuçlar elde ettiklerini, diz fleksiyonu sırasında da Q açısının azaldığını bildirmişlerdir. Hehne (1990) diz fleksiyonu esnasında farklı araştırmacılara yaptırdıkları ölçümlerde farklı Q açısı değerleri ölçüldüğünü ve diz fleksiyon

pozisyonundaki ölçümlerin güvenilir olmadığını bildirmiştir. Huberti ve Hayes (1984) tarafından gerçekleştirilen kadavra çalışmalarında patellofemoral ilişkide basınç artışına bağlı olarak Q açısında artma ve azalmalar olduğunu, bu artma ve azalmaların potansiyel bir kondromalazi nedeni olduğunu ileri sürmüşlerdir. France ve Nester (2001) tarafından yapılan çalışmada iki diz arasındaki ölçümlerde bir farklılık olmadığı, ölçümler esnasındaki farklılıkların ölçüm noktalarının yanlış belirlenmesinden veya araştırmacı farklılığından kaynaklı olduğu bildirilmiştir. Aynı araştırmacılar patellanın lateral yahut mediale deplase olmasıyla veya tibial tüberkülün yanlış belirlenmesine bağlı olarak Q açısı değerlerinde 1-5° arasında farklılıklar olabileceğini belirtmişlerdir.

Kas kuvveti, bir kasın veya kas grubunun maksimum efor ile kendisine uygulanan dirence karşı harcadığı güç olarak tanımlanabilir. Kasın kesit alanının büyüklüğü o kasın kuvveti ile doğru orantılıdır. Bazı lif tipleri çabuk yorulan fibrillerden oluşmaktadır. Kas lifinin tipi ve kas kontraksiyonunun tipi de kasın kuvvetini etkileyen faktörlerdendir. Yapılan çalışmalarda, kas kuvvetindeki yaşa bağlı değişikliklerin kas gruplarına göre farklılık gösterdiği, dereceli azalmanın erector spinal kaslarda, abdominal ve ön kol fleksör grup kaslarında daha belirgin olduğu gözlenmiştir. 70-80 yaşlarında alt ekstremitte kaslarının kuvvetinde %40, üst ekstremitte kaslarının kuvvetinde ise %30 azalma olduğu belirlenmiştir. Erkeklerde kas kuvvetinin 2-19 yaşları arasında hızla arttığı, 30 yaşına kadar daha yavaş bir artış gösterdiği, 30 yaşından sonra da 60 yaşına kadar dereceli olarak azaldığı belirtilmektedir. Kadınlarda ise, 9-19 yaşları arasında daha düzgün bir artış, 30 yaşına kadar erkeklere oranla yavaş bir artış, 30 yaşından sonra da erkeklere benzer bir azalış gösterdikleri belirlenmiştir. Ayrıca kadınlarda kas kuvvet değerinin erkeklerden daha düşük değerde olduğu, bunun nedeninin de erkeklerin daha büyük kas kitlesine sahip olması gösterilmektedir. Kas kuvveti, kasın içinde bulunduğu fiziki koşullara göre değişiklik göstermektedir. Yorgunluk durumunda uyarılara cevap veren fibril sayısı azaldığı için kas kuvvetinin büyüklüğü de azalmaktadır. Uzun süreli açlık durumlarında, kas enerji depoları azalacağı için kas kuvvet büyüklüğü de azalmaktadır.

Q açısı ile quadriceps kas kuvveti arasında negatif yönlü bir ilişki vardır. Quadriceps kasının kuvvetli ve yüksek tonusa sahip olması için Q açısının küçük olması gereklidir (Hahn ve Foldspang, 1997). 10°'den düşük Q açıları quadriceps kası için daha etkili bir çekiş sağlamakta olup (Brezza ve ark., 1996) 10°'den büyük Q açısına sahip olanların quadriceps kasının güç kapasitesi bakımından mekanik olarak dezavantajlı olduğu söylenebilir (Bennett ve Stauber, 1986).

Kasın torku, kasa uygulanan birim kuvvet ile bu kuvvetin dönme eksenine olan dik mesafenin çarpımıyla oluşan döndürme momentidir (Francis ve ark., 2016). Kas kuvveti yerine kas torku değerinin kullanılması, hastanın fiziksel durumun ve tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesi için daha iyi bir yöntemdir. Çünkü özellikle büyüyen çocuklarda, eklem merkezinden uzaklık sürekli değişim halindedir ve kas güçsüzlüğünü belirlemede tork değerleri önem taşır (Nyström ve ark., 2006).

Alt ekstremitte uyumu, akut ve kronik alt ekstremitte yaralanmaları için bir risk faktörüdür (Daneshmandi H. ve ark., 2011). Distal tibia eklem oryantasyon çizgisi tibia anatomik ve mekanik eksenine ile lateralde ortalama 89 derece açı yapar. Bu açığa Lateral Distal Tibial Açığı (LDTA) adı verilir. Tibia distal uçta ve femur proksimal uçta, kalça ve ayak bilek merkezlerine yakın yerde deformite olduğu zaman, Mekanik Aks Deviasyonu (MAD) genellikle görülmez veya minimaldir. Bu nedenle kalça ve ayak bileğine yakın yerlerde oluşan deformite MAT (Malalignment Testi) ile ortaya konamaz. Deformite analizinin tam olmasını sağlamak için kalça ve ayak bileği MOT (Maloryantasyon Testi) yapılmalıdır. Ayak Bileği Maloryantasyon Testi için; önce distal tibia eklem oryantasyon çizgisi ile tibia anatomik veya mekanik eksenine çizilir. Sonrasında lateralde oluşan LDTA ölçülür. Açığı 86 dereceden küçükse valgus, açığı 92 dereceden büyükse varus deformitesi vardır (Çakmak ve Özkan, 2005).

Q açısı ve ayak bileği burkulması arasında bir ilişki var mıdır? Kas kuvveti, kısalık, tork değerleri Q açısını veya ayak bileği burkulmasını etkiler mi? Ayak bileği burkulma faktörlerinden hangisi burkulmada en önemli rolü oynar? Biz Q açısı ile ayak bileği burkulması arasında potansiyel bir ilişki olduğunu ve Q açısı patolojik değerler aldığı zaman ayak bileği burkulmasına yatkınlığın arttığını düşünüyoruz. Aynı zamanda LDTA, kas torku, kısalık vs gibi değerlerin de ayak bileği burkulmasına

etkisi olabileceğini düşünmekteyiz. Yapmış olduğumuz bu çalışmada bütün olası ilişkileri saptamak ve tüm bu sorulara cevap bulmayı amaçlıyoruz.

Ayak bileği burkulmaları ile Q açısı arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik çalışmaların dünyada oldukça az olduğu, ülkemizde ise konuyla ilgili herhangi bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak da literatürdeki bu eksikliği belirleyip bu konuyla ilgili literatüre yeni bir çalışma ve farklı bir bakış açısı kazandırmayı amaçlamaktayız.





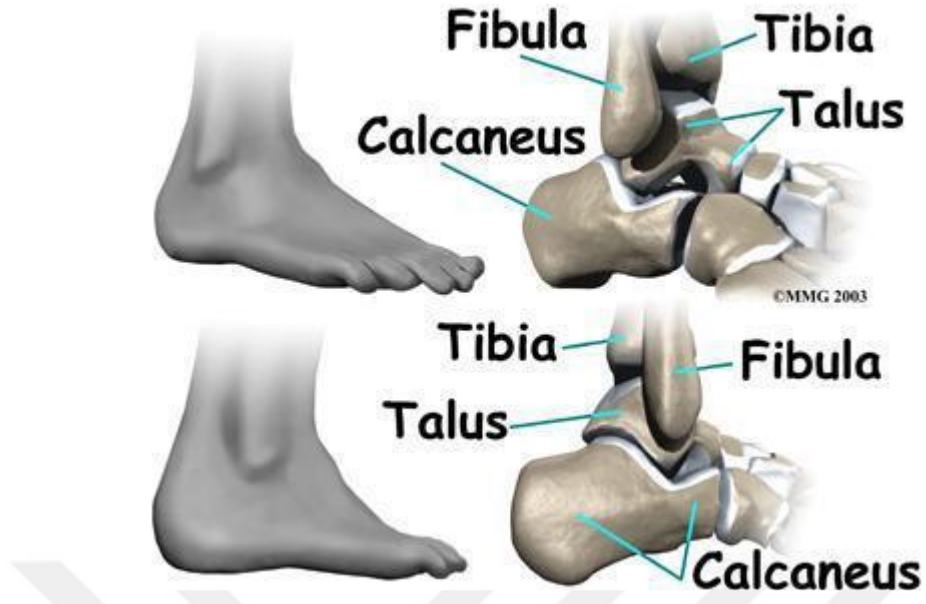
## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Ayak Bileği Anatomisi

Ayak bileği anatomik olarak kemikler, ligamanlar, kaslar, vasküler yapılar ve motor-duyusal sinirlerden oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Ayak bileğinin bilinen iki önemli fonksiyonu vardır. Bunlardan birincisi vücut ağırlığını taşımak, hareket esnasında kaldıraç kolu gibi görev yapıp vücudu öne doğru itmek iken ikinci önemli fonksiyonu ise dengenin sağlanması ve korunmasıdır. Ayak ve ayak bileği rijit bir yapı veya tek kemikten oluşan bir yapıya sahip olsaydı, sadece vücut ağırlığını taşıyan ve vücudu ön tarafa iten bir kaldıraç gibi çalışacaktı. Elastikiyetin olmaması sebebiyle, engebeli yüzeylere uyum sağlayamayacaktı. Halbuki ayak ve ayak bileği çok sayıda kemik ve eklemden oluştuğundan elastik bir yapıdadır ve çeşitli düzlemlerde hareket kabiliyeti söz konusudur (Wang ve ark., 2013).

#### 2.1.1. Kemikler

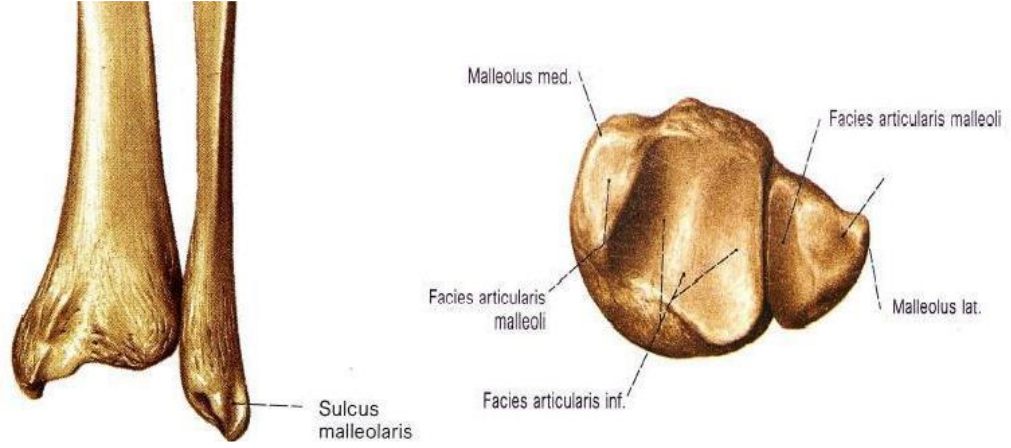
Ayak bileği tibia, fibula ve tarsal kemiklerden oluşur (Şekil 2.1). Tibia distal ucu cismine oranla daha geniş ve dörtgen şeklindedir. Kemiğin alt yüzü eyer şeklinde olup, eklem yüzünü oluşturur ve aşağısında bulunan talus ile eklemleşir (Pires ve ark., 2014; Crosswell ve ark., 2014; Meena ve Gangary, 2015). Ön kenarı düzken arka kenarı ise aşağı doğru uzanan dudak şeklindedir. Burası üçüncü malleol (posterior malleol) olarak adlandırılır. Medialde iç yüzey kıkırdakla kaplı, talusun medial faseti ile eklem yapan medial malleol yer alır.



**Şekil 2. 1.** Ayak bileği kemikleri (Marseille Medical Genetics, 2003)

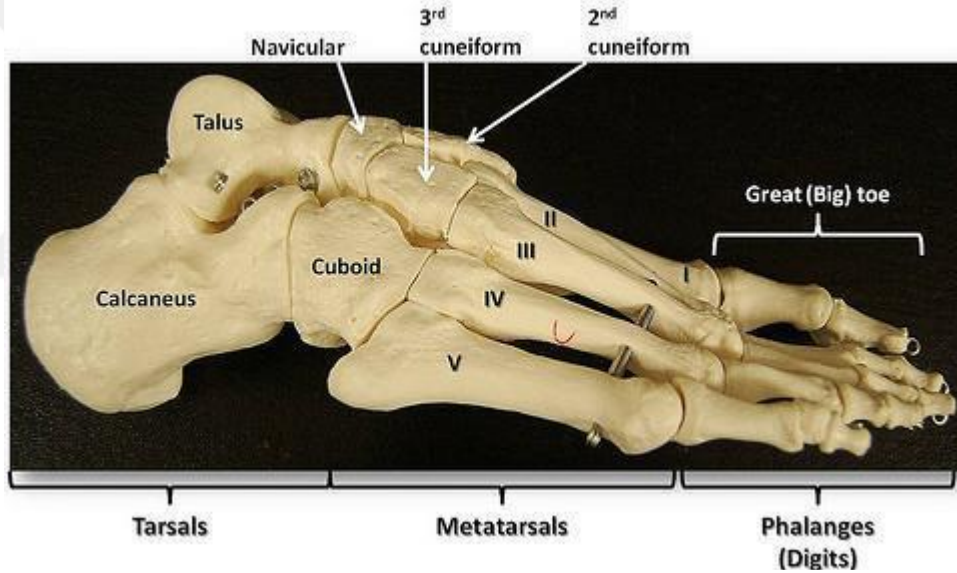
Medial malleol distalinin iç yüzeyinde bir olukla ayrılmış iki adet tepecik (kollikulus) yer almakta olup bunlara deltoid ligamanlar yapışmaktadır. Arka tarafta malleolar sulkus yer alır ki bu yapıdan tibialis posterior ve fleksor digitorum longus tendonları geçer (Lee ve ark., 2016). Distal tibiyanın lateral kısmında fibulanın bulunduğu bir oluk söz konusu olup bu oluğun önünde yer alan tüberküle anterior tibiofibular bağ yapışmaktadır. Bu köşeye “Chaput Tüberküli” adı verilmektedir (Şekil 2.2).

Fibula distal ucunun dış yüzü cilt altında kabarık olarak ele gelirken, iç yüzü üçgen şeklindedir. Distal uç aynı zamanda lateral malleolü oluşturmak için genişlemiştir (Pires ve ark., 2014; Crosswell ve ark., 2014). Arka kenarda peroneal tendonların geçtiği sulkus görülür (Şekil 2.2).



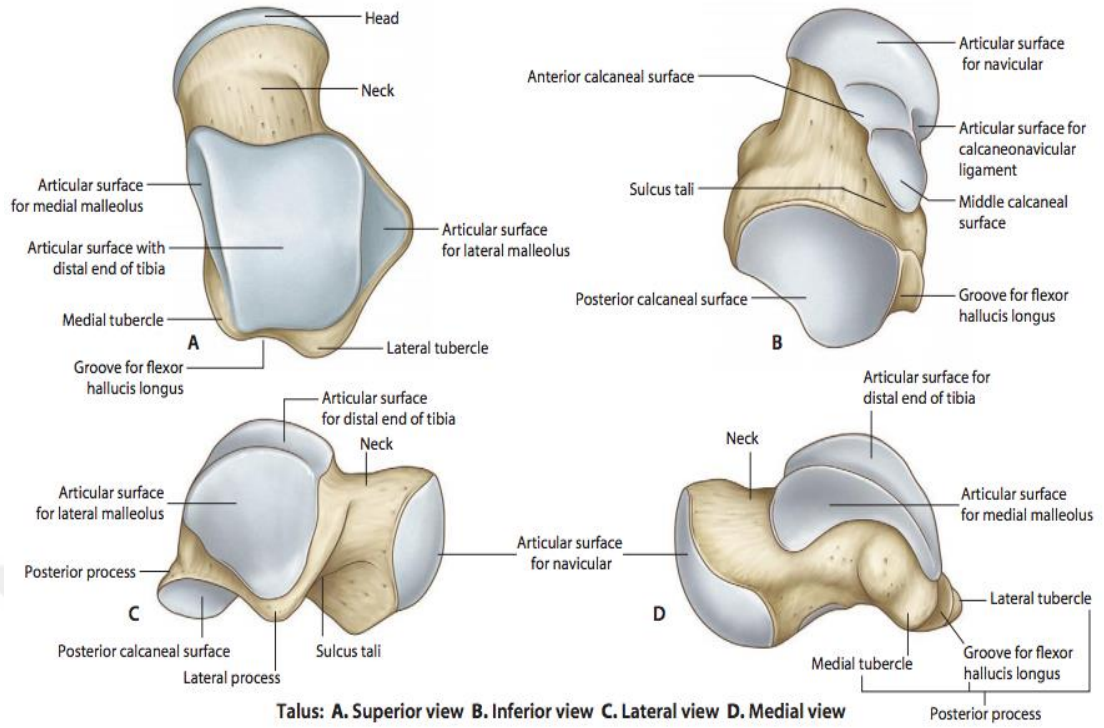
**Şekil 2. 2.** Tibia-Fibula Distali (Crosswell ve ark., 2014)

Talus, trapezoidal yapıda olup, talusun büyük kısmı (%60) kıkırdak ile kaplıdır (Şekil 2.3).



**Şekil 2. 3.** Talar kemikler (Crosswell ve ark., 2014)

Talusa herhangi bir kas yapışmaz (Michelle ve ark., 2010; Lee ve ark., 2016). Baş, boyun ve cisim olmak üzere 3 kısımdan meydana gelir. Ön kenarı, arka kenardan yaklaşık ortalama 2.5 mm daha geniştir. Baş kısmı aşağı ve öne doğru yönelerek naviküler kemik ile eklemler. İnferior yüzün ön tarafı, kalkaneus üzerindeki sustentakulum talinin üst kısmına oturmuştur. Talus boynu talus başının arkasında yer alan dar bölümdür. Bu bölüm kıkırdaksız bir yapıda olup besleyici damarlar bu noktadan geçerek talusa girer. Talusun üst yüzü makara şeklinde olup, troklea olarak adlandırılır ve bu alana bağlar tutunur (Şekil 2.4).

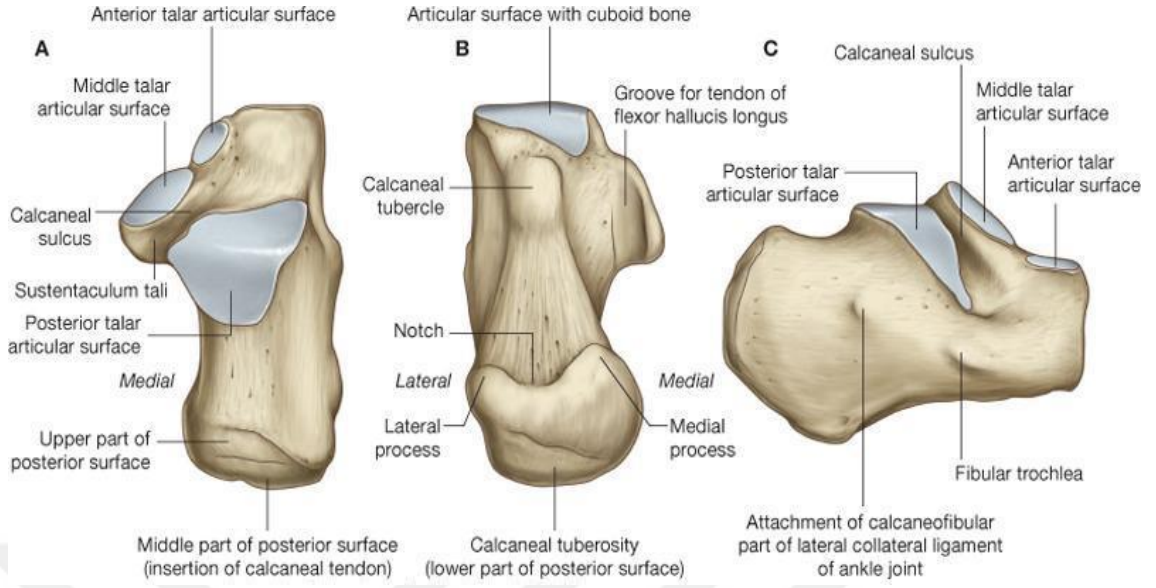


Talus: A. Superior view B. Inferior view C. Lateral view D. Medial view

#### Şekil 2. 4. Talus Kemliği (Netter,2011)

Troklea, medial ve lateral malleol ve tibia distal yüzüyle eklem yapmakta olup talusun üst yüzü lateral ve medial malleolle eklemleşen, eklem yüzlerine sahiptir. Yukarı kısımda ve medial yüzde tibia, aşağı kısımda kalkaneus, lateralde fibula, ön kısımda da navikular kemikle eklemleşir. Plantar fleksiyon esnasında küçük olan arka bölüm tibianın altına gelmek suretiyle mortis adı verilen tibiofibular aralığı daraltır. Büyük ön bölüm de dorsifleksiyonda mortisi genişletir. Bu sebepten ötürü de medial alandaki deltoid ligaman daha az zarar görür (Pires ve ark., 2014).

Kalkaneus, ayağın en büyük ve en fazla yük taşıyan kemigidir (Şekil 2.5). Yukarıda talus, önde kuboid kemikle eklemleşir. Yukarı kısmında bir olukla ayrılmış olup, talusla eklemleşen iki eklem yüzü vardır. Arka yüzü, topuğu oluşturur ve aşıl tendonu bu noktaya yapışır. Dış ön yarısındaki küçük çıkıntıya ise trochlea peronealis adı verilir ve bu çıkıntı peroneus longus ile brevis kirişlerini birbirinden ayırır.



**Şekil 2. 5.** Kalkaneus Kemığı (Netter,2011)

Navikula, ayak köprüsü için destek görevi görür. Talusun ön kısmında, kuboidin iç yan kısmında, kuneiform kemiklerin arkasında yer alır (Şekil 2.3).

Kuneiform kemikler, kama şeklinde olup üç kemikten oluşur (Şekil 2.3). Birinci kemik arka kısımda navikula, dış tarafta kuboid, medialde 1., ve 2. metatarsus kaidesiyle eklenir. İkinci kuneiform kemik 2. metatarsus ile, 3. kuneiform kemik de 3. metatarsus kaidesiyle eklenir (Bachmann ve ark., 2003; Pires ve ark., 2014).

### 2.1.2. Eklemler

Tibiotalar eklem, menteşe tarzında sinovyal eklem olmakla beraber maksimum dönüş yapabilen oynar bir eklemdir (Şekil 2.6).

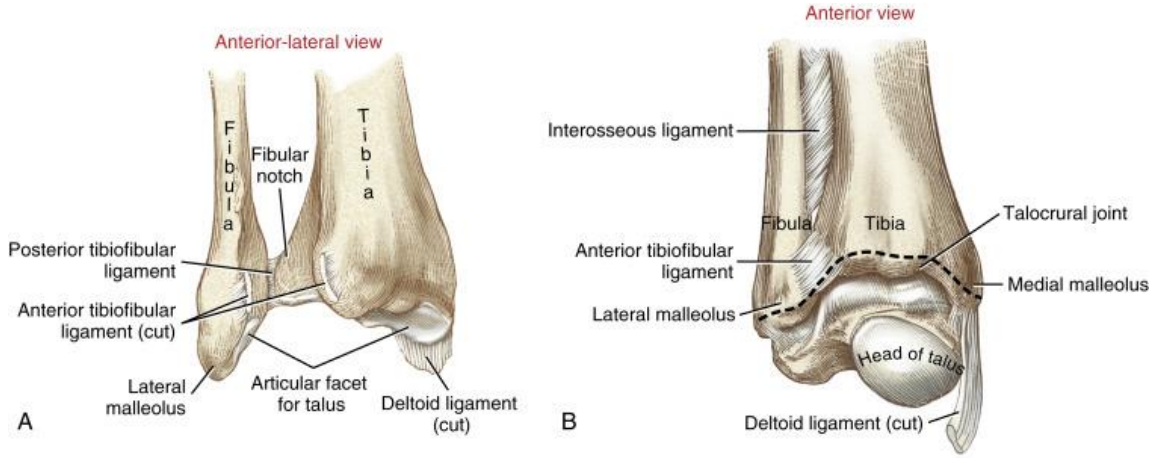


**Şekil 2. 6.** Ayak Bileği Eklemleri (Marseille Medical Genetics,2004)

Plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon esnasında rotasyon yapma yeteneği de vardır. Tibotalar eklem yüzeyleri hyalin kıkırdakla kaplıdır. Eklem ise fibröz kapsülle çevrelenmiş olup kapsül içinde tibia, fibula ve talusla birleşir. Kapsül, anteriorda talus boynuna doğru uzanır, güçlü kollateral ligamanlar ile desteklenmektedir. Kapsül anterior ve posterior alanlarda incedir. Distal tibia, lateral ve medial malleolun oluşturduğu oyuk, posterior tarafta anteriora oranla daha geniş olup transvers tibiofibular ligaman tarafından tamamlanmaktadır. Sinovyal membran bütün eklem yüzeylerini ve talus boynunun intrakapsüler bölümünü kaplar (Glas ve ark., 2002; Smith ve ark., 2011; Pires ve ark., 2014).

Distal tibiofibular eklem, fibröz bir eklem olup, interosseöz ligaman ile bağlıdır (Şekil 2.7).



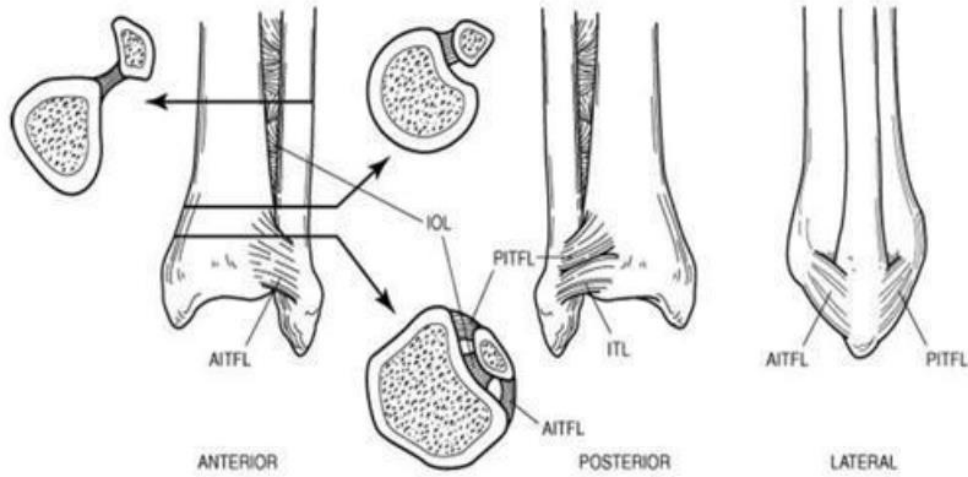


**Şekil 2.7.** Tibiofibular Eklem (Mark S. Myerson M.D., 2010)

Tibiofibular eklem distal tibia lateralinde yer alan konkaviteyle distal fibulanın medialindeki konveksite arasında yer alır. Eklem anterior ve posteriorundaki interosseöz ligamanlar ve posterior tibiofibular ligamanlarla desteklenmektedir (Hartwig, 2008; Pires ve ark., 2014). Sindezmotik ligaman tibiofibular eklem, distal tibia ve fibula arasındaki bütünlüğü korumakla görevlidir. Aksiyel, rotasyonel ve translasyonel güçlere karşı koyar.

### 2.1.3. Ayak Bileği Ligamanları

Ayak bileği eklemi, dört grup ligaman kompleksi tarafından desteklenmektedir. Sindezmotik ligaman kompleksi Anterior Inferior Tibiofibular Ligamanlar (AITFL), Posterior Inferior Tibiofibular Ligamanlar (PITFL), İntraosseöz Ligamandan (IOL) ve Inferior Transvers Ligamandan (ITL) oluşur. Lateral kollateral kompleksi; Anterior Talofibular Ligaman (ATFL), Posterior Talofibular Ligaman (PTFL) ve Kalkaneofibular Ligaman (KFL) alt gruplarına ayrılır. Deltoid ligaman kompleksi; anterior ve posterior tibiotalar ligaman, tibiokalkaneal ligaman ve tibionaviküler ligamanlardan oluşur (Şekil 2.8.) (Jahs, 1992; Ege, 1999).



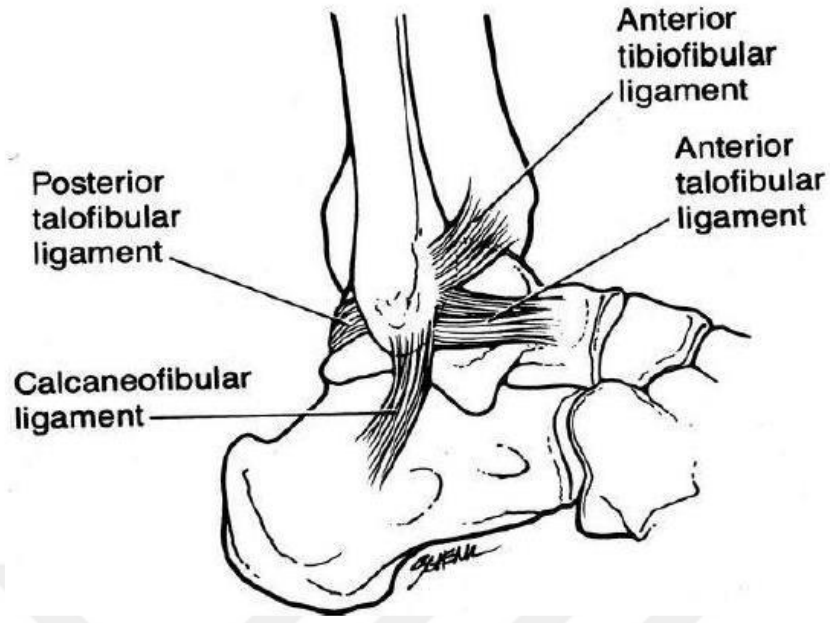
**Şekil 2. 8.** Sindesmotik Ligaman Kompleksi (Jahs, 1992)

AITFL, düz şekilli olup, iki veya üç banttandır. Chaput tüberkülü olarak adlandırılmakta olan tibia'nın anterolateral tüberkülünden başlamaktadır. Oblik olarak hafifçe distale uzanmakta ve Wagstaffe tüberkülü olarak adlandırılan lateral malleolün ön kenarına yapışarak sonlanmaktadır (Wang ve ark., 2013; Pires ve ark., 2014).

PITFL, dikdörtgen şekilli olup, AITFL'dan daha küçüktür. Lateral malleolün posteroinferiorundan başlayarak, posterior tibial malleolün lateraline yapışarak sonlanır. İnferior transvers tibiofibular bağ PITFL'nin derin ve kuvvetli bileşenlerinden birisi olarak da bilinmekte olup bu bağ fibrokartilaginöz yapıdadır. Posterior fibular tüberkülünden ve digital fossanın üst kısmından başlayarak tibia eklem yüzünün arkasına uzanarak medial malleolde sonlanır. Tibia'nın posterior kenarında labrum oluşturmak suretiyle tibia ve talus arasındaki eklem yüzeyinde artış sağlar. Bu bağ talusun posterolateral eklem yüzeyiyle temas halindedir (Wang ve ark., 2013; Pires ve ark., 2014).

İOL, fibula distal iç yüzeyi ile tibia'nın lateral yüzeyi arasında yer alır. Üçgen şeklindedir ve tepesi proksimalde tabanı distaldedir. Pek çok kısa fibröz banda sahip olup kruris proksimaline doğru interosseöz membran adını alarak devam etmektedir. Tibia ve fibula arasında transvers stabilizasyon yapar (Wang ve ark., 2013; Pires ve ark., 2014).





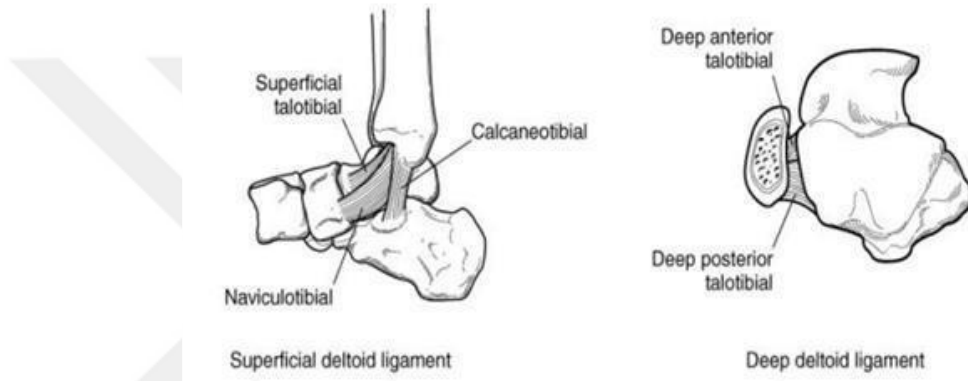
**Şekil 2. 9.** Lateral Kollateral Ligaman Kompleksi (Pires ve ark., 2014)

**Lateral Kollateral Ligamanlar:** Medial ligamana göre daha zayıftırlar ve 3 bölümden oluşur (Şekil 2.9). ATFL lateral malleolün ön kenarından başlayıp çapraz bir şekilde öne ve içe doğru ilerleyip talusun lateral artiküler fasetinin ön yüzüne yapışan yassı ligamandır. Ayak bileği ekleminin primer stabilizatörüdür. Lateral kompleks bağları içinden, en geniş ve en zayıf olanıdır. Bu ligaman, vasküler dallanmaların girişine izin verecek şekilde iki bağımsız banttandır. Orta kısımları kapsüle karışır. Nötral pozisyonda ayak eksenine hemen hemen paralel uzanmasına karşın ayak plantar fleksiyondayken bacak eksenine paralel ve yere dik seyreder. Bu nedenle en fazla yaralanma plantar fleksiyonda meydana gelir. ATFL en zayıf ve inversiyon yönünde burkulmalarda en fazla yaralanan bağıdır (Marsh ve Saltzman, 2007).

Lateral bağlar içerisinde en güçlü ve derin yerleşimli bağ PFTL'dir. İntrakapsüler ve ekstrasinovyal yapıdadır. Lateral malleolün posteromedial yüzünden başlayıp horizontale yakın seyreder. Talusun posterioruna yönelerek fleksor hallucis longus tendonunun lateralinde yer alan bir tübekülde sonlanır. Talusun posterior ve rotatuar subluksasyonuna mani olur. Ligaman eklem kapsülüyle talus ve fibulaya giden damarlar sayesinde iyi vaskülerize olup ayak bileği dorsifleksiyonunda daha sık

yaralanmasına karşın ayak bileği burkulmalarında en az hasar gören bağıdır (Marsh ve Saltzman, 2007).

KFL, dış taraftaki bağların en büyüğüdür. Lateral malleolün posteriorundan başlayarak, kalkaneusun lateralinde küçük bir tüberküle yapışarak sonlanır. Normalde gevşek haldedir ve değişik akslarda rotasyonlar yapabilir. Bu ligaman, herhangi bir eklemden hareketi kısıtlamamakta, bağımsız olarak hareket etmektedir. Subtalar eklemi stabilize eder ve inversiyonu sınırlar. ATFL'yi dik olarak keser ve 2.5 kat daha kuvvetlidir (Marsh ve Saltzman, 2007; Tank ve Gest, 2009).



**Şekil 2. 10.** Medial (Deltoid) Ligaman Kompleksi (McCollum ve ark., 2013)

**Medial Ligamanlar:** Lateral ligamanlardan daha güçlü olup triangular liflerden meydana gelmektedir. Medial malleol ligamanı derin ve yüzeysel olmak üzere iki daldan oluşmaktadır (Şekil 2.10). Derin katman anterior ve posterior tibiotalar ligamanlardan meydana gelmekte olup dörtgen şekillidir. Bunlardan anterior tibotalar ligaman talus boynu yapışma yerinde, oblik seyirli ve daha kısa iken posterior tibotalar ligaman ise posteromedial talar tüberkülün posterior kısmında, talus medial yüzüne oblik olarak uzanan ve daha güçlü ligamandır. Derin tabaka bacağın eksternal rotasyonuyla deltoid ligamanında gerilimi artırır. Ayak bileğini mortis içerisinde stabil hale getiren asıl yapı deltoid bağıdır (Wainright ve ark., 2012; McCollum ve ark., 2013). Yüzeysel katman ise tibionavikular ve tibiokalkaneal ligamanlardan meydana gelmekte olup üçgen şekillidir. Tibionavikular lifler anteriorda yer almakta iken tibiokalkaneal lifler medialde yer alır. Tibiokalkaneal

lifler yüzeysel katmandaki en güçlü ligamandır. Yüzeysel liflerin spesifik olarak talar abdüksiyonu ve negatif talar tilti sınırladığı bildirilmiştir (Margetic P, Pavić, 2012).

#### **2.1.4. Ayak Bileği Kasları**

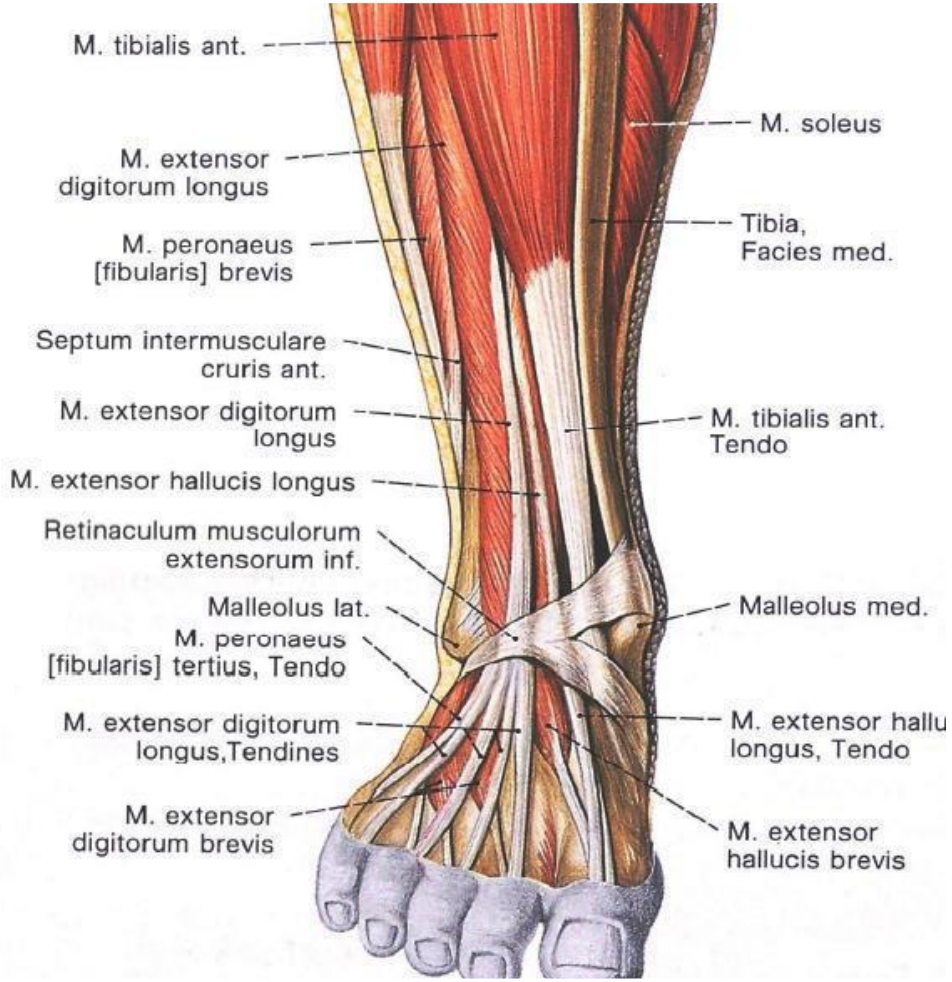
##### **Ön Kompartman Kasları**

M.tibialis anterior, tibia dış yüzünden başlamakta olup her iki ekstansör retinakulumun altından geçip birinci kuneiform kemiğin medial yüzü ve yanındaki birinci metatarsın dibinde sonlanmaktadır. Bu kas ayağa inversiyon ve dorsifleksiyon yaptırmakla görevlidir (Netter, 2011).

M. ekstansör digitorum longus, membrana interosseadan ve fibula ön yüzünün yukarı 2/3'ünden orjin alır, başparmak hariç diğer 4 parmağa giriş oluşturarak sonlanır. Bu kasın görevi, parmaklara ekstansiyon yaptırmak ve ayak bileği dorsifleksiyonuna yardımcı olmaktır (Netter, 2011).

M. peroneus tertius, fibula ön yüzünün distal 1/3'ünden orjin başlar, M. ekstansör digitorum longusun bir bölümü olarak da kabul edilir ve 5. metatarsal kemiğin bazisinde sonlanır. Görevi, ayak bileğine dorsifleksiyon ve eversiyon yaptırmaktır (Netter, 2011).

M. ekstansör hallucis longus, fibula ve membrana interosseanın orta kısmından orjin alır, üst kısmı m. ekstansör digitorum longus ve m. tibialis anterior tarafından örtülmüştür, başparmağın distal falanksının bazisinde sonlanır. Görevi ayak başparmağına dorsifleksiyon yaptırmaktır. Ayrıca ayak bileği dorsifleksiyonu ve inversiyonuna katılır (Netter, 2011).



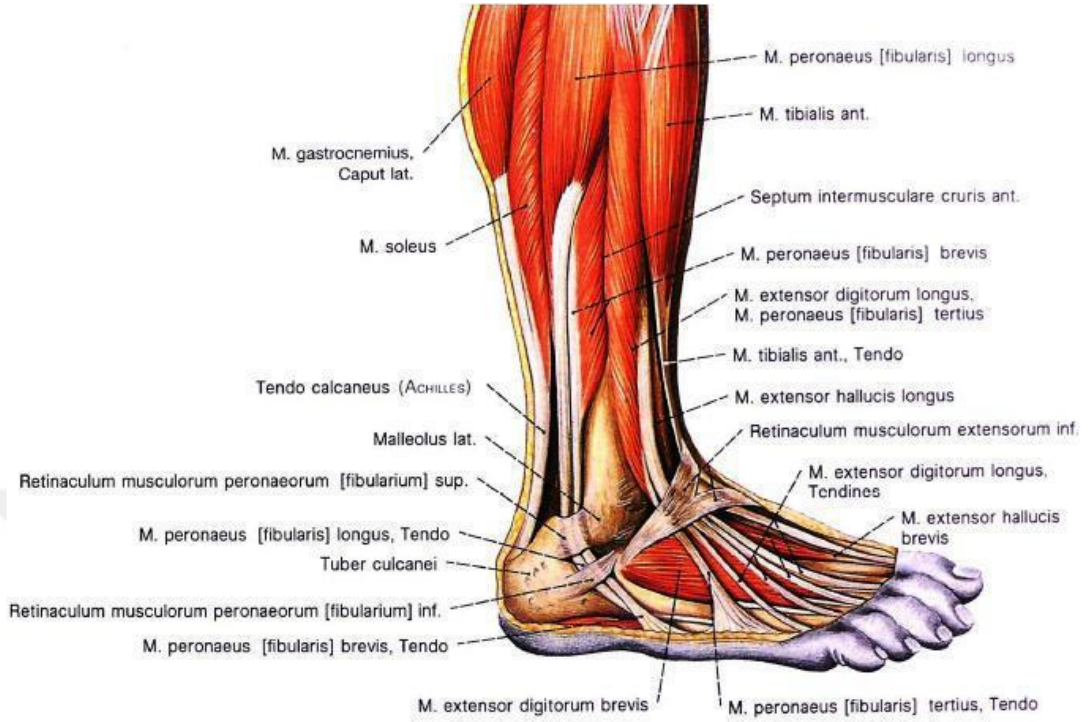
**Şekil 2. 11.** Ön Kompartman Kasları (Netter, 2011)

### **Lateral ve Medial Kompartman Kasları**

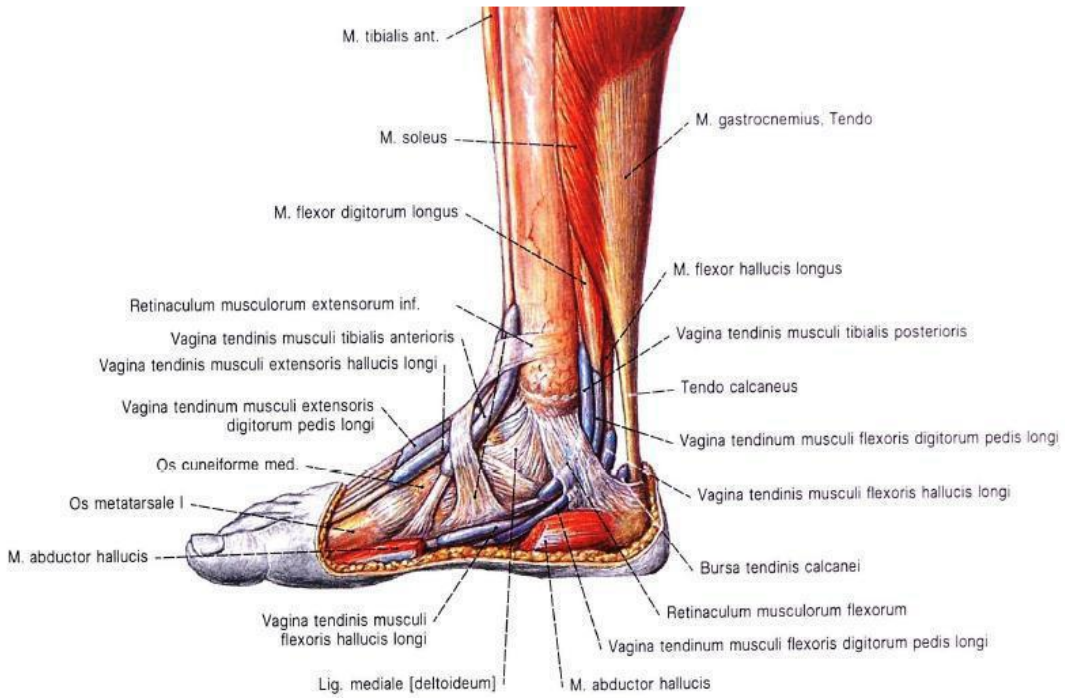
M. peroneus longus, fibula dış yüzeyi üst 2/3'ünden orjin alır, dış malleol arkasından peroneal retinakulundan geçerek küneiformun mediali ve 1. metatarsal kemiğe yapışır ve ayak 4. kas tabakası olarak devam eder. Görevi ayak bileği plantarfleksiyon ve eversiyonuna katılmaktır.

M. peroneus brevis, fibula dış yüzeyi üst 2/3'ünden orjin alır, peroneus longus tendonu önünde seyrederek, dış malleol arkasından ve retinakulum musculorum peroneum superior altından geçer, aşağı-öne döner ve kalkaneusun lateral yüzüne inferior peroneal retinakulumla yapışarak sonlanır. Görevi ayak bileği plantarfleksiyon ve eversiyonuna katılmaktır (Netter, 2011).

Lateral ve medial kompartman kasları Şekil 2.12 ve Şekil 2.13'te gösterilmiştir.



Şekil 2. 12. Lateral Kompartman Kasları (Netter, 2011)

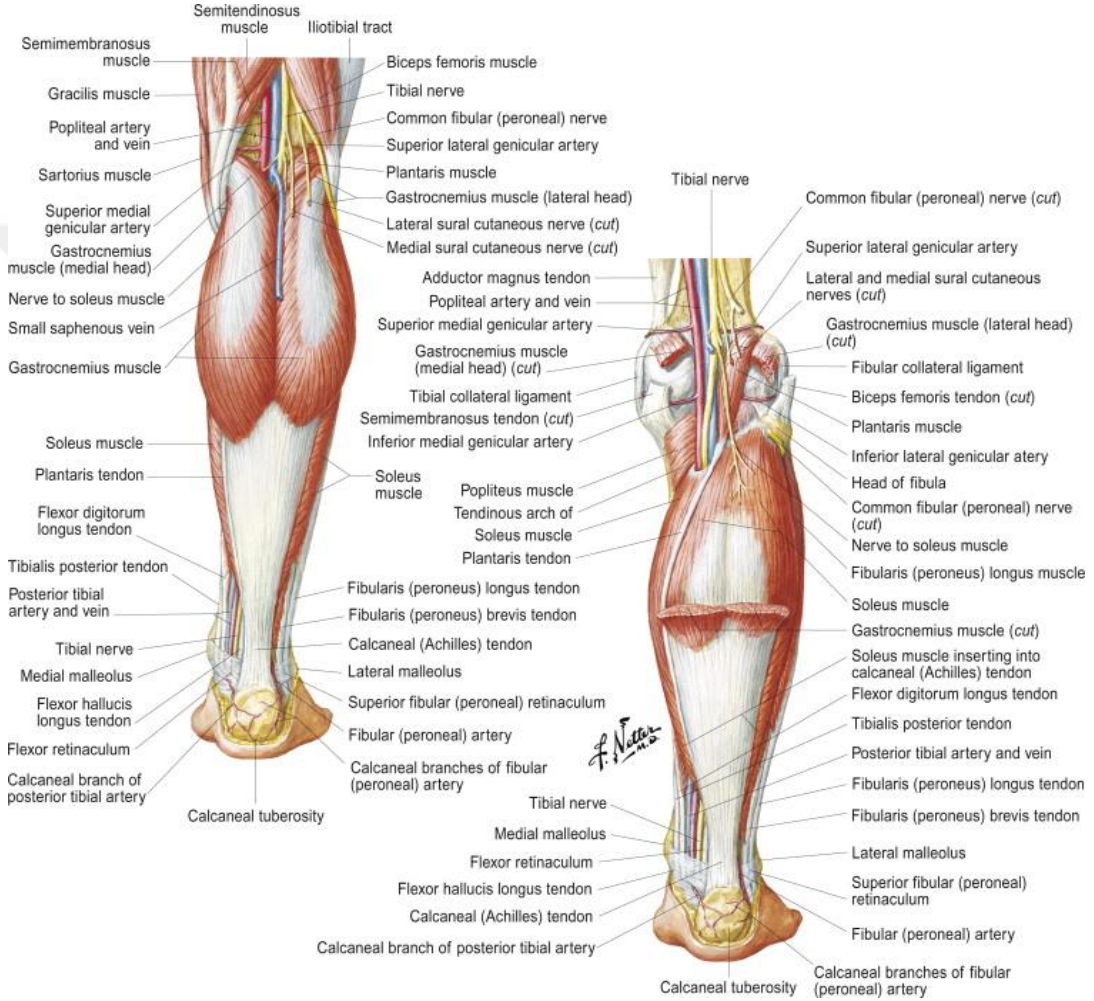


Şekil 2. 13. Medial Kompartman Kasları (Netter, 2011)



## Arka Kompartman Kasları

Deri altındaki yüzeysel fasya haricinde bir de derin fasya bulunur. Yüzeysel bölmede triceps surae (gastrocnemius ve gastrosoleus) ve plantaris kası, derin bölmede de fleksör hallusis longus, poplitea, tibialis posterior ve fleksör digitorum longus kası yer alır (Şekil 2.14).



Şekil 2. 14. Arka Kompartman Kasları (Netter, 2011)

M. Gastrocnemius femurun medial ve lateral kondillerinden orjin alır, aşil tendonu aracılığıyla kalkaneusun posterior yüzünde sonlanır. Gastrocnemius kası ayağın plantar fleksiyonuna katılak koşma ve pliometrik faaliyetlerde yardımcı olur. Topuğu yerden hızlı bir şekilde yükseltir. M. Gastrosoleus tibia ve fibulanın posterior yüzü ve fibula başından başlayarak aşil tendonu aracılığıyla kalkaneusun posterior

yüzünde sonlanır. Gastrocnemius kası ile sonlanışlarının aynı olmasından dolayı bu kas öncelikle bir plantar fleksördür.

M. Plantaris femurun lateral suprakondiler çıkıntısından başlar, aşil tendon aracılığıyla kalkaneusun posterior yüzünde sonlanır. Bu kasın görevi diz eklemi fleksiyonda iken internal rotasyon yaptırmaktır.

M. Fleksör hallusis longus; fibula, interosseöz membran ve intermusküler septumdan orjin alır ve ayak başparmağının terminal falanksına yapışır. Görevi ayak bileğinin plantar fleksiyonuna katılmak ve ayak baş parmağına fleksiyon yaptırmaktır.

M. popliteus; femurun lateral kondilinden, lateral menisküsten ve caput fibuladan orjin alıp tibianın soleal çizgisinde sonlanır. Görevi bacağına fleksiyon ve bacak fleksiyonda iken internal rotasyon yaptırmaktır.

M. tibialis posterior; tibia ve fibulanın arka yüzü ve interosseöz membrandan başlayarak naviküla, küneiformlar ve 4. metatarsal kemiğin tabanına yapışır. Görevi üst ayak bileği ekleminde plantar fleksiyonu ve inferior ayak bileği ekleminde inversiyonu yaptırmaktır. Ayrıca taban düşüklüğünü ve talus başının medial deplasmanını önler.

M. fleksör digitorum longus; tibianın arka alt yarısından başlar ve 2-3-4-5. metatarsalların distal falanklarında sonlanır. Görevi 2-3-4-5. metatarslara fleksiyon yaptırmak, ayak bileğinin plantar fleksiyonuna ve ayağın inversiyonuna yardımcı olmaktır. Belirtilen tüm bu kaslar ayak bileğine plantar fleksiyon ve inversiyon yaptıran kaslardır (Netter, 2011).

### **2.1.5. Ayak Bileği Damar ve Sinirleri**

Ayak bileğini anterior ve posterior tibial arterler beslemektedir. Anterior tibial arter popliteal arterin uç dallarından birisidir ve ayak bileği eklemi düzeyinde eklemin anterioruna geçerek dorsalis pedis adını almaktadır (Netter, 2011).

Ayak tabanını genel olarak tibial sinir, ayak sırtını peroneal sinir inerve eder. Femoral sinirin safenöz dalı ile tibial ve peroneal sinirlerden birer dal olarak oluşan sural sinir de ayağın lateral yüzünü inerve eder (Netter, 2011).

## **2.2. Ayak Bileği Biyomekaniği**

Ayak bileği fonksiyonel bir birimdir, ancak biyomekanik incelemelerde tek başına bir yapı olarak değerlendirilmez. Hareket, tüm vücudu ilgilendirir ve alt ekstremitte hareket sırasında bir bütün olarak davranır. Çünkü ayak ve ayak bileği, vücudun en etkin şekilde ve en az enerji harcayarak hareket ettirilmesi için diğer alt ekstremitte eklemleri ile beraber çalışır. Ayak-ayak bileği segmenti dik postürün korunabilmesi için, mobil bir sistem sağlar. Bu mobilite dengeli bir taban sağlar. Ayrıca, yürüme sırasındaki yüklenme kuvvetlerinin absorpsiyonuna yardım eder. Ayağın kaldırılmasını ve itme hareketini kolaylaştırır. Rotasyonları ile üstteki eklemlerle, alttaki düzgün olmayan zemin arasındaki uyumu sağlar (Marsh ve Saltzman, 2007).

Ayak bileği ekleminin rotasyon eksenini, iç ve dış malleollerin alt uçlarından geçer. Bu eksen aynı zamanda, ayak bileğinin mekanik eksenini ifade eder (Marsh ve Saltzman, 2007; Inklaar ve van Beek, 2011).

Ayak bileği transvers eksen etrafında ekstansiyon (dorsifleksiyon) ve fleksiyon (plantarfleksiyon) hareketlerini gerçekleştirir. Talusun geniş olan ön kısmı, tibiyanın anterior çıkıntısına dayandığından, ayak bileğinin dorsifleksiyonu 20-30°, plantar fleksiyonu 30-50°'dir (Oatis, 2009).

Pronasyon ve supinasyon hareketleri subtalar eklem eksenini etrafında gerçekleşir. Subtalar eklem eksenini üst taraftan bakılacak olursa kalkaneusun merkezinde, 2. ve 3. metatars başları arasındaki noktadan geçen longitudinal eksenin 23° medialinde, lateralden bakıldığında ise ortalama 42° yukarısında bulunur. İnversiyon, ayak tabanının mediale bakacak şekilde yer değiştirmesidir. Spor hareketleri sırasında sıklıkla kullanılır.



Supinasyon, inversiyon ve adduksiyon hareketinin birlikte yapılmasıdır. Eversiyon, ayak tabanının laterale bakacak şekilde yer değiştirmesidir. Pronasyon ise ayağın eversiyon ve abduksiyon hareketinin birlikte yapılmasıdır. Subtalar eklem hareket açıklığı, 20-62° arasındadır. İversiyon eversiyondan fazladır ve oranı 2/3'tür (Oatis, 2009; Tang ve ark., 2012).

Ayak bileği hareketleri, tibiotalar, talokalkaneal ve talonaviküler eklemlerin koordineli hareketleri sonucu oluşur. Ayağın fleksiyon ve ekstansiyonu sırasında rotasyon gerçekleşmez. Ancak, ayak bileği eksenini obliktir ve eklem hareketi sırasında ayakta iç rotasyon gözlenir. Rotasyon, dorsal fleksiyonun derecesi ve eksenin eğimiyle orantılıdır. Rotasyonun ortalaması yaklaşık 19°, tibiotalar eklem hareket açıklığı ise ortalama 24° (20-36°)'dir (Ege, 1999).

Ayak bileğinin gerçek eksenini, eklem yüzeyine göre daha obliktir. Tibial plato eklem yüzeyi, koronal planda tibia orta hattına rölatif olarak, ayak bileği eksenine ters doğrultuda açılanma gösterir. Koronal planda tibial plato eklem yüzeyi ile ayak bileği eksenini arasındaki açı (talokrural açı), normal dış malleol diziliminin belirleyicisidir. Bu açı yaklaşık olarak 8-15°'dir (Ege, 1999). Karşı ayak bileği ile arasında 2° fark olabilir. Inman'a (1969) göre, ayak bileğinin deneysel eksenini iç ve dış malleollerin tepelerinden geçen çizgi olarak kabul edilir. Bu çizgi, iç yandan arka alt tarafa doğrudur. Genel populasyonun %80'inde normal hareket, bu eksen etrafında basit rotasyondur. Deneysel eksenini oblikliği kişiden kişiye değişkenlik gösterir. Koronal planda bu eksen, medial sefalikten lateral kaudale doğrudur. Koronal planda tibia vertikal eksenini ile 82°'lik (74-94°) bir açı yapar (Ege, 1999; Carr, 2003; Wood ve Whittle, 2003; Marsh ve Saltzman, 2007).

Inman, ayak bileği anatomisini ve işlevini birlikte düşünerek, eklemi apeksi iç malleol ve tabanı dış yan alt fibulaya bakan bir kesik koni olarak tarif etmiştir. Koninin eksenini ile, eklem mekanik eksenini denk olduğunu belirtmiştir. Bu eksen diz eklemine göre 20-30° dış rotasyonda ve frontal planda, tibia uzun eksenine göre 80-82° açı ile yerleşmektedir (Marsh ve Saltzman, 2007).

Ayak bileğinin hareket ve ayakta durma sırasında, destek ve stabilizasyon görevi vardır. Bunun yanında yürüme esnasında ayak üzerine binen yüklenme kuvvetlerinin

emilmesine, itme (push-off) fonksiyonuna ve altındaki, üstündeki segmentlerin fonksiyonel uyumuna yardım eder. Normal yürümede, ayak bileği topuk yere değip vücut ağırlığını yükleninceye kadar dorsal fleksiyondadır. Yapılan çalışmalar, yürüme sırasında normal bireyler için en az 10° dorsifleksiyona ve 20° plantar fleksiyona, sporcular için en az 20–30° dorsifleksiyona ve 20° plantar fleksiyona ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Hızlı yürüme, koşma, yokuş veya merdiven inip çıkma için daha geniş hareket açıklığı gerekmektedir (Ege, 1999; Marsh ve Saltzman, 2007; Oatis, 2009).

İnversiyon, ayağın topuktan itibaren içe dönme hareketi olup, 10–15° kadardır. Diğer eklemlerin harekete katılmasıyla 25– 30°'ye yükselir. Bu harekette en önemli rolü tibialis posterior, fleksör digitorum longus ve fleksör hallucis longus kasları oynar. Eversiyon ise inversiyon hareketinin tam tersidir ve peroneus longus ile brevis kasları eversiyonda önemli rol oynar (Cerezal ve ark., 2003).

Abduksiyon ve adduksiyon hareketleri, talonaviküler ve kalkaneoküboid eklemler tarafından gerçekleştirilir. Ayağın tümü ile vücut orta eksenine yaklaşmasına adduksiyon, uzaklaşmasına abduksiyon adı verilir. Adduksiyon ve abduksiyon 25° kadardır. Adduksiyon hareketinin yapılmasında, tibialis anterior ve posterior kasları rol oynarken; abduksiyon hareketinin yapılmasında, peroneus longus ve brevis kasları etkilidirler (Cerezal ve ark., 2003; Wilkstrom ve ark., 2005).

Talusa yandan bakıldığında, boyutu değişken olan, iç ve dış malleollere karşılık gelen eklem yüzeylerine sahiptir. Dorsifleksiyonda talusun lateral eklem yüzeyi daha geniş bir çapa sahiptir. Mediale oranla daha büyük bir hareket arkına sahiptir ve talusun önde geniş olması, mortisin önde genişlemesine, dorsifleksiyon sırasında dış rotasyona neden olur. Talusun ön kısmı, arka kısma oranla 24±13 mm daha geniştir. Dorsifleksiyonda mortisin genişlediği, çoğu araştırmacı tarafından doğrulanmıştır (Wood ve Whittle, 2003).

Plantar fleksiyondan, dorsifleksiyona doğru hareket sırasında, mortisin azami miktarda genişlediği görülmüştür. Grath'ın yaptığı çalışmada, birçok kişide ayak bileği nötral pozisyonda iken, mortis genişliğinin arttığı görülmüştür. Bu nedenle, nötral pozisyonda hareketsiz bırakılan ayak bilekleri, yeterli mortis genişliğine

sahiptirler. Fibulanın hangi hareketinin mortiste bir genişlemeye neden olduğu ise tam olarak bilinmemektedir. Yeni bilgiler ışığında, talusun dorsifleksiyonu ile birlikte, fibula longitudinal ekseninde 3° veya 5–7° bir dış rotasyon ile üst ve alt yönde 0.1–0.5 mm.lik bir hareket yaptığı tespit edilmiştir. Dış malleolün hafif hareketi, talusun oblik bir ekseninde dönmesinden kaynaklanır (Wood ve Whittle, 2003).

### **2.2.1. Ayak Bileğinin Bağ Desteği**

Deltoid bağların %57 oranında, talusun mortiste dış rotasyonunu kısıtladığı görülmüştür (Carr, 2003).

Lateral, kollateral bağ kompleksinin ATFL ve KFL bileşenleri arasındaki açı, normal bireylerde 80–130°'dir. 80°'nin altında veya 130°'nin üzerinde olacak şekilde varyasyonlar gösterebilir. ATFL, plantar fleksiyonda inversiyonu kısıtlar. Ayak bileği nötralde iken, talusun öne subluksasyonunu da engeller. Bu durum ön çekmece testi ile değerlendirilebilir (Carr, 2003). ATFL, plantar fleksiyon sırasında fibula ile hareket eder. Bu pozisyonda, gerçek bir kollateral bağ gibi, talusun yuvasında inversiyonunu kısıtlar. Dorsifleksiyonda KFL fibula ile aynı dizilime gelir ve kollateral bağ fonksiyonu oluşur (Jahss, 1992).

Sindesmotik ligaman kompleksi düzgün bir şekilde fibulayı tibiaya bağlamaktadır. Ayak bileği eklemünde deltoid bağla beraber talusun rotasyonel stabilitesine katkı yapar. Normal yürüme esnasında da fibulanın minör hareketlerine izin vermektedir (Wood ve Whittle, 2003).

Sindesmotik ligamanın stabilitesi, dış malleol kırıklarının tedavisi sırasında primer sorun olarak karşımıza çıkabilir ve her olgu temelde kendine özgü olarak değerlendirilmelidir (Wood ve Whittle, 2003).

Boden ve ark. (2000)'nın yaptığı çalışmaya göre, deltoid bağ yırtığı varlığında talar instabiliteye yol açan sindesmoz ayrılmasının kritik zonu, eklem 30–45 mm yukarisındadır. Deltoid bağın sağlam olması, talusun stabilitesine açık bir şekilde

katkıda bulunarak pek çok olguda sindesmozun fiksasyon gereksinimini ortadan kaldırır (Wood ve Whittle, 2003).

### **2.2.2. Ayak Bileğinin Stabilitesi**

Frontal düzlem inversiyon ve eversiyon hareketlerinin gerçekleştiği subtalar eklemi de içine almakta olup bu hareketler esnasında iki eklem beraber çalışır. Subtalar eklem frontalde gravite hattının salınımlarını kontrol etmek suretiyle lateral dengeyi sağlamakta olup nötröl konumda ayak bileği eklemi fibulayla tibia arasındaki uyum talusun şekli ile bu kemikler arasında intraosseöz membranla stabilize edilmektedir. Aynı zamanda ayak bileği eklem kapsülü ATFL ve PTFL ile korunmaktadır (Hertel, 2002; Oatis, 2009).

Stabilite ağırlık taşıma esnasındaki kompresif güçler ile artmaktadır. Yük altında inversiyon stabilitesinin %100'ü, rotasyonel stabilitenin ise %30'u eklem yüzleri tarafından karşılanır. Ağırlık taşınmayan hallerde ise daha fazla eklem pozisyonu ve ligamentöz yapıların sınırlayıcı gücü ile ilişkilidir. Plantar fleksiyondaki artışa bağlı olarak yumuşak dokuların sınırlayıcı özelliği azalmakta, yaralanma riski artmaktadır (Oatis, 2009).

Deltoid ligaman ayak bileğinin medial stabilizasyonunda önemli bir yere sahip iken, ATFL ve KFL lateral kısmın stabilitesinde önemlidir. Özellikle ATFL, ayak bileği ekleminin öne yer değiştirmesini engelleyen, internal rotasyon ve inversiyon hareketinde primer stabilite sağlayan ligamandır. Travmada, ilk ve en çok yaralanan ligaman olması açısından önemlidir. Ayak bileğinin medial ve lateralindeki diğer muskulotendinöz yapılar, ayak bileği stabilizasyonunda küçük bir rol oynar ve primer fonksiyonları ayağın hareketidir (Bozkurt ve Doral, 2006; Oatis, 2009; Tang ve ark., 2012).

McCullough'a göre, ayak bileğinin pasif stabilitesi kollateral ve alt tibiofibular bağlar ile beraber eklem yüzlerinin konturu tarafından sağlanır. Dinamik stabiliteyi ise yerçekimi ve kas kuvveti sağlar. Dorsal fleksiyonda stabilizatör etkiler en yüksek

seviyededir. Yükleme esnasında fibulanın aşağı doğru hareketi ile mortisin derinleşmesinin stabiliteyi artırdığı gösterilmiştir (Jahss, 1992).

Fibula, talusun deplasmanının önlenmesi ve stabilitenin sağlanması için çok önemlidir. Kısalmış veya rotasyonel bozukluğu olan fibula, talusun şift veya tiltine yol açarak temas yüzeyini değiştirir, medial bağlar sağlam bile olsa talusun kaymasına veya eğilmesine engel olamaz. Küçük değişiklikler bile eklem taşıyıcı alanında büyük bozulmalara neden olduğundan, kişide denge bozuklukları veya düşme hissi olabilir. Bu nedenle, fibulanın ve dolayısıyla ayak bileği anatomisinin restorasyonu önemlidir. Fibula stabilitesinin sağlanması ve talusun yer değiştirmesinin engellenmesi gerekir. Yablon ve ark.'ın (1977) yapmış oldukları çalışmada, ayak bileğinin esas stabilizatörünün dış malleol olduğu anlaşılmıştır. Fibulanın anatomik redüksiyonu sağlanmadığında, talus laterale doğru kayar (Marsh ve Saltzman, 2007).

Marsh ve ark.'ın yaptığı çalışmada, dış malleolün 1 mm yer değiştirmesi ile eklem temas yüzeyinin %42 azaldığı görülmüştür. 3 mm'lik kaymada ise, eklem temas yüzeyinin %60'dan fazla azaldığı öne sürülmüştür (Carr, 2003).

Yapılan bu çalışmada; ayak bilekleri ile ilgili şu sonuçlara varılmıştır (Jahss, 1992);

1. Deltoid bağı izole yırtığında, instabilite gelişmemiş,
2. Lateral kollateral bağı izole yırtığında, yaklaşık 30° dış rotasyon instabilitesi ve belirgin talar instabilite gelişmiş,
3. İç malleolün eklem düzeyinin altından rezeksiyonu, 10° rotasyonel kayma ve çok küçük valgus instabilitesi oluşturmuş,
4. Dış malleolün kısa oblik osteotomisi yapıldığında, rotasyonel ve valgus instabilitesi gelişmiş ve uygulanan kuvvet arttırıldığında instabilite daha da artmıştır.

Travma sonucu ayak bileğindeki izafi halkanın en az iki seviyede bozulması (iki malleolün birlikte kırığı veya en az bir malleol kırığı ve bir bağ yırtığı), talusun mortiste ön-arka veya lateral-medial yönde yer değiştirmesine sebep olur (Atay, 2015).

Ayak bileğinin stabilitesi primer olarak 4 yapıya bağlıdır:

1. İç malleol ve medial kollateral bağ,
2. Dış malleol ve lateral kollateral bağ,
3. Ön sindezmotik bağlar ve bunların tibia ve fibuladaki yapışma yerleri,
4. Arka sindezmotik bağ ve arka malleol.

Tile, yumuşak doku ve kemik yaralanmalarının derecesine göre, instabilite spektrumunu açıklamıştır. Tile'ye göre; yukarıdaki gruplardan sadece biri yaralanmışsa hasta stabil, ek olarak herhangi bir grup daha yaralanmışsa ayak bileği instabil kabul edilir (Marsh ve Saltzman, 2007). Başka bir grup deneysel çalışmada ise; ayak bileği bağlarının, tek başlarına ayak bileği stabilitesine olan katkısı deneysel olarak incelenmiştir. Sadece sindezmotik bağlar kesilip; fibula, lateral kollateral ve deltoid bağlar sağlam bırakıldığında mortiste genişleme veya talusta lateral deplasman olmadığı görülmüştür. Hem sindezmoz, hem de fibula hasarlandığında, derin deltoid bağ sağlam olsa bile talusun 2–3 mm laterale deplase olduğu görülmüştür. Bu sebeple, büyük deplasmanlar, deltoid bağın veya iç malleolün de hasarlandığının göstergesi olarak kabul edilmiştir. Ayak bileğinin rotasyonel stabilitesi eklem yüzeylerinin uyumluluğuna ve bağların destek oryantasyonuna bağlıdır. Bu nedenle, ağırlık taşıma sırasında stabilitede artış görülür (Carr, 2003; Marsh ve Saltzman, 2007).

Vücut ağırlığının 1/6'sı fibula tarafından taşınırken, 5/6'sı tibia tarafından taşınır. Yürümenin stans fazında fibula uzun parmak fleksörlerinin etkisiyle distale çekilir ve interosseöz membran gerginleşir. Mortis derinleşerek fibulanın mediale çekilmesi sağlanır. Bütün bunlar, ayak bileğinin rotasyonel stabilitesinin artışı sağlar. Ayak bileğinin ağırlık taşıyan bölümü, eklem yüzeylerinin yüksek uyumu nedeniyle kalça ve diz ekleminden daha fazladır. Talusun deplasmanı uyumda bozulmaya yol açarak, ağırlık taşıyan yüzeyi azaltır ve geri kalan taşıyıcı yüzeylerde stres artışına neden olur (Carr, 2003; Marsh ve Saltzman, 2007).

Ayak bileği stabilitesinin travmalardan nasıl etkilendiğini anlamak için birçok deneysel çalışma yapılmış; test yöntemlerindeki değişiklikler, normal ayak ve ayak bileği anatomisindeki varyasyonlar, kuvvetlerin tek planlı veya normal fizyolojik kuvvetlerden daha düşük olması gibi faktörler sebebiyle deneylerde çelişkili sonuçlara varılmıştır. Bu nedenle deneysel sonuçların klinik gözlemlerle korelasyonu mümkün olmamıştır (Carr, 2003; Marsh ve Saltzman, 2007).

Ayak bileği stabilitesi için, anatomik redüksiyonun hangi miktarda olduğunu gösteren kesin klinik veya biyomekanik çalışmalar olmamakla birlikte, 2–3 mm’lik deplasmanın kabul edilebilir olduğu görüşü yaygındır. 3 mm’yi aşan deplasmanların kötü ve tatmin edici olmayan sonuçlara yol açtığı bildirilmiştir (Goldie ve ark., 1992).

### **2.3. Ayak Bileği Burkulması**

Ayak bileği burkulması genellikle, inversiyon tipi yaralanmadan sonra gelişen ağrı ve şişlik ile karakterize bir durumdur. Kişi genellikle ayağın üzerine basabilmektedir. Kişinin ayağı üzerine basabilmesi ve lokal bulguların olmaması genellikle fraktür şüphesini ortadan kaldırır. Yapılan çalışmalarda, ayak bileği yaralanması ile acil servise başvuran hastaların %15'inden daha azında klinik yönden belirgin kırık hattı olduğu, bazı yayınlarda ise bu oranın sadece %9.8 olduğu belirtilmiştir (zberk ve ark., 2005; Perry ve Stiehl, 2006). Ayrıca travmadan etkilenen ekstremitede, soğukluk ve/veya duyu kaybı varsa sinir-damar patolojilerinden şüphelenmek gerektiği unutulmamalıdır (Mahaffey ve ark., 1999).

Ayak bileği burkulması, toplumun her kesiminde, herhangi bir faaliyet yapılırken meydana gelebilir. Özellikle gelişmiş ülkelerde spor yaparken veya fiziksel uygunluk aktiviteleri sırasında daha fazla gözlenirken, gelişmekte olan toplumlarda düzgün olmayan bir zeminde yürürken düşme veya aşağıya doğru adım atılan durumlarda basit olarak gelişebilir.

Kas iskelet sistemindeki yaralanmaların erken tanısı, ideal tedavi için gereklidir. Ayak bileği burkulmasında sadece öykü ve fizik muayene ile, kapsül veya kemik yapılarıdaki hasarın derecesini saptamak söz konusu değildir. Hızlı tanı için, fizik muayenede çeşitli testler kullanılmaktadır. Ancak bu testlerin uygulanması sırasında, hastanın ağrısı ve/veya ödem durumu göz önüne alındığında sonuç yanıltıcı olabilmektedir.

Kronik ayak bileği burkulması 6 ay boyunca cerrahi dışı yeterli tedaviye rağmen; düz olmayan pürüzlü yüzeylerde veya yüksek topuklarla yürümede güçlük, eklemdede instabilite, şişlik, sertlik, hassasiyet, sportif faaliyetler sırasında veya günlük işlerin yapımı sırasında ayak bileğinin dış kenarında ağrının varlığı olarak tanımlanır (Karlsson ve ark., 1997).

### **2.3.1. Epidemiyoloji**

Ayak bileği burkulmaları bir bağ yaralanması olup, tüm ortopedik aciller arasında en sık görülen yaralanmadır. Tüm kas-iskelet sistemi yaralanmaları içinde en sık görülen yaralanma olduğu görüşü hakimdir. Birçok ayak bileği burkulması, hastaneye başvurmaksızın kendi kendine iyileşmektedir. Bu nedendir ki burkulmaların birçoğu dökümanite değildir. Sporcularda görülen ayak ve ayak bileği bağ sorunları hemen her zaman bir travma ile ilişkilendirilebilir. Burkulan ayak bilekleri, spor yaralanmalarının %30'una varan kısmını oluşturmaktadır (Mahaffey ve ark., 1999). Ayak bileği dışında kalan bağ sorunları ise çok nadirdir. Her gün ABD'de 20.000'den fazla kişi, ayak bileği burkulması sebebiyle, tıbbi bakım almak için acil servislere başvurmaktadır. Başka bir deyişle, ortalama her 10.000 kişiden biri acil servise ayak bileği burkulması ile gelmektedir (Inklaar ve van Beek, 2011).

Kadın sporcuların ayak bileği burkulma oranı, erkek sporculara oranla %25 daha fazladır. Ancak bu oran rekabet gerektiren sporlarda, erkekler lehine artmıştır. Özellikle kadın basketbolcular yüksek risk grubundadır (Beynnon ve ark., 2005; Waterman ve ark., 2011). Yapılan bazı çalışmalarda, lise ve üniversite öğrencilerinde, voleybol ve futbol ile uğraşan gruplarda ayak bileği burkulmalarının



topluma oranla ciddi oranda arttığı görülmüştür (Fernandez ve ark., 2007; Mckeon ve Mattacola, 2008). Başka çalışmalarda ise lise ve üniversite öğrencileri için, futbol ve basketbol oyuncularında ayak bileği yaralanmalarının daha yüksek bir sıklıkta görüldüğü saptanmıştır (Nelson ve ark., 2007; Fong ve ark., 2008).

### 2.3.2. Etyoloji

Bir burkulma, ayak bileğini normal konumundan çıkmaya zorladığı zaman, bir veya daha fazla ayak bileği ligamentinin gerilmesine, kısmen yırtılmasına ya da tamamen yırtılmasına neden olabilir. Bilek burkulmasının nedenleri arasında şunlar olabilir:

- Ayak bileğinin rotasyonel hareketine neden olan bir düşme
- Atladıktan veya döndükten sonra ayağa uygun olmayan şekilde yük bindirmek
- Zemini spor için uygun olmayan bir yüzeyde yürümek veya egzersiz yapmak
- Spor etkinliği sırasında başka bir kişinin ayağa basması veya üzerine inmesi

Ayak bileği burkulması riskini artıran faktörler şunlardır:

**Spor katılımı:** Ayak bileği burkulmaları, özellikle basketbol, tenis, futbol ve patika koşusu gibi zıplama, kesme hareketi veya ayağın yuvarlanması veya döndürülmesini gerektiren sporlarda yaygın olarak görülür.

**Pürüzlü yüzeyler:** Düz olmayan yüzeylerde veya kötü tarla koşullarında yürümek veya koşmak ayak bileği burkulması riskini artırabilir.

**Önceki ayak bileği yaralanması:** Bileğinizi burktuktan veya başka bir tür bilek yaralanmasından sonra, tekrar burkulma olasılığı daha fazladır.

**Zayıf fiziksel durum:** Ayak bileğinde kas kuvveti yetersizliği ve esnekliğin az olması, spora katılırken burkulma riskini artırabilir.

**Uygun olmayan ayakkabılar:** Yapılacak faaliyete uygun olmayan ayakkabıların yanı sıra genel olarak topuklu ayakkabılar da ayak bileklerini yaralanmalara karşı daha savunmasız hale getirir (Fleischer ve ark., 2015).

Ergen ve ark. (2003) ayak bileği burkulmalarına neden olan faktörleri bireysel (içsel) ve dışsal (çevresel) faktörler şeklinde iki grup altında ele almışlardır:

#### **Bireysel (İçsel) Faktörler:**

- Pes planus, kavus, valgus gibi deformiteler
- Dayanıklılık, sürat, beceri, esneklik, kuvvet gibi kondisyon bileşenleri
- Geçmiş dönemdeki yaralanmalar
- Kişilik, motivasyon, konsantrasyon gibi durumlar
- Ağırlık, boy, eklem özelliği, vücut kompozisyonu gibi fiziksel yapı unsurları
- Cinsiyet
- Yaş

#### **Dışsal (Çevresel) Faktörler**

- Uğraşılan spor branşı
- Risk alma süresi
- Rakibin kondisyonu
- Kayganlık, tutuculuk, ışıklandırma gibi spor yapılan alanın ya da sahanın zeminine ilişkin faktörler
- Kullanılan spor araç-gereçleri
- Koruyucu giysiler
- Sıcaklık, nem, rüzgar, yükselti gibi hava koşulları

- Antrenman süresi, sıklığı, yoğunluğu

Yukarıdaki faktörlerin yanı sıra sporcu olmayanlarda ise burkulmaların yaklaşık %26.6'sı merdivenden düşmeye bağlı olarak meydana gelmekte iken %6.7'si ise yer seviyesinde tökezlemeye bağlı olarak oluşmaktadır. Ayak bileği burkulmalarının en fazla görüldüğü spor dalı basketbol olup bütün burkulmaların %20.3'ü basketbol ile ilişkilidir. Bununla birlikte burkulmaların %41.1'i atletik aktiviteler esnasında meydana gelmektedir (Waterman ve ark., 2010).

Ayak bileği burkulması; eklem kapsülü ve destekleyen ligamanların gerilme sınırlarını aşan mekanik kuvvetler sonucu oluşmaktadır. Ancak bazı predispozan faktörler travmayı kolaylaştırmaktadır. Bu faktörler;

1. Fiziksel kondisyon eksikliği; yoğun fiziksel aktiviteden önce, kaslar zayıf ve kısalmış pozisyonudadır. Eklem kapsülü ve tendonlar arası mesafe daralmıştır. Yetersiz eğitim veya deneyimle yapılan fiziksel aktivite, proprioseptif yetersizlik sonucunda burkulmalar veya diğer travmalara sebep olabilir.

2. Artırıcı faktörler; kazalar ve diğer öngörülmeleyen olaylarda, ayak bileği limitini normal şartlar altında sadece zorlayan ama limitini aşmayan durumlarda, obezite gibi ek bir faktör eklenmesiyle oluşan kinetik enerji sebebiyle limit aşılır ve burkulma ile sonuçlanır.

Tekrarlayan ayak bileği burkulmalarının kesin etyolojisi bilinmemektedir, birçok etken rol oynayabilir. Bu etkenler;

1. Tekrarlayan burkulma sebebiyle, travmaya uğrayan ayak bileğinde mikroskopik bile olsa, ligamanlarda bir hasar meydana gelmekte; bu hasar skar dokusu ile iyileşmekte ve iki ligaman arasında bir miktar mesafe kalmaktadır. Bu noktalar, skar dokusunun doğası gereği ve boşluk sebebiyle normal dokudan daha güçsüzdür. Her travma bu dokuyu daha da güçsüzleştirmekte ve travmaya daha da açık hale getirmektedir. Bu nedenle basit zorlanmalar bile burkulma ile kendini gösterir.

2. Tekrarlayan burkulmalar sonucu oluşan fonksiyonel instabilitenin; ayaktaki propriyosepsiyon kaybına sekonder geliştiği ileri sürülmüştür (Freeman ve ark., 2005). Buna kanıt olarak da mekanoreseptörlerin ve afferent sinir liflerinin ayak bileği bağlarında ve kapsülde bulunmasını göstermişlerdir. Ayrıca, grade 3 burkulmaların bağ ve eklem kapsülünde bozukluğa yol açtığı bilinmektedir. Buna ek olarak, disfonksiyonel peroneal kas aktivasyonunun hareket sırasında bazı gecikmelere sebep olduğu bildirilmiştir. Bu durumların, yürüme veya koşma sırasında, ayak reflekslerinin ve istikrarın bozulmasına yol açtığı gösterilmiştir (Freeman ve Wyke, 2006).
3. İmpingement sendromlarında olduğu gibi, AITF distal fasikülünün sıkışması ve herediter hipermobilitate suçlanmış diğer etyolojik faktörlerdir.

### **2.3.3. Fizyopatoloji**

Ayak bileği burkulmaları, en sık içe burkulma (inversiyon) şeklinde oluşur. Lateral kollateral zedelenmelerin %90'ında, ATFL zedelenmesi yer alır. ATFL %65 oranında tek başına zedelenirken, %25 oranında KFL ile beraber zedelenir. ATFL ve KFL birbirinden ayrı iki yapı oldukları için burkulmaların standart birinci, ikinci, üçüncü derece sınıflamasını yapmak kolay olmayabilir (Leblanc, 2004; Ivins, 2006). Bu ligamanların zedelenmelerinin sınıflaması, tek veya çift zedelenme olup olmadığına göre yapılmaktadır. Bir ligaman yırtığında, eklem bütünlüğü zayıflar ama instabilite gelişmez, iki ligaman yırtığında eklem instabil hale gelir. Ligamanlar genelde önden arkaya doğru, yani önce ATFL sonra KFL travmatize olacak şekilde yırtılır.

ATFL ve KFL arasındaki fonksiyonel ilişkiyi ve zedelenme mekanizmasını incelersek; ATFL ile KFL arasında 70-140° arasında değişebilen, ortalama 105°'lik bir açı vardır (Carr, 2003). Bu açılanma arttıkça, dorsifleksiyonun veya plantar fleksiyonun hiçbir pozisyonunda stabilizasyon görevini yerine getiremezler. Açılanma genelde KFL'nin anatomik varyasyonlarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ayak plantar fleksiyona geçtiğinde, KFL geriye horizontal plana

kayarken, ATFL onun pozisyonuna yaklaşır ve daha vertikal ve fibular düzleme paralel konum alır. Açık farkı fazla olanlarda, ATFL eklem stabilizasyon görevini devralmadan KFL pozisyonunu kaybetmekte ve ayak bileği plantarflexiyon sırasında stabilitesini kaybetmektedir. Bu durum ligamanların zedelenmesi ile sonuçlanan burkulma mekanizmasıdır (Klein ve ark., 1981).

Medial kollateral ligaman (deltoid), %5 oranında ve nadiren tek başına zedelenir. Genelde fibular bir kırık veya tibiofibular ligaman yırtığı ile beraberdir. Deltoid ligamanın bir kırık olmadan yırtılması hemen hemen imkansızdır. Deltoidin değerlendirilmesi, talar tilt işareti (eklem içe-dışa zorlanması) ile yapılabilir (Leblanc, 2004; Ivins, 2006).

Tibiofibular sindesmotik ligaman, distal tibia ve fibulanın interosseöz ligamanlarının devamıdır. Tibiofibular sindesmotik ligaman zedelenmesi, aşırı dorsifleksiyon ve eversiyon sonucu olur. Genellikle tibia ve fibula kırıkları ile beraber görülür. İyi tedavi edilmezse, uzun dönemde iyileşmede gecikmeye ve kronik hasara yol açabilen ciddi zedelenmelerdendir.

#### **2.3.4. Burkulmaların Sınıflandırılması**

Ayak bileği yaralanmaları sporda da günlük hayatta da en sık karşılaşılan yaralanmalardandır. Ayak bileği burkulmalarının çoğu plantar fleksiyon ve inversiyon mekanizması ile oluştuğu için lateral bağlar daha çok etkilenir. Bu strese en çok karşı koyan ligaman ATFL olduğu için en sık yaralanan ligamandır. İkinci sırada ise KFL gelmektedir. Yaralanma mekanizmalarında peroneal kas aktivitesi önemli bir yer tutmaktadır. Peroneal kasların aşırı inversiyona gidişi önleyici etkisi olduğundan yetersizlikleri durumunda ayak bileği burkulmalarına zemin hazırlamaktadırlar.

Fonksiyonel instabilite tanısı boşluğa gelme ve zedelenme öyküsü ile konur. Sonucunda propriosepsiyon azalır ve güç kaybı oluşur. Postüralkontrol azalır. Mekanik instabiliteye ise anatomik yapıların yetersizliği neden olur. Laksite

sonucunda oluşur. Ön çekmece testi ve talar tilt testi pozitifdir. Radyografik görüntülemelerle daha objektif tanı konur.

Bağ yaralanmalarının rehabilitasyonunda optimal iyileşme, iyileşmekte olan bağın enflamasyon, tamir ve yeniden yapılanma süreci takip edilerek ve bu süreçlere uygun egzersizler ve fonksiyonel aktiviteler uygulanarak elde edilir. Rehabilitasyonda uygulanan egzersizler ve fonksiyonel aktiviteler ile yaralanmış olan bağ veya bağlar üzerine verilen kontrollü stres, iyileşmeyi hızlandırır ve daha güçlü bir tamir sağlar. Egzersizler veya aktiviteler sırasındaki aşırı yüklenme veya aşırı stres iyileşmeyi durdurur ve enflamasyon sürecini uzatır. İyileşme için gereken zaman, yaralanmanın derecesine bağlıdır ve klinik olarak karar vermek için bulgulara, semptomlara ve fonksiyonel değerlendirmeye bakılır. Akut instabiliteler yeterli tedavi edilmediği zaman kronik instabilitelere dönüşme riski fazla olduğundan çok iyi tedavi edilmelidir.

Akut instabilitelerin fonksiyonel tedavisi genel olarak başlangıçta; soğuk uygulama, kompresyon ve elevasyonu içerir. Bunu, immobilizasyon ve dinlenme dönemi takip eder. Immobilizasyon sonrası, peroneal ve dorsifleksör kuvvetlendirme ve aşil tendonu germe üzerine yoğunlaşmış bir egzersiz programına başlanır. Çeviklik ve dayanıklılık egzersizleri ve proprioepsiyon eğitimi ile tamamlanır.

Kronik instabilitelerin ya da tekrarlayan lateral ayak bileği burkulma öyküsü olan hastaların tedavisi, genel olarak akut burkulması olan hastaların tedavisinden farklıdır. Kronik ayak bileği burkulması veya disfonksiyonu olan hastalar, genellikle denge, ilerleyici proprioseptif egzersizler ve fonksiyonel kuvvet eğitimi gerektirir.

Ligaman zedelenmeleri birinci, ikinci, üçüncü derece burkulma olmak üzere üçe ayrılırlar.

1. Derece: Ligamanlarda gerilme oluşmuş ama yırtık oluşmamıştır. Hafif hassasiyet ve ödem vardır. Hasta ayağının üzerine basabilir ve grafiler normaldir.

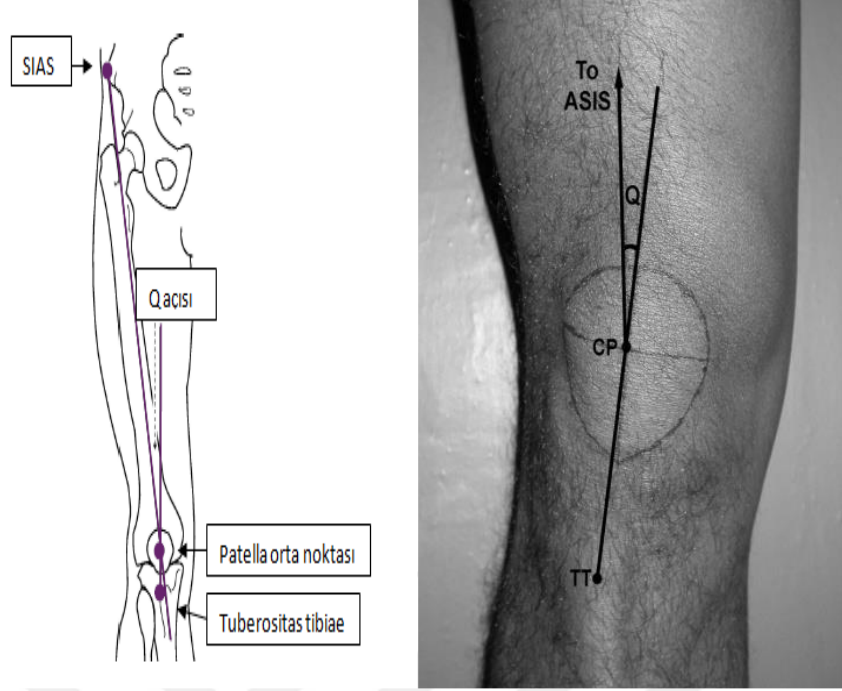
2. Derece: Aşırı gerilme ve kısmi yırtık olabilir. Orta hassasiyet, ödem, üzerine basarken belirgin ağrı vardır. Standart grafipler normal iken stres grafiplerde talus ve mortis arasında anormal ilişki görülebilir.

3. Derece: Ligamanlar tamamen yırtıldığında oluşur. Şiddetli hassasiyet, ödem, ekimoz ve sıklıkla deforme eklem vardır. Hasta üzerine basamaz, standart grafiplerde talus ve mortis arasında anormallik vardır; stres grafiplere gerek yoktur.

#### **2.4. Q Açısı (Patellofemoral Açı, Quadriceps Açısı)**

Q açısı SIAS'tan patellanın orta noktasına çekilen bir çizgiyle patellanın orta noktasından tuberositas tibianın orta noktasına çekilen çizgilerin meydana getirmiş olduğu dar açıdır (Şekil 2.14). Bu hatlardan biri quadriceps femoris kasını temsil etmekte iken diğeri ise patellar tendonu temsil etmektedir. Q açısı quadriceps femorisin patella üzerindeki lateral kuvvet vektörünün durumunu ve tibial tüberküle trokleanın orta hattı ile arasındaki ilişkiyi gösterir (Grana ve Kriegshauser, 1985). Q açısı patellofemoral eklemdeki biyomekaniksel durumu ve alt ekstremitenin diziliminin düzgünlüğünün değerlendirilmesinde de kullanılır. Aynı zamanda spor yaralanmalarıyla yapısal faktörler arasındaki ilişkiyi tanımlamada ve spor yaralanmalarına yatkınlığın ön göstergesi olarak da kullanılır (Veeramani ve ark., 2011).

Q açısının normal değer aralığıyla ilgili olarak literatürde bir görüş birliğinin olmadığı görülmektedir. Yaş, cinsiyet, dominant taraf, alt ekstremitenin uzunluğu, femur uzunluğu, yapılan spor türü, spor ile uğraşma yılı gibi pek çok unsura bağlı olarak bireyler arasında farklılık arz eder (Olçay ve ark., 1994). Q açısıyla ilgili ortak bir değer bulunmamasındaki diğer bir neden de standart ölçüm yönteminin bulunmayışıdır (Livingston ve Spaulding, 2008).



**Şekil 2. 15.** Q açısı (Wilson ve Kitsell, 2002)

Amerikan Ortopedik Cerrahlar akademisi tarafından 10-15°'lik açı normal olarak değerlendirilmekte iken 15-20° aralığı ise patolojik olarak kabul edilmektedir. Horton ve Hall (1989) yapmış oldukları çalışmada genel popülasyon için  $13.5 \pm 4.5^\circ$ , erkekler için  $8-10^\circ$ , kadınlar için de  $<15^\circ$ 'yi normal değer olarak bildirmiştir. Schulthies ve ark. (1995) ise erkekler için  $10-14^\circ$ 'yi, kadınlar için ise  $14.5-17^\circ$ 'yi normal değerler olarak bildirmişlerdir. Konuyla ilgili yapılan araştırmaların büyük bölümünde kadın pelvisinin erkeklerinkine oranla daha geniş olması, SIAS'ın daha lateralde bulunması ve daha kısa femur uzunluğundan ötürü Q açısı genel olarak kadınlarda erkeklere nazaran daha büyüktür (Olçay ve ark., 1994). Aynı zamanda kadınlarda anteversiyon açısının erkeklere oranla daha yüksek olmasının kompensatuar eksternal tibial torsiyona neden olduğu, bu durumun da Q açısını artırdığı bildirilmiştir (Hvid ve ark., 1981).

Q açısının her iki alt ekstremite arasında farklı olup olmadığı konusu tartışmalıdır. Bazı araştırmacılar sağ ve sol Q açısı değerleri arasında fark bulunmadığını bildirmiş iken (Byl ve ark., 2000) bazıları ise sağ taraf Q açısının sola göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir (Horton ve Hall, 1989).



#### 2.4.1. Q Açısında Değişime Sebep Olan Faktörler

Q açısının artması ekstansör mekanizmada anormal iskelet dizilimi, anterior diz ağrısı (Hvid ve ark., 1981; Aglietti ve ark., 1983; Boucher ve ark., 1992; Caylor ve ark., 1993; Chen, 1997), patellar sublüksasyon ya da dislokasyon (Carson ve ark., 1984; Moskwa ve Nicholas, 1989; Papagelopoulos ve Sim, 1997) alt ekstremitede aşırı kullanıma bağlı yaralanmanın varlığını (Cowan ve ark., 1996; Neely, 1998) düşündürmektedir. Q açısının artması quadriceps femoris kasının patellayı laterale çekişini artırır (Hahn ve Foldspang, 1997; Chen, 1997) ve patella laterale yer değiştirir (Byl ve ark., 2000; Herrington ve Nester, 2004).

Patella merkezinin 1mm laterale kayması Q açısında  $1.1^\circ$ , 5 mm kayması ise  $5.18^\circ$ 'lik artışa neden olur (France ve Nester, 2001). Ancak bu durum düşük Q açısına sahip olan bireylerde patellanın medialde yer değiştirdiği anlamına gelmez (Herrington ve Nester, 2004).

Q açısı ile quadriceps kas gücü arasında negatif yönlü bir ilişki vardır. Quadriceps kasının kuvvetli ve yüksek tonusa sahip olması için Q açısının küçük olması gereklidir (Hahn ve Foldspang, 1997).  $10^\circ$ 'den düşük Q açıları quadriceps kası için daha etkili bir çekiş sağlamakta olup (Brezza ve ark., 1996)  $10^\circ$ 'den büyük Q açısına sahip olanların quadriceps kasının güç kapasitesi bakımından mekanik olarak dezavantajlı olduğu söylenebilir (Bennett ve Stauber, 1986).

Q açısıyla kas atrofisi arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada artmış Q açısının kas atrofisinden ötürü mü ya da kas atrofisinin Q açısındaki artıştan ötürü mü olduğu net bir şekilde tanımlanamamıştır (Tsakoniti ve ark., 2008). Aynı zamanda patolojik Q açısının nöromusküler yanıtları ve quadriceps kası refleks zamanını da etkilediği bildirilmiştir (Chester ve ark., 2008).

Hamstring ve gastrocnemius kaslarının gerginliği de patellanın laterale yer değiştirmesine neden olur ki bu durum dinamik Q açısında artışa yol açar (Buchbinder ve ark., 1979). Bunun yanı sıra tensör fascia latadaki gerginlik de patellanın laterale kaymasına yol açar.

Q açısındaki artışın diğeri bir nedeni de femur ve tibia'nın rotasyonel dizilim bozuklukları olup bunlar femoral anteversiyon, tibial torsiyon, genu valgum ve tibial tüberkülün laterale yer değiştirmesi gibi durumlardır (Shellock ve Powers, 2001).

Ayak pozisyonunda meydana gelen değişiklikler de Q açısında küçük farklılıklara yol açar. Q açısındaki 5°'lik artma veya azalmaya ayağın 15°'lik internal ya da eksternal rotasyonu eşlik etmektedir (Livingston ve Spaulding, 2002).

Artmış Q açısının genu valguma neden olduğu, bunun sonucunda da ayakta pronasyon geliştiği bildirilmiştir (Subotnick, 1975). Talus ve tibia arasındaki anatomik ilişki sebebiyle ayakta gelişen pronasyon tibiaya internal rotasyonda artış olarak yansır (Norkin ve Levangie, 1992). Ancak konuyla ilgili yapılan bir araştırmada Q açısı büyüklüğüyle maksimum tibial internal rotasyon arasında bir ilişki olmadığı bildirilmiştir (Huberti ve Hayes, 1984).

Ayrıca, ayak pronasyondan supinasyona yer değiştirirse Q açısının arttığı bildirilmiştir (Olerud ve Berg, 1984).

Q açısı ile yaş arasındaki ilişki üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda çocuk ve adolesan dönemdeki bireylerin yetişkinlere kıyasla daha büyük Q açısına sahip oldukları bildirilmiş olup farklılığın quadriceps kasının tonus ve gücünün farklılığından kaynaklı olduğu ifade edilmiştir (Bayraktar ve ark., 2004).

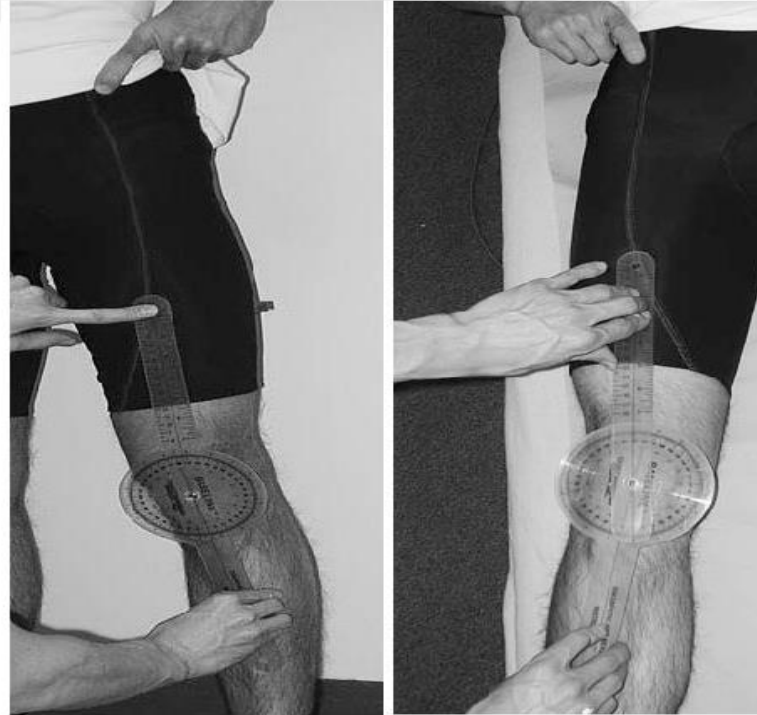
Günlük yaşamsal aktiviteler ve yaşam tarzlarının da Q açısı üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Sporcularda normal Q açısı değerinin genel olarak 20°'den düşük, cinsiyet ve sağ-sol ekstremiteye göre 6-13° arasında olduğu bildirilmiştir. Farklı spor dalları ile uğraşan sporcular üzerine gerçekleştirilen bir araştırmada yüzme ve futbolla ilgilenen sporcuların spora başlama süreleri ile Q açısı değerleri arasında negatif, jogging ile uğraşanlarda ise pozitif yönlü bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Bunun nedeninin ise spor faaliyetleri esnasında quadriceps kasının çalışma yoğunluğunun farklılığı olduğu ifade edilmiştir (Hahn ve Foldspang, 1997).

## 2.4.2. Q Açısı Ölçüm Yöntemleri

Q açısı ölçümlerinde daha pratik ve düşük maliyetli olmasından ötürü çoğunlukla gonyometre kullanılmaktadır (Atay ve ark., 2000). Aynı zamanda fotoğraflama yöntemi, radyolojik görüntüleme ve bilgisayarlı görüntüleme teknikleri gibi ölçüm yöntemleri de yaygın olarak kullanılmaktadır (Erden, 2002).

### 2.4.2.1. Gonyometrik Ölçüm

Gonyometrik ölçüm yönteminde gontometrenin merkezi patella merkezine yerleştirilirken sabit kolu tibial tüberkülü, hareketli kolu da SİAS'ı gösterir. Kişi ayakta dururken ya da sırtüstü yatar pozisyonda iken ölçüm yapılabilir. Ayakta yapılan ölçümlerde dizler ekstansiyonda olmalı ve her iki alt ekstremiteye eşit yük binmelidir (Şekil 2.15) (Erden, 2002).



Şekil 2. 16. Ayakta ve yatar pozisyonda Q açısı ölçümü (Erden, 2002)

#### **2.4.2.2. Fotoğraflama Yöntemi**

Bu yöntemde patellanın orta noktası, SİAS ve tibial tüberkül işaretlenir. Birey ayakta, dizler ekstansiyonda olacak biçimde dururken kamerayla dijital fotoğraf çekilir. Çekilen fotoğraf simetrik olarak büyütülüp kağıda basıldıktan sonra işaretlenmiş olan SİAS ile patellanın orta noktası ve tibial tüberkülle patella orta noktası arasındaki hatlar çizilir. Bu hatlar arasındaki dar açı gonyometre ile ölçülüp sonuç elde edilir (Livingston ve Mandigo, 1999).

#### **2.4.2.3. Radyolojik Görüntüleme Yöntemi**

Birey ayakta durur pozisyonda iken anterior-posterior olacak şekilde alt ekstremitte grafisi çekilir (Smith ve ark., 2008). Film üzerinde SİAS, patellanın merkezi ve tüberositas tibia referans noktalar olarak işaretlenip gönye yardımıyla Q açısı ölçülür. Bazı araştırmacılar uygulanan çekimlerin 20° diz fleksiyonu gerektirdiğini bildirmiş olmakla beraber Q açısının standart radyolojik ölçümü için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır (Belchior ve ark., 2006; Smith ve ark., 2008).

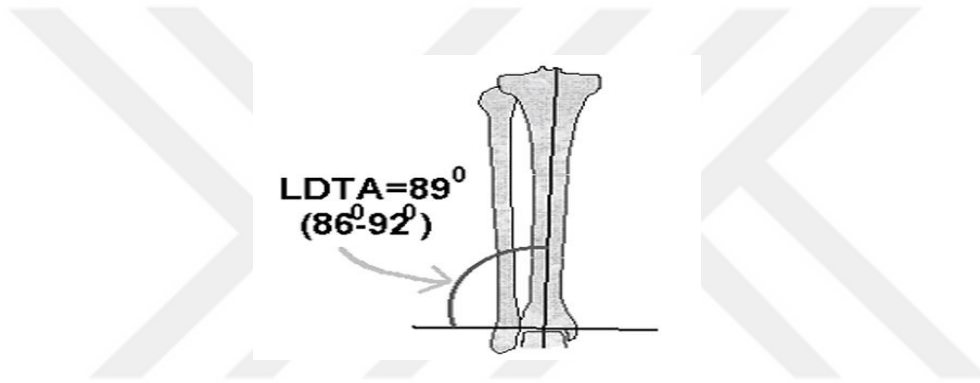
#### **2.4.2.4. Bilgisayarlı Ölçüm Yöntemleri**

Bunun için farklı bilgisayarlı sistemler bulunur. Işık yayan işaretleyiciler, hareket ölçüm algılayıcıları ve optik görüntü kaydediciler kullanılarak ölçümler yapılır. İşaretleyiciler referans noktaları olan SİAS, patellanın merkezi ve tibial tüberkül üzerine yerleştirilir. Ölçüm yapılan kişinin her iki ayak üzerine eşit yük vermesi gerekir. Elde edilen görüntüler X ve Y düzlemlerindeki bilgiler haline dönüşür. Yapılan trigonometrik hesaplamalar frontal düzlemde Q açısı değerini vermektedir (Sanfridsson ve ark., 2001; Livingston ve Spaulding, 2002). Bilgisayarlı ölçüm sistemlerinde referans noktalar SİAS, patella merkezi ve tibal tüberkül olarak belirlenmiş olmakla beraber, Sanfridsson ve ark. (2001) biyomekanik Q açısı olarak

tanımladıkları terim için femur shaftı üzerindeki trokanter minörün hemen altını, patella merkezini ve tibial tüberkülü referans noktalar olarak kabul etmişlerdir.

## 2.5. LDTA (Lateral Distal Tibial Açı)

Distal tibia eklem oryantasyon çizgisi tibia anatomik ve mekanik eksenini ile lateralde ortalama 89 derece (en az 86, en çok 92 derece) açı yapar (Şekil 2.17). Bu açıya Lateral Distal Tibial Açı (mLDTA) adı verilir.



Şekil 2. 17. Lateral Distal Tibial Açı (Çakmak ve Özkan, 2005)

Diz ekleminde eklem yüzeylerinde maloryantasyon olduğu zaman MAD (Mekanik Aks Deviasyonu) ortaya çıkar. Bu durum MAT (Malalignment Testi) ile kolayca belirlenir. Bu nedenle MAT diz ekleminde mekanik eksen sapması ile birlikte maloryantasyonu da ortaya çıkarır.

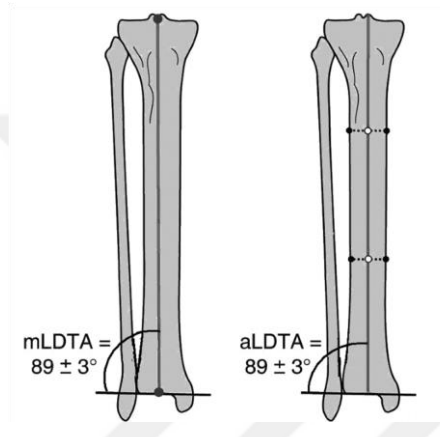
Kalça ve ayak bileğinde durum farklıdır. Tibia distal uça ve femur proksimal uça, kalça ve ayak bilek merkezlerine yakın yerde deformite olduğu zaman, Mekanik Aks Deviasyonu (MAD) genellikle görülmez veya minimaldir. Bu nedenle kalça ve ayak bileğine yakın yerlerde oluşan deformite MAT ile ortaya konamaz. Deformite analizinin tam olmasını istiyorsak kalça ve ayak bileği MOT (Maloryantasyon Testi)'u yapmalıyız.

Ayak Bileği Maloryantasyon Testi için;

- a. Distal tibia eklem oryantasyon çizgisi çizilir

- b. Tibia anatomik veya mekanik eksenini çizilir.
- c. Lateralde oluşan LDTA ölçülür.
- d. Normalde  $89^\circ$  (en az  $86^\circ$ , en çok  $92^\circ$ ) olmalıdır.

Açı  $86$  dereceden küçükse valgus, açı  $92$  dereceden büyükse varus deformitesi vardır (Çakmak ve Özkan, 2005).



**Şekil 2. 18.** mLDTA (mekanik (solda)) ve aLDTA (anatomik (sağda))

## 2.6. Dinamometrik Kas Kuvvet Ölçümleri ve Referans Uzaklıkları

Kas kuvveti, bir kasın veya kas grubunun maksimum efor ile kendisine uygulanan dirence karşı harcadığı güç olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda, kişinin belli bir zaman içerisinde kasta oluşan kuvvet veya torku ortaya çıkarabilme yeteneği de kas kuvveti olarak tanımlanır (Nyström ve ark., 2006).

Kas kuvvetine etki eden Faktörler

- 1- Kasın enine kesit alanının büyüklüğü yani kasılmaya katılan fibril sayısı ve bu fibrillerin enine kesit alanının büyüklüğü, kasın kuvvetli olmasının nedenidir.

- 2- Kas lifinin tipi: Tip 1 lifleri, sarkoplazma ve oksijen deposu görevini üstlenen myoglobin yönünden zengin, aerobik kapasitesi yüksek ve uzun süre yorulmadan kasılan fibrillerdir. Bunlara kırmızı, tonik, yavaş kasılan veya yavaş oksidatif lifler de denilmektedir. Tip 2 lifleri ise, sarkoplazmaları, myoglobinleri, enerji depoları az, anaerobik kapasiteleri yüksek ve çabuk yorulan fibrillerdir. Bunlara beyaz, fazık, hızlı kasılan veya hızlı glikolitik fibriller de denilmektedir.
- 3- Kas kontraksiyonunun tipi
- 4- Kas kuvveti yaşamın ilk 20 yılında artarken 20 yaşından sonra 5-10 yıl aynı kuvvet düzeyinde kalıp daha sonra dereceli bir şekilde azalma eğilimindedir. Yapılan çalışmalarda, kas kuvvetindeki yaşa bağlı değişikliklerin kas gruplarına göre farklılık gösterdiği, dereceli azalmanın erector spinal kaslarda, abdominal ve ön kol fleksör grup kaslarında daha belirgin olduğu gözlenmiştir. 70-80 yaşlarında bacak kaslarının kuvvetinde %40, kol kaslarının kuvvetinde ise %30 azalma olduğu belirlenmiştir.
- 5- Cinsiyet: Erkeklerde kuvvetin 2-19 yaşları arasında hızla arttığı, 30 yaşına kadar daha yavaş bir artış gösterdiği, 30 yaşından sonra da 60 yaşına kadar dereceli olarak azaldığı belirtilmektedir. Kadınlarda ise, 9-19 yaşları arasında daha düzgün bir artış, 30 yaşına kadar erkeklere oranla yavaş bir artış, 30 yaşından sonra da erkeklere benzer bir azalış gösterdikleri belirlenmiştir. Ayrıca kadınlarda kas kuvvet değerinin erkeklerden daha düşük değerde olduğu, bunun nedeninin de erkeklerde kas kitlesinin daha büyük olması gösterilmektedir.
- 6- Kas kuvveti, kasın içinde bulunduğu fiziki koşullara göre değişiklik göstermektedir.
- 7- Yorgunluk durumunda uyarılara cevap veren fibril sayısı azaldığı için kas kuvvet büyüklüğü de azalmaktadır.

- 8- Beslenme: Uzun süreli açlık durumlarında, kas enerji depoları azalacağı için kas kuvvet büyüklüğü de azalmaktadır.

Kas kuvveti, ekipman kullanılmadan yapılan gözlemlerden izokinetik cihazlarla yapılan laboratuvar incelemelerine kadar farklı yöntemler kullanılarak tahmin edilebilir ve ölçülebilir. Klinik pratikte en yaygın yöntem manuel kas testidir. Ancak taşınabilir bir el dinamometresinin klinik uygulamada kas gücünü ölçmek için daha güvenilir ve uygulanabilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

Hastaların M. Quadriceps femoris, M. Gluteus maximus ve M. Gluteus medius kuvvetleri harici bir kayışla (eksternal) ölçüm yapılacak kasın hareketine izin vermeyecek şekilde pozisyonlanıp izometrik şekilde el dinamometresi yardımıyla ölçülür. M. Quadriceps femoris için hasta yatak kenarına oturtulup diz 90° fleksiyonda pozisyonlanır. Hastanın dizini ekstansiyon pozisyonuna getirmesi istenir ve dinamometre ile ölçülen değer kasın kuvvetini verir. M. Gluteus medius için hasta ölçüm yapılacak tarafın tersi tarafına yatırılır ve bacağı kalça-diz ekstansiyondayken pozisyonlanır. Hastanın bacağı abduksiyona getirmesi istenir ve dinamometre ile ölçülen değer kasın kuvvetini ifade eder. M. Gluteus maksimus için hasta yüzüstü yatırılıp kalçası ekstansiyonda ve dizi 90° fleksiyonda pozisyonlanır. Hastanın kalçasını hiperekstansiyona getirmesi istenir ve dinamometre ile ölçülen değer kas kuvvetini verir.

## **2.7. Kas Kısalık Testleri**

Kaslar; iskelet sisteminde hareketin, istirahat halinde de postür desteğinin temel elemanlarındandır. Kas boyu ölçümü, kas iskelet sistemi değerlendirme yöntemleri içerisinde önemli bir yer tutan ölçümlerden biridir. Kas boyunun normal, kısa ya da uzun olmasının belirlenmesi, kısa olan kasa uygulanacak tedaviyi yöntemini belirlemektedir. Ancak önemli olan ölçümlerin ve testlerin standartlara uygun bir şekilde yapılması, ölçüm yapılacak bölgelerin doğru şekilde sabitlenmesidir.



Kas boyu ölçümlerinin yapılmasının amaçları şunlardır:

Kas boyunun normal, aşırı, kısa ve gergin olması ile ölçüm yapılan eklem yeterli eklem hareket açıklığının (EHA) olup olmaması veya kısıtlı olup olmamasının gösterilmesi,

Eklem stabilitesinin belirlenmesi,

Ölçüm yapılan kaslarda kısalık tespit edilen durumlarında, o kasa özgü germe egzersizleri başta olmak üzere egzersiz programlarının belirlenmesi,

Kasta uzunluk olması durumunda eklem ve kas üzerinde oluşabilecek hasarı önlemek için gerekli programların oluşturulması.

Postüral değerlendirmede esas olarak 5 farklı kas grubuna kısalık yapılmaktadır:

- 1- Lumbal ekstansörler, hamstringler ve gastrosoleus,
- 2- Hamstringler için düz bacak kaldırma,
- 3- M. Tensor Fasciae Latae için kısalık testi,
- 4- Kalça fleksör kaslarına kısalık testi,
- 5- Omuz addüktör ve internal rotatör kaslarına yapılan kısalık testleridir.

Lumbal ekstansörler, hamstringler ve gastrosoleus için kısalık testi; hasta, dizler ekstansiyonda uzun oturma pozisyonundayken yapılır. Hastadan kollarını öne doğru uzatarak ayak parmaklarına dokunması istenir. Hastanın aldığı pozisyona göre kasların kısalık durumu gözlenip not edilir. Bu durumlar Şekil 2.19 (a,b,c,d)'de gösterilmiştir.



**a.**Lumbal ekstansörler, Hamstringler ve Gastrosoleus normal



**b.** Lumbal ekstansörler kısa, Hamstringler ve Gastrosoleus normal



**c.**Lumbal ekstansörler ve Gastrosoleus normal, Hamstringler kısa



**d.** Lumbal ekstansörler ve Hamstringler normal, Gastrosoleus kısa

**Şekil 2.39 (a,b,c,d).** Lumbal ekstansörler, Hamstringler ve Gastrosoleus kasları için kısalık testleri (Yücel K., 2017)

M. Gastrokinemius kası için bir başka kısalık testinde ise, hastanın kalça ve dizler ekstansiyonda sırtüstü yatması istenir. Hasta kalça ve diz ekstansiyon pozisyonunda sırtüstü yatarken, ölçüm yapan kişi bir eli ile test edilecek bacağın dizini ekstansiyonda sabitler ve diğer eliyle topuğu kavrayıp ön kolunu ayağın plantar tarafına yerleştirip ön kolu ile ayağı dorsifleksiyona iter. Ayağın nötral pozisyonu olan 90°'ye gelmediği durumlar kısalık olarak not edilir.

M. Quadriceps Femoris için hasta sert bir yere yüzükoyun yatırılır ve test edilecek bacağın dizi fleksiyona getirilerek topuğun uyluğa yaklaşma mesafesine göre kısalığa karar verilir.

## 2.8. Kas Torku

Kasın torku, kasa uygulanan birim kuvvet ile bu kuvvetin dönme eksenine olan dik mesafenin çarpımıyla oluşan döndürme momentidir. Kas kalitesi veya spesifik tork, birim kas kütlesi başına kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Lynch ve diğerleri, 1999; Delmonico ve diğerleri, 2007). Bu yetenek kasların kontraksiyon kuvvetine bağlıdır. Uluslararası tork birimi Newton metredir (Nm). Kas kalitesinin göstergeleri sarkopeni tanısına katkıda bulunabilir (Cruz-Jentoft ve ark. 2010; Fielding ve ark. 2011) ve fiziksel kırılabilirliği azaltmak için terapötik müdahalenin değerlendirilmesinde kullanılabilir (Kukuljan ve ark., 2009; Rabelo ve ark., 2011).

İnsan vücudunda, eklemler pivot noktaları olarak işlev görür. Güvenilir ölçümler elde etmek için, hastanın pozisyonu ve stabilizasyonu, cihazın yerleştirilmesi, uygun talimat verilmesi ile ilgili prosedürleri standartlaştırmak gerekir. Tork değeri, el dinamometresi ile ölçülen kuvvet eklem merkezinden uzaklığa bağlı olduğu için dinamometrenin yanlış konumlandırılması da potansiyel bir ölçüm hatası kaynağıdır (Francis ve ark., 2016).

Kas kuvveti yerine kas torku değerinin kullanılması, hastanın fiziksel durumun ve tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesi için daha iyi bir yöntemdir. Çünkü özellikle büyüyen çocuklarda, eklem merkezinden uzaklık sürekli değişim halindedir ve kas güçsüzlüğünü belirlemede tork değerleri önem taşır (Nyström ve ark., 2006).

Kas torku ölçülürken; ölçümlerin standart ve güvenilir olması için hastaya test yapılmadan önce hareket hakkında detaylı bilgi verilmeli ve bir kez uygulamalı olarak gösterilmelidir. Her ölçüm 3 kez tekrarlanmalı, ölçümler arasında kas yorgunluğu ve performans düşüklüğü olmaması için hastalara 2 dakika dinlenme süresi verilmelidir. Bir yandan kas kuvveti ölçülürken diğer yandan el dinamometresinin konumlandığı yerden referans noktalara olan uzaklık medikal mezura ile ölçülüp ve metre cinsinden not edilmelidir. M. Gluteus Medius ve M. Gluteus Maksimus için referans nokta Trochanter Majör, M. Quadriceps Femoris için referans nokta ise patellanın lateral kondilidir. Tüm bu ölçümlerden sonra referans nokta uzaklıkları ile kas kuvvet ölçüm değerlerinin çarpımı kas torkunu verir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Bireyler

Çalışmamıza Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Polikliniği ve/veya Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Servisi'ne ayak bileği burkulması şikayetiyle başvuran ve alt ekstremitte aks grafileri çekilmiş 40 (13 kadın-27 erkek) birey (hasta) dahil edildi. Çalışmamız alt ekstremitte aks grafileri çekilmiş olan 40 hastanın çift taraflı 80 diz eklemine (ayak bileği burkulan taraftaki diz ve ayak bileği burkulmayan taraftaki diz) gerçekleştirildi. Daha önce ayak/diz ve/veya kalça ameliyatı geçirmiş olanlar, 18-65 yaş arasında olmayanlar ve konjenital/gelişimsel alt ekstremitte rahatsızlığı olanlar ile ek anomalileri olanlar çalışmaya dahil edilmedi.

Alt ekstremitte aks grafisi çekilen 40 hasta değerlendirildiğinde 18 yaşından küçük olan 2 erkek katılımcı, konjenital/gelişimsel alt ekstremitte rahatsızlığı olan 1 kadın katılımcı ve diz endoprotez ameliyatı geçirmiş 1 kadın katılımcı çalışmadan dışlandı. Toplamda alt ekstremitte aks grafisi çekilmiş 36 (11 kadın-25 erkek) birey (hasta) çalışmaya dahil edildi.

Bütün katılımcılardan 'Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu' alındı.

#### 3.2. Yöntem

Çalışma;

1-Ayak bileği burkulması tanılı hastaların belirlenmesi,

2-SİAS ve diz bölgesinin anteroposterior pozisyonda alt ekstremitte aks grafileri çekimi,

3-Katılımcıların boy, ağırlık, BKİ gibi antropometrik ölçümlerinin yapılması,

4-Alt ekstremitte aks grafileri üzerinde her iki diz için Q açısı ve her iki ayak bileği için LDTA ölçümlerinin gonyometri yardımıyla yapılması,

5-El Dinamometresi yardımıyla her iki ekstemite için Quadriceps Femoris, Gluteus Medius ve Gluteus Maksimus kas kuvvet ölçümlerinin yapılması,

6-Medikal mezura yardımıyla her iki ekstremitede el dinamometresinin Quadriceps Femoris, Gluteus Medius ve Gluteus Maksimus kasları için referans nokta uzaklıklarının ölçülmesi,

7- Quadriceps Femoris, Gluteus Medius ve Gluteus Maksimus kasları için tork değerlerinin hesaplanması,

8- Katılımcıların manuel olarak her iki ekstemite için kas kısalık testlerinin yapılması,

9- Elde edilen verilerin istatistiksel analizi olmak üzere dokuz aşamada planlandı.

Çalışma kapsamında Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Polikliniği ve/veya Acil Servisine son 6 ay içerisinde ayak bileği burkulması şikayeti ile başvurmuş ve alt ekstremitte aks grafisi çekilmiş 36 hasta çalışmaya dahil edildi. Diz eklemine ve Q açısını iyi bir şekilde gözleyebilmek amacıyla özellikle radyolojik çekimin diz eklemine anterior-posterior pozisyonda olmasına, kişi ayakta dururken, m. quadriceps femoris gevşek pozisyonda iken yapılmasına dikkat edildi. Ayrıca radyolojik çekim, SİAS, femur, patella, tibia uzun hattını ve ayak bileğini içine alacak şekilde yapıldı (Resim 3.1, 3.2.).



**Resim 3. 4.** Kadın hasta aks grafisi



**Resim 3. 2.** Erkek hasta aks grafisi

Tüm hastaların Q açılarının ölçümü aks grafisi üzerinden gonyometre kullanılarak yapıldı. Q açısı SIAS ile patella orta noktası arasında çekilen çizgi ve patella orta noktasını tüberositastibia ile birleştiren çizgi arasındaki oluşan açıdan gonyometre yardımı ile ölçüldü. Ölçümlerde standartlara uygun plastik materyalden yapılmış gonyometre kullanıldı. Gonyometrenin pivot noktası patellanın orta noktasına konuldu. Gonyometrenin bir ucu yukarıda femurun uzun hattını takip etti ve spina

iliaca anterior superiordan, diğer ucu ise aşağıda tibianın üzerinde bulunan tuberositas tibiadan geğirildi.

Tüm hastaların LDTA ölçümü aks grafisi üzerinden gonyometre kullanılarak yapıldı. LDTA alt ekstremite antero-posterior radyografisi üzerinde tibianın anatomik ekseni ve distal tibia eklem oryantasyon hattı çizilerek bu iki çizginin lateral kısmındaki açı ölçülerek bulundu. Ölçümlerde standartlara uygun plastik materyalden yapılmış gonyometre kullanıldı.

Kas kuvvetleri, kas torku ve referans nokta uzaklık ölçümlerin standart ve güvenilir olması için hastaya test yapılmadan önce hareket hakkında detaylı bilgi verildi ve bir kez uygulamalı olarak gösterildi. Hastadan maksimum kuvvet uygulaması istendi. Her ölçüm 3 kez tekrarlanarak ortalama değer kaydedildi. Ölçümler arasında kas yorgunluğu ve performans düşüklüğu olmaması için hastalara her ölçüm arasında 2 dakika dinlenme süresi verildi.

Hastaların M. Quadriceps Femoris, M. Gluteus Maximus ve M. Gluteus Medius kuvvetleri harici bir kayışla (eksternal) ölçüm yapılacak kasın hareketine izin vermeyecek şekilde pozisyonlanıp izometrik olarak el dinamometresi yardımıyla ölçüldü. M. Quadriceps Femoris için hasta yatak kenarına oturtulup diz 90° fleksiyonda pozisyonlandı. Hastanın diz eklemine ekstansiyon pozisyonuna getirmesi istendi ve dinamometre ile ölçülen değer not edildi. M. Gluteus Medius için hasta ölçüm yapılacak tarafın tersi tarafına yatırıldı ve bacağı nötralde pozisyonlandı. Hastanın bacağı abduksiyona getirmesi istendi ve dinamometre ile ölçülen değer not edildi. M. Gluteus Maksimus için hasta yüzüstü yatırılıp kalçası ekstansiyonda ve dizi 90° fleksiyonda pozisyonlandı. Hastanın kalçasını hiperekstansiyona getirmesi istendi ve dinamometre ile ölçülen değer not edildi (Resim 3. 3 (a-c)).



**Resim 3. 3 (a-c):** Kas kuvvetleri ölçümü;  
**a:** M. Quadriceps Femoris; **b:** M Gluteus Medius; **c:** M. Gluteus Maximus

Hastaların M. Quadriceps Femoris, M Gluteus Maximus ve M. Gluteus Medius kas kuvvetleri el dinamoetresi ile ölçülürken, dinamotrenin sabitlendiği noktaların referans noktalara uzaklığı medikal mezura yardımıyla cm cinsinden ölçüldü ve not edildi. M. Gluteus Medius ve M. Gluteus Maksimus için referans nokta Trochanter Majör, M. Quadriceps Femoris için referans nokta ise patellanın lateral kondili olarak belirlendi.

Kas torku hesaplanması için referans noktalara olan uzaklık metre cinsinden not edildi. Tüm bu ölçümlerden sonra her bir hastanın ayak bileği burkulmayan taraf ve burkulan taraf için tork değeri hesaplandı.

Hastalara M. Quadriceps Femoris, M. Gastrocnemius ve M. Gastrosoleus kısalık testleri yapıldı. M. Quadriceps Femoris için hasta yüzüstü yatırıldı ve topukla uyluk arasındaki mesafe ölçüldü ve kısalık olan kaslar not edildi. M. Gastrocnemius ve M. Gastrosoleus için hasta uzun oturma pozisyonundayken ayak bileklerini kendine çekmesi istendi ve kısalık olan kaslar not edildi. Ayrıca M. Gastrocnemius için hasta kalça ve diz ekstansiyon pozisyonunda sırtüstü yatarken, ölçüm yapan kişi bir eli ile test edilecek bacağın dizini ekstansiyonda sabitletirken diğer eliyle topuğu kavrayıp ön kolunu ayağın plantar tarafına yerleştirip ön kolu ile ayağı dorsifleksiyona itti. Ayağın nötral pozisyonu olan 90°'ye gelmediği durumlar kısalık olarak not edildi.



- Çalışma tüm bireylere anlatılıp ölçümler için izin alındı.
- Gonyometrik ölçümler ortopedist tarafından gerçekleştirildi.
- Kısalık ölçümleri, dinamometrik ölçümler ve uzaklık ölçümleri fizyoterapist tarafından yapıldı.

### 3.3. Verilerin Analizi

Örnekleme büyüklüğünü belirleyebilmek amacıyla ‘Güç Analizi’ (Power Analysis) yapıldı ve alınması gereken hasta sayısı 40 olarak hesaplandı. Tüm veriler ön analize tabi tutuldu ve değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Normal dağılım gösteren değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma (ort $\pm$ ss), normal dağılım göstermeyen değişkenler ortanca (min-maks), kategorik değişkenler sayı (%) ile ifade edildi.

Normallik testi sonucuna göre iki grup arasında yapılan karşılaştırmalarda normal dağılım göstermeyen değişkenler için Mann Whitney U testi normal dağılım gösteren değişkenler için bağımsız çift örneklem t testi uygulandı. Değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için Spearman korelasyon testi yapıldı ve Spearman korelasyon katsayısı ‘rho’ hesaplandı. İstatistiksel olarak  $p < 0.05$  anlamlı kabul edildi. Değişkenler arasında ayak bileği burkulmasını en çok etkileyen parametreyi saptamak için ayırma analizi yapıldı.

Tüm analizlerde SPSS v.22 (SPSS Inc., Chicago, Illinois) istatistik programı kullanıldı.

#### 4.BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 36 bireyin 25'i (%69,4) erkek, 11'i (%39,6) kadın hastadan oluşmaktadır. Kadınların yaş ortalaması 47.18, boy ortalaması 160.55 cm, ağırlık ortalaması 82.18 kg, BKİ ortalaması 31.6 kg/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Erkeklerin ise yaş ortalaması 31.24, boy ortalaması 176.12, ağırlık ortalaması 77.36 kg, BKİ ortalaması ise 24.95 kg/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.1).

**Şekil 4. 1.** Katılımcıların antropometrik ölçüm değerleri

			Yaş (yıl)			Boy (cm)			Ağırlık (kg)			BKİ (kg/m <sup>2</sup> )		
	Sayı	%	Ort±SS	Min.	Max.	Ort±SH	Min.	Max.	Ort±SH	Min.	Max.	Ort±SH	Min.	Max.
<b>Erkek</b>	25	69,4	31,24±11,89	18	62	176,12±4,38	165	183	77,36±5,70	65	87	24,95±1,9	20,98	28,73
<b>Kadın</b>	11	39,6	47,18±9,63	29	63	160,55±5,57	150	170	82,18±14,99	62	113	31,60±5,81	24,52	42,01
<b>Toplam</b>	36	100	36,11±13,41	18	63	171,36±8,64	150	183	78,83±9,69	62	113	26,98±4,69	20,98	42,01

E=Erkek, K=Kadın, Ort=Ortalama, SS=Standart Sapma, Min=Minimum, Max=Maksimum, BKİ=Beden Kütle İndeksi, cm=santimetre, kg=kilogram

Kadınların ayak bileği burkulmayan tarafındaki Quadriceps Femoris kas kuvveti ortalama 10.55 N, Gluteus Medius kas kuvveti ortalama 9.55 N, Gluteus Maksimus kas kuvveti ortalama 12.36 N, ayak bileği burkulan tarafındaki Quadriceps Femoris kas kuvveti ortalama 7.64 N, Gluteus Medius kas kuvveti ortalama 7.33 N, Gluteus Maksimus kas kuvveti ortalama 8.91 N olarak hesaplanmıştır. Erkeklerin ise ortalama kas kuvveti değerleri ayak bileği burkulmayan tarafta Quadriceps Femoris için 14.76 N, Gluteus Medius için 12.88 N, Gluteus Maksimus için 16.56 N, ayak bileği burkulan tarafta Quadriceps Femoris için 11 N, Gluteus Medius için 10.12 N, Gluteus Maksimus için 12.72 N olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.2)

**Şekil 4.2.** Katılımcıların kas kuvvetlerinin dinamometrik ölçüm değerleri

	Sayı	Quadriceps KK (N)			Gluteus Medius KK (N)			Gluteus Maksimus KK (N)		
		Ort±SS	Min.	Max.	Ort±SH	Min.	Max.	Ort±SH	Min.	Max.
<b>Erkek</b>										
<b>Burkulmayan</b>	25	14,76±2,55	10	21	12,88±2,27	8	17	16,56±2,21	11	21
<b>Burkulan</b>	25	11±2,41	7	17	10,12±2,42	5	15	12,72±2,54	7	17
<b>Kadın</b>										
<b>Burkulmayan</b>	11	10,55±2,01	7	14	9,55±3,23	5	16	12,36±2,42	9	17
<b>Burkulan</b>	11	7,64±2,11	4	11	7,73±3,19	3	13	8,91±2,25	6	14
<b>Toplam</b>	72	11,72±3,40	4	21	10,63±3,16	3	17	13,42±3,51	6	21

KK=Kas Kuvveti, N=Newton, Ort=Ortalama, SS=Standart Sapma, Min=Minimum, Max=Maksimum

En yüksek Quadriceps kas kuvveti değeri 21 N olarak bir erkek katılımcıda ölçülürken en düşük 7 N olarak bir kadın katılımcıda ölçülmüştür. Gluteus Medius kas kuvveti en yüksek 17 N, en düşük 3 N olarak; Gluteus Maksimus kas kuvveti en yüksek 21 N, en düşük 6 N olarak ölçülmüştür.

**Şekil 4.3.** Katılımcıların referans nokta uzaklık ölçüm değerleri

	Sayı	M.Quadriceps Uz.(cm)			M.Gluteus Medius Uz. (cm)			M.Gluteus Maksimus Uz. (cm)		
		Ort±SS	Min.	Max.	Ort±SS	Min.	Max.	Ort±SS	Min.	Max.
<b>Erkek</b>	25	23,12±1,96	20	26	25,96±2,18	22	30	28,48±2,20	25	32
<b>Kadın</b>	11	15,09±2,02	12	19	17,45±2,20	15	22	20,18±2,22	17	25
<b>Toplam</b>	36	20,67±4,19	12	26	23,36±4,49	15	30	25,94±4,41	17	32

M.=Musculus, Uz.=Uzaklık, Ort=Ortalama, SS=Standart Sapma, Min=Minimum, Max=Maksimum

Katılımcılara uygulanan dinamometrik kas kuvvet testi sırasında el dinamometresinin referans noktalara olan uzaklığı medikal mezura ile ölçülüp not edilmiştir. M. Quadriceps Femoris ölçümü için ayak bileği nötral pozisyonda iken

(90°) dinamometre tibia üzerine konulmuş ve patellanın lateral kondiline olan uzaklık ölçülmüştür. M. Quadriceps Femoris için kadınlarda referans nokta uzaklık değeri ortalama 15.09 cm, erkeklerde ortalama 23.12 cm olarak bulunmuştur. M. Gluteus Medius için hasta ölçüm yapılacak bacağın tersi tarafına yatırılmış ve dinamometre patellanın lateral kondilinin üst kısmına konulup trochanter majöre olan uzaklık ölçülmüştür. M. Gluteus Medius için kadınlarda referans nokta uzaklık değeri ortalama 17.45 cm, erkeklerde ortalama 25.96 cm olarak bulunmuştur. M. Gluteus Maksimus için ise hasta yüzüstü yatırılmış ölçüm yapılacak bacak 90° diz fleksiyonuna getirilmiş ve dinamometre popliteal bölgenin üst kısmına hamstring kası üzerine yerleştirilip trochanter majöre olan uzaklık ölçülmüştür. M. Gluteus Maksimus için kadınlarda referans nokta uzaklık değeri ortalama 20.18 cm, erkeklerde ise ortalama 28.48 cm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.3).

**Şekil 4.4.** Katılımcıların Q açısı ve LDTA ölçüm değerleri

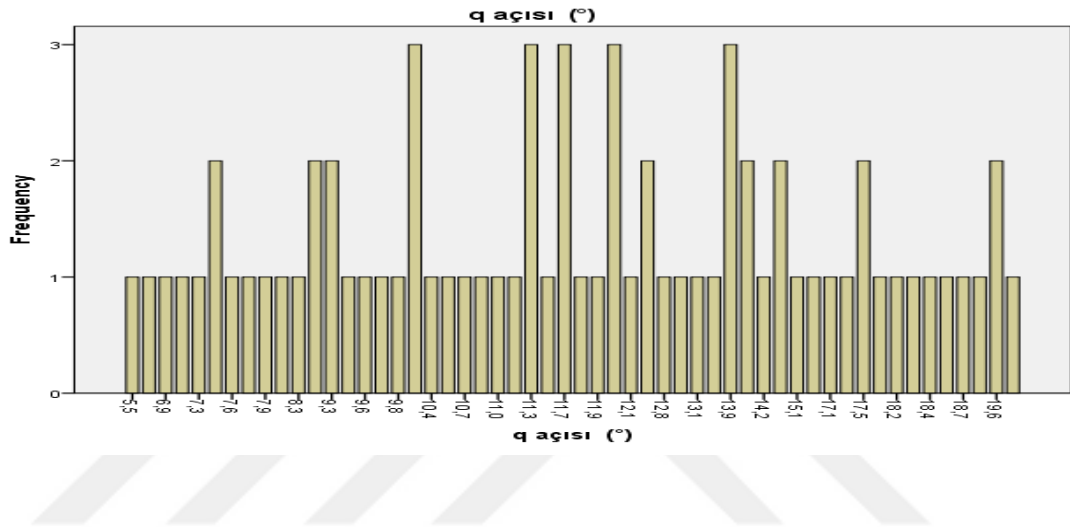
	Sayı	Q Açısı (°)			LDTA (°)		
		Ort±SS	Min.	Max.	Ort±SH	Min.	Max.
<b>Erkek</b>							
<b>Burkulmayan</b>	25	10,26±1,40	7,6	13,7	88,68±1,40	86	91
<b>Burkulan</b>	25	10,76±2,99	5,5	14,5	89,68±1,10	88	92
<b>Kadın</b>							
<b>Burkulmayan</b>	11	16,34±2,20	12,8	19,6	89,36±2,06	87	93
<b>Burkulan</b>	11	16,71±3,43	10,3	20,1	90,09±2,07	87	94
<b>Toplam</b>	72	12,35±3,72	5,5	20,1	89,35±1,60	86	94

LDTA=Lateral Distal Tibial Açı, Ort=Ortalama, SS=Standart Sapma, Min=Minimum, Max=Maksimum

Kadınlarda ayak bileği burkulmayan taraftaki Q açıları ortalama 16.34°, ayak bileği burkulan taraftaki Q açıları ortalama 16.71° olarak hesaplanmıştır. Kadınlarda ayak bileği burkulmayan taraftaki LDTA ortalama 89.36°, ayak bileği burkulan taraftaki LDTA ortalama 90.09° olarak hesaplanmıştır.

Erkeklerde ayak bileği burkulmayan taraftaki Q açıları ortalama 10.26°, ayak bileği burkulan taraftaki Q açıları ortalama 10.76° olarak hesaplanmıştır. Erkeklerde ayak bileği burkulmayan taraftaki LDTA ortalama 88.68°, ayak bileği burkulan taraftaki LDTA 89.68° olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4). Tüm katılımcıların ortalama Q açısı değerleri Şekil 4.5’ te grafik halinde gösterilmiştir.

**Şekil 4.5.** Katılımcıların Q açısı değerleri grafiği



**Şekil 4.6.** Kas kuvvet değerleri ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması

	Sayı (n)	Ort ±SS	t	df	P
<b>Quadriceps kas kuvveti (N)</b>			5,055	70	<0,001
<b>Burkulmayan</b>	36	13,47±3,084			
<b>Burkulan</b>	36	9,97±2,782			
<b>Gluteus medius kas kuvveti (N)</b>			3,580	70	0,001
<b>Burkulmayan</b>	36	11,86±2,997			
<b>Burkulan</b>	36	9,39±2,861			
<b>Gluteus maksimus kas kuvveti (N)</b>			5,272	70	<0,001
<b>Burkulmayan</b>	36	15,28±2,982			
<b>Burkulan</b>	36	11,56±3,009			

N=Newton; Ort=Ortalama; SS=Standart Sapma; p=anlamlılık düzeyi

Katılımcıların kas kuvvetleri ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması için uygulanan bağımsız iki değişkenli t testi sonucunda kas kuvvetleri ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Gluteus Maksimus kas kuvveti için  $p<0.001$ , Gluteus Medius kas kuvveti için  $p=0.001$ , Quadriceps Femoris kas kuvveti için  $p<0.001$  bulunmuştur (Şekil 4.6).

**Şekil 4.7.** Kas kısalık durumu ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması

	Sayı (n)	t	df	P
<b>M. Quadriceps kısalığı*</b>		-0,323	70	0,747
<b>Burkulmayan taraf</b>	36			
<b>Burkulan taraf</b>	36			
<b>M. Gastrocnemius kısalığı*</b>		-0,393	70	0,696
<b>Burkulmayan taraf</b>	36			
<b>Burkulan taraf</b>	36			
<b>M. Gastrosoleus kısalığı*</b>		0	70	1,000
<b>Burkulmayan taraf</b>	36			
<b>Burkulan taraf</b>	36			

\*1=yok, 2=var; p=anlamlılık düzeyi

Kas kısalığı ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucunda M.Quadriceps Femoris, M. Gastrocnemius ve M. Gastrosoleus kısalıkları ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ( $p>0.05$ ) (Şekil 4.7).

**Şekil 4.8.** Tork değerleri ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması

	Sayı (n)	Ort ±SS	t	df	P
<b>QUADRTORK (Nm)</b>			5,543	70	<0,001
<b>Burkulmayan taraf</b>	36	0,213±0,083			
<b>Burkulan taraf</b>	36	0,120±0,056			
<b>MEDIUSTORK (Nm)</b>			2,609	70	0,011
<b>Burkulmayan taraf</b>	36	0,251±0,091			
<b>Burkulan taraf</b>	36	0,198±0,079			
<b>MAKSİMUSTORK (Nm)</b>			3,276	70	0,002
<b>Burkulmayan taraf</b>	36	0,364±0,120			
<b>Burkulan taraf</b>	36	0,277±0,106			

Nm=Newtonmetre; Ort=Ortalama; SS=Standart Sapma; p=anlamlılık düzeyi

Quadriceps Femoris kas torku (QUADRTORK), Gluteus Medius kas torku (MEDIUSTORK) ve Gluteus Maksimus kas torku (MAKSİMUSTORK) ile ayak bileği burkulmasını karşılaştırmak amacıyla yapılan bağımsız 2 değişkenli t testi sonucunda ayak bileği burkulması ile tork değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Anlamlılık düzeyi QUADRTORK için  $p<0.001$ ; MEDIUSTORK için  $p=0,011$ ; MAKSİMUSTORK için  $p=0,002$  olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.8).

**Şekil 4.9.** Q açısı ve LDTA ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması

	Sayı (n)	Ort	Top	U	p değeri
<b>Q açısı (°)</b>				576	0,417
<b>Burkulmayan</b>	36	34,5	1242		
<b>Burkulan</b>	36	38,5	1386		
<b>LDTA (°)</b>				425,5	0,011
<b>Burkulmayan</b>	36	30,32	1091,5		
<b>Burkulan</b>	36	42,68	1536,5		

Ort=Ortalama; Top=Toplam; p=anlamlılık düzeyi

Q açısı ile LDTA'nın ayak bileği burkulması ile karşılaştırılması için uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda Q açısı ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $p=0.417$ ); LDTA ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p=0.011$ ) (Şekil 4.9).

**Şekil 4.10.** Kadınlarda Q açısı ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması

	Sayı (n)	Ort	Top	U	p
<b>Q açısı (°)</b>				49	0,450
<b>Burkulmayan</b>	11	10,45	115		
<b>Burkulan</b>	11	12,55	138		

Ort=Ortalama; Top=Toplam; p=anlamlılık düzeyi



**Şekil 4.11.** Erkeklerde Q açısı ile ayak bileği burkulmasının karşılaştırılması

	Sayı (n)	Ortalama	Toplam	U	p
<b>Q açısı (°)</b>				251	0,233
<b>Burkulmayan</b>	25	23,04	576		
<b>Burkulan</b>	25	27,96	699		

Ort=Ortalama; Top=Toplam; p=anamlılık düzeyi

Kadın ve erkek katılımcılar ayrı ayrı değerlendirildiğinde Q açısı ve ayak bileği burkulması karşılaştırılmış her iki cinsiyet için de Q açısı ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). (Şekil 4.10; Şekil 4.11).

**Şekil 4.12.** Bireylerin kas kuvvetleri, Q açısı ve LDTA değerleri ile cinsiyet, yaş ve BKİ ilişkisi

	Cinsiyet *		Yaş (yıl)		BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	
	rho	p	Rho	p	rho	p
<b>n=36</b>						
<b>Quadriseps kas kuvveti (N)</b>	-0,519	<0,001	-0,435	<0,001	-0,261	0,027
<b>Gluteus medius kas kuvveti (N)</b>	-0,400	0,001	-0,440	<0,001	-0,167	0,16
<b>Gluteus maksimus kas kuvveti (N)</b>	-0,524	<0,001	-0,497	<0,001	-0,275	0,019
<b>Q açısı (°)</b>	0,699	<0,001	0,424	<0,001	0,462	<0,001
<b>LDTA (°)</b>	0,87	0,469	0,072	0,551	0,171	0,151

\*1=Erkek, 2=Kadın ; rho= Spearman korelasyon katsayısı ; p=anamlılık düzeyi

Değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için yapılan Spearman korelasyon analizi sonucunda kadınlarda her üç kas kuvvetinin erkeklere oranla anlamlı olarak daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı zamanda kadınlarda Q açısı değerlerinin erkeklere oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Katılımcıların yaşı arttıkça tüm kas kuvvetlerinin anlamlı olarak azaldığı ( $p<0.001$ ); Q açısının da

anlamli olarak arttiğı grlmŖtr ( $p<0.001$ ). BKİ ile kas kuvvetleri arasındaki iliŖkiye bakıldığında BKİ arttıka Quadriceps Femoris kas kuvveti ve Gluteus Maksimus kas kuvvetinin azaldığı; Q aası değerlerinin ise anlamli bir Ŗekilde arttığı grlmŖtr ( $p<0.001$ ) (Ŗekil 4.12).

**Ŗekil 4.13.** Bireylerin kas kuvvetleri, Q aası, LDТА değerleri ve ayak bileği burkulması ile kas kısalık testlerinin iliŖkisi

	M. Quadriceps kısalığı*		M. Gastrocnemius kısalığı*		M. Gastrosoleus kısalığı*	
	Rho	p	Rho	p	rho	p
n=36						
Quadriceps kas Kuvveti (N)	-0,291	0,013	-0,145	0,224	-0,127	0,287
Gluteus medius kas kuvveti (N)	-0,189	0,113	-0,003	0,997	-	-
Gluteus maksimus kas kuvveti (N)	-0,353	0,002	-0,140	0,239	-0,127	0,288
Q aası (°)	0,463	<0,001	0,200	0,093	0,177	0,138
LDТА (°)	0,86	0,471	0,78	0,513	0,131	0,271
Ayak bileği burkulması **	0,039	0,747	0,47	0,696	-	-

\*1=yok, 2=var; \*\*1=burkulmayan taraf, 2=burkulanan taraf; rho= Spearman korelasyon katsayısı ; p=anamlılık dzeyi

Bireylerde kas kısalığı varlığı ile kas kuvvetleri, Q aası, LDТА değerleri ve ayak bileği burkulması arasındaki iliŖki incelendiğinde Quadriceps kas kuvveti ( $p=0.013$ ) ve Gluteus maksimus kas kuvveti ( $p=0,002$ ) arttıka Quadriceps kısalığının azaldığı ve Quadriceps kısalığının varlığı durumunda Q aalarının anlamli derecede arttığı grlmŖtr ( $p<0.001$ ) (Ŗekil 4.13).

**Şekil 4.14.** Tork değerleri ile Q açısı, LDТА ve ayak bileği burkulması arasındaki ilişki

	QUADRTORK (Nm)		MEDIUSTORK (Nm)		MAKSİMUSTORK (Nm)	
	Rho	p	rho	p	rho	p
n=72						
Q açısı (°)	-0,558	<0,001	-0,595	<0,001	-0,707	<0,001
LDТА (°)	-0,280	0,017	-0,137	0,270	-0,223	0,060
Ayak bileği burkulması **	-0,550	<0,001	-0,298	0,011	-0,348	0,003

\*\*1=burkulmayan taraf, 2=burkulan taraf; rho= Spearman korelasyon katsayısı ; p=anlamlılık düzeyi

Spearman korelasyon analizi sonucunda tork değerleri ile Q açısı arasındaki ilişki incelendiğinde; tüm tork değerleri için anlamlı ve negatif bir ilişki saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Yani Q açısı arttıkça QUADRTORK, MEDIUSTORK VE MAKSİMUSTORK değerlerinde anlamlı bir azalma olmaktadır. Aynı şekilde kas torkları ile ayak bileği burkulması arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki mevcuttur. QUADRTORK ( $p<0.001$ ), MEDIUSTORK ( $p=0,011$ ) VE MAKSİMUSTORK ( $p=0,003$ ) arttıkça ayak bileği burkulması anlamlı bir şekilde azalmaktadır. LDТА ise yalnızca QUADRTORK ile negatif bir ilişki içerisinde olup QUADRTORK arttıkça LDТА azalmaktadır (Şekil 4.14).

**Şekil 4.15.** Bireylerin Q açısı ve LDТА değerleri ile referans nokta uzaklık değerlerinin ilişkisi

	M. Quadriceps uzaklık (cm)		M. Gluteus medius uzaklık (cm)		M. Gluteus maximus uzaklık(cm)	
	Rho	p	rho	p	Rho	p
n=36						
Q açısı (°)	-0,641	<0,001	-0,688	<0,001	-0,678	<0,001
LDТА (°)	-0,029	0,809	-0,074	0,537	-0,031	0,797

rho= Spearman korelasyon katsayısı ; p=anlamlılık düzeyi

Bireylerin Q açısı ve LDТА değerleri ile referans nokta uzaklık değerlerinin ilişkisi incelendiğinde tüm referans nokta uzaklık değerlerinin Q açısı ile ters orantılı bir ilişkisinin olduğu görülmüştür (şekil 4.15).

**şekil 4.16.** Bireylerin Q açısı, LDТА değerleri ve ayak bileği burkulması ile kas kuvvetleri arasındaki ilişki

	Quadriseps kas kuvveti (N)		Gluteus medius kas kuvveti (N)		Gluteus maksimus kas kuvveti (N)	
	Rho	p	rho	p	rho	p
n=36						
Q açısı (°)	-0,509	<0,001	-0,363	0,002	-0,530	<0,001
LDТА (°)	-0,301	0,010	-0,167	0,161	-0,273	0,020
Ayak bileği burkulması **	-0,531	<0,001	-0,398	0,001	-0,533	<0,001

\*\*1=burkulmayan taraf, 2=burkulan taraf; rho= Spearman korelasyon katsayısı ; p=anlamlılık düzeyi

Spearman korelasyon analizinde bireylerin kas kuvvetleri ile Q açısı arasında ters orantılı bir ilişki görülmüştür. Quadriceps kas kuvveti ve Gluteus maksimus kas kuvveti ile LDТА arasında yine ters orantılı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Her üç kas kuvveti ile ayak bileği burkulması arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki mevcuttur. Yani Quadriceps kas kuvveti, Gluteus medius kas kuvveti ve Gluteus maksimus kas kuvveti arttıkça ayak bileği burkulması daha az görülmektedir (şekil 4.16).

**şekil 4.17.** Bireylerin Q açısı ve ayak bileği burkulması ile LDТА değerleri arasındaki ilişki

	LDТА (°)	
	rho	p değeri
n=36		
Q açısı (°)	0,341	0,003
Ayak bileği burkulması **	0,304	0,010

\*\*1=burkulmayan taraf, 2=burkulan taraf; rho= Spearman korelasyon katsayısı ; p=anlamlılık düzeyi

Yapılan analiz sonucunda LDTA değeri arttıkça Q açısının anlamlı bir şekilde arttığı (p=0,003); yine LDTA arttıkça ayak bileği burkulmasının anlamlı bir şekilde artış gösterdiği görülmüştür (p=0,010) (Şekil 4.17).

**Şekil 4.18.** Bireylerin Q açısı ile ayak bileği burkulması arasındaki ilişki

	Sayı (n)	Q açısı (°)	
		rho	p değeri
<b>Ayak bileği burkulması **</b>			
<b>Kadın</b>	11	0,165	0,463
<b>Erkek</b>	25	0,171	0,236
<b>Toplam</b>	36	0,096	0,421

\*\*1=burkulmayan taraf, 2=burkulmuş taraf; rho= Spearman korelasyon katsayısı; p=anlamlılık düzeyi

Son olarak Spearman korelasyon analizinde Q açısı ile ayak bileği burkulması arasındaki ilişkiye bakılmış hem kadınlarda hem de erkeklerde anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (Şekil 4.18).

Tüm bu değişkenlerden en fazla hangisinin ayak bileği burkulmasını etkilediğini saptamak amacıyla ayırma analizi yapılmıştır. Ayırma analizine geçilmeden önce bazı varsayımlar test edilmiştir. Mahalanobis Uzaklık Katsayıları hesaplanarak çok boyutlu uç değerler belirlenmiş incelenmiş ve veri setinde çok boyutlu uç değerlerin olmadığı belirlenmiştir. Kovaryans matrislerinin homojenliğinin değerlendirilmesinde Box-M İstatistiği hesaplanmıştır. Box-M İstatistiği'ne ilişkin F değerinin anlamlı olmadığı belirlenmiştir [ $F_{(15,19728.947)}=28.983$  p>.05]. Bu bulgu grupların kovaryans matrislerinin homojen olduğunu işaret etmektedir. Bu aynı zamanda normal dağılım sayıtlarının karşılanmasına bir kanıt olarak gösterilebilir (Büyüköztürk ve Bökeoğlu, 2008). Bunun yanı sıra çoklu doğrusal bağlantı probleminin incelenmesi için bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Bağımsız değişkenler arasında .80 ve üzerinde ilişki olmadığı,

dolayısıyla çoklu doğrusal bağlantı probleminin bulunmadığı belirlenmiştir (Pallant, 2001).

Araştırmada burkulmuş olup olmama durumu iki kategorili bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Bağımlı değişken üzerinde etkisi incelenen bağımsız değişkenler ise “MAKSİMUSTORK”, ”Q AÇISI”, “MEDIUSTORK” ,” QUADRTORK” ve “LDTA”dır. Ancak yapılan analizlerde “Q AÇISI” standardize edilmiş kanonik ayırma fonksiyonu ile çok düşük ilişki (-.096) gösterdiği için ayak bileği burkulması olan ve olmayan bacağı ayırmada anlamlı etkiye sahip olmadığından ( $F_{(1,70)} = 0.273$ ,  $p > 0.05$ ) modelden çıkarılmıştır. Diğer değişkenler ile analiz tekrar edilmiştir.

Analizde ilk olarak elde edilen ayırma fonksiyonuna ilişkin görelî ayırma gücünü gösteren özdeğer ve bağımlı değişkenler tarafından oluşturulan gruplarla ayırma fonksiyonu arasındaki ilişkiyi açıklayan Kanonik Korelasyon Katsayısı belirlenmiştir. Mevcut çalışmada kategorik bağımlı değişkenin iki düzeyi olduğu için yalnızca bir ayırma fonksiyonu ve özdeğer üretilmiştir. Çalışmada özdeğer .231 olarak belirlenmiştir. Kanonik korelasyon katsayısı ise .433 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre fonksiyonun grupları ayırmada orta düzeyde etkili olduğu belirtilebilir. Wilks’ Lambda ( $\lambda$ ) İstatistiği istatistiksel olarak manidar bulunduğu için [ $\chi^2(4) = 14.116$ ;  $p < 0.01$ ] elde edilen fonksiyonun ayırma gücünün anlamlı derecede yüksek olduğu ve grupların bir ayırma fonksiyonu ile ayrılabilceği belirtilebilir. Ayırma fonksiyonunun toplam doğru sınıflandırma yüzdesi %66.7 olarak hesaplanmıştır.

Ayırma fonksiyonuna ilişkin standartlaştırılmış katsayılar incelendiğinde (Şekil 4.19) grupları ayırmada en fazla katkısı bulunan bağımsız değişkenlerin sırasıyla “MAKSİMUSTORK” (.906), “MEDIUSTORK” (.494), “LDTA” (.436) ve” QUADRTORK” (.341) değişkenleri olduğu görülmektedir. “Q AÇISI” oluşturulan fonksiyona anlamlı katkı sağlamaktadır ve bu nedenle modelden çıkarılmıştır. Ayırma fonksiyonu ile ilişkisi incelendiğinde “LDTA” değişkeninin negatif bir ayırma gücüne sahip olduğu belirlenmiştir. Başka bir ifade ile MEDIUSTORK, MAKSİMUSTORK ve QUADRTORK arttığı zaman bacağın sağlıklı olma durumu artarken LDTA arttığında bacağın burkulma olasılığı artmaktadır.

**Şekil 4.19.** Standardize edilmiş kanonik ayırma fonksiyonuna ilişkin katsayılar

	Fonksiyon
	1
MEDIUSTORK	-,494
MAXIMUSTORK	,906
LDTA (°)	-,436
QURDTORK	,341

## 5. TARTIŞMA

Ayak bileği burkulması, ayak bileği çevresindeki bağların yaralanmasından kaynaklanan bir sorundur ve prevalansı 5.2-6/1000 kişi arasındadır. Bu oran kadınlar için 12.7/1000 iken erkekler için 0.8/1000'dir (Wilson ve Kitsell, 2002; Bridgman ve ark., 2003).

2005-2009 yıllarında yapılan bir çalışmada, ayak bileği yaralanmalarında risk faktörleri incelenmiş ve rekabete dayalı sportif faaliyetlerde daha yüksek bir düzeyde ayak bileği travması görüldüğü saptanmıştır. Bu travmalarda özellikle sindesmotik ligaman grubunda hasar riski daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca çalışmada, erkek sporcuların medial ayak bileği burkulma oranları kadınlara oranla 3 kat fazla çıkmıştır (Waterman ve ark., 2011).

Bosien ve ark. (1995) yapmış oldukları çalışmada, tekrarlayan ayak bileği burkulmaları olan hastaların %22'sinde kalıcı peroneal kas güçsüzlüğü tespit edilmiştir. Bu özellik göz önünde bulundurulduğunda; eksik tedavi edilmiş ayak bileği burkulması, tekrarlayan burkulmaların zemininde rol oynadığı görüşü hakim olmaya başlamıştır (Akt. Freeman ve ark., 2005).

Düz radyografi, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve Ottawa ayak bileği kuralı gibi klinik karar kuralları bu konuda tanı koymaya yardımcı olan tanı araçları arasındadır. Ayak bileği fleksör kaslarının asimetrik gerilmesi, vücut kitle indeksindeki (BKİ) artış, ağırlık artışı ve daha genç yaş, ayak bileği burkulma risk faktörleri olarak ortaya çıkmaktadır (Pefanis ve ark., 2009; Fousekis ve ark., 2012). Biz de yapmış olduğumuz çalışmada risk faktörleri olarak; kas kuvveti, kas kısalığı, kas torku ve LDTA değerlerini saptadık.

Vektörlerarası eklem kuvvetleri ve bunlara dayanması gereken yapılar (eklem yüzeyleri, bağlar ve kaslar) eklemlerin ve iskelet sisteminin anatomik olarak hizalanmasıyla ilişkilidir. Ayak bileği eklemi yapısı, diz ve kalça da dahil olmak üzere periferik yapıların kemik şekillerinden etkilenebilir (Pefanis ve ark., 2009).



Fizyolojik özellikler ayak bileği burkulması olasılığını etkiler. Acemi sporcularda, ayak bileği burkulması öyküsü olanlarda ve vücut kitle indeksi yüksek olanlarda ayak bileği burkulması görülme olasılığı daha yüksektir (Milgrom ve ark., 1991; Braun, 1999). Sporcularda, yüksek bir eversiyon-inversiyon kuvvet oranı veya düşük dorsifleksiyonun plantar fleksiyon kuvvetine oranı gibi ayak bileği eklemi boyunca kas gücü dengesizliği, bir sonraki atletik sezonda ayak bileği burkulması hasarı oranının artmasıyla ilişkili bulunmuştur (Baumhauer ve ark., 1995). Sporcular arasında ayak bileği burkulmasında yer alan ek faktörler; durma sırasındaki ağırlık dağılımında oluşan dengesizlik veya dizin anormal Q açısını içerir (Shambaugh ve ark., 1991; Braun, 1999).

Nguyen ve ark'ın yaptığı bir çalışmada femoral anteversiyon ve tibiofemoral açı büyüklüğü, daha büyük Q açısı ile sonuçlanmış, tibiofemoral açıdaki değişiklikler, femoral anteversiyona kıyasla Q açısının büyüklüğü üzerinde önemli ölçüde daha büyük bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla, Q açısı büyük ölçüde bir frontal düzlem hizalama ölçüsünü temsil ediyor gibi görünmektedir. Birçok diz yaralanması hem frontal hem de transvers düzlem hareketlerinin ve kuvvetlerinin birleşiminden kaynaklanıyor gibi görüldüğü için, bu kısmen Q açısının neden alt ekstremitte yaralanma riskinin zayıf ve bağımsız bir belirleyicisi olduğunu ortaya çıkardığını açıklayabilir (Nguyen A. ve ark., 2009). Biz Q açısını alt ekstremitte yaralanma türlerinden biri olan ayak bileği burkulmasının belirleyicilerinden biri olarak bulmadık ama alt ekstremitte dizilimini burkulmanın belirleyici faktörlerinden biri olarak bulduk. Q açısını alt ekstremitte yaralanma türlerinden biri olan ayak bileği burkulmasının belirleyicilerinden biri olarak bulamamamızın nedeni muhtemelen kas torklarının dizdeki çekiş açısını değiştirmesidir. LDТА'yı ayak bileği burkulmasının belirleyici faktörlerden birisi kabul etmemize neden olan durum ise LDТА'nın 86°'den az olduğu durumlarda ayağın varusa gitmesi, 86°'den büyük olduğu durumlarda ise ayağın valgusa gitmesi ve hem varus hem de valgusun ayak bileği burkulmasına neden olmasıdır.

2016 yılında yapılan bir çalışmada diz ve ayak diziliminin düşme riski üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmaya Nisan 2016 - Aralık 2016 arasında toplam 74 kişi (24 erkek, 50 kadın) dahil edilmiştir. Q açısı, Chippaux-Smirak İndeksi (CSI), Kemer

İndeksi ve ayak ilerleme açısı (FPA) alt ekstremite uyumunun değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Düşme riski, Düşme Endeksi, Fourier 56 Endeksi (F56) ve Kararlılık Endeksi ile değerlendirilmiştir. Q açısı F56 ve en yüksek pozisyonda stabilite indeksi ile korele bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Kategorik regresyon analizine göre, Q açısı F56 ve Stabilite Endeksi'nde en etkili olanıdır. Çalışmanın sonuçları alt ekstremite uyumsuzluğunun düşme riskini arttırdığını göstermektedir (Bozbaş G., Gürer G., 2016). Yaptığımız çalışmada dizilimin ana etmenlerinden olan LDTA ile ayak bileği burkulması arasındaki anlamlı bir ilişki saptanmıştır. LDTA ayak bileği burkulmasını etkileyen en önemli faktörlerden biri olup ( $p=0.01$ ) LDTA arttıkça ayak bileği burkulması da artar.

Yapılan bir çalışmada belirli faktörlerin aktif öğrencilerde ayak bileği burkulmalarını tahmin edip edemediği araştırıldı. 125 katılımcı, tek bir seansta başlangıç değerlendirmesine tabi tutulduktan sonra burkulma oluşumuyla ilgili 52 hafta boyunca takip edildi. Her iki ayak bileğinde taban çizgisi değerlendirmesi yapıldı ve anket, Cumberland ayak bileği instabilite aracı (Portekizce), ayak kaldırma testi, dorsifleksiyon hareket aralığı, Star Excursion Balance Test (SEBT), vücut kitle indeksi ve geçmiş ayak bileği burkulma öyküsü dahil edildi. Analiz için iki grup kullanıldı: biri ayak bileği burkulması geçirenler diğeri ayak bileği burkulması geçirmeyenlerdi. Cox regresyon analizinden sonra, geçmiş ayak bileği burkulması öyküsü olan katılımcıların tekrar burkulma riskinin iki katı olduğu görülmüştür. Posterolateral yönde daha iyi performans gösteren kişilerin burkulma riskinin daha düşük olduğu görülmüştür (HR 0.96 ve 95% CI 0.92-0.99). Geçmiş ayak bileği burkulma öyküsü en güçlü prediktif faktör olarak bulunmuştur ve SEBT posterolateralindeki zayıf bir performans da ayak bileği burkulmaları için prediktif faktör olarak kabul edilmiştir. Buna dayanarak daha önce ayak bileği burkulması geçiren hastalar çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Ayak bileği burkulması risk faktörleri üzerine gerçekleştirilen bazı araştırmalarda Q açısı bağımsız risk faktörlerinden birisi olarak bildirilmiştir (Steinberg ve ark., 2007; Pefanis ve ark., 2009).

Pefanis ve ark. (2009) tarafından 45 profesyonel sporcu üzerinde gerçekleştirilen çalışmada Q açısı ile ayak bileği burkulması riski arasında anlamlı bir ilişki olmadığı

bildirilmiştir. Öte yandan (2007) Amerika'daki üniversite basketbol liginde oynayan kadın basketbolcular üzerinde gerçekleştirilen çalışmada Q açısı ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki olduğu bildirilmiştir.

2017 yılında Moghadam ve ark.'ın 300 hasta üzerinde yaptığı bir çalışmada Q açısı ile ayak bileği burkulması arasındaki ilişki değerlendirilmiş ve Q açısı ile ayak bileği burkulmaları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p=0.002$ ). Çalışmada ayak bileği burkulması olan hastalarda Q açısının yaklaşık  $2^\circ$  daha geniş olduğu saptanmıştır. Yine aynı çalışmada ayak bileği burkulma insidansı ile ağırlık ( $p < 0.001$ ), BKİ ( $p = 0.001$ ) ve burkulma öyküsü ( $r: 0.26, p < 0.001$ ) arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Yapmış olduğumuz çalışmada Q açısı ile ayak bileği burkulmaları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $p=0.421$ ). Kadınlarda ve erkeklerde ayrı ayrı değerlendirildiğinde yine anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (sırasıyla  $p=0.463; p=0.236$ )

Q açısı, kuadriseps kası fonksiyonunu ve diz üzerindeki etkisini değerlendirmede önemli bir parametredir. Açıdaki bir artış patellofemoral problemlerle ilişkili olabilir. Hindistan'da yapılan bir çalışmada Q açısına yaş, ağırlık, boy, cinsiyet, bilateral ve postural değişkenlik ve alt ekstremitte fiziksel aktivite değişkenliklerinin etkisi karşılaştırılmıştır. Çalışmaya toplam 450 yetişkin sağlıklı gönüllü (150 erkek öğrenci, 150 kız öğrenci ve 150 erkek işçi) katılmıştır. Her gönüllünün boyu, ağırlığı ve Q açıları ölçülmüştür. Tüm deneklerde, hem sırtüstü hem de ayakta duruş pozisyonunda, aynı gonyometre ile Q açısı ölçülmüştür. Sonuçta kız öğrencilerde, her iki dizde de Q açısının her iki grubun erkeklerinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Erkek grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Deneklerin çoğunluğunda Q açısı sırtüstü pozisyonda ayakta duruş pozisyonuna göre bir artış göstermiştir. Her üç grupta da ayakta duruş ve sırtüstü pozisyonda boy ile Q açısı arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Kilo ve yaş, Q açısı ile anlamlı korelasyon göstermemiştir. Fiziksel aktivite açısı üzerinde anlamlı bir etki göstermemiştir. Kadınlar arasında daha yüksek Q açısı, sporla ilgili yaralanmalara neden olabilir. Açıyı ölçerken ve karşılaştırırken cinsiyet, boy, duruş, ayak rotasyonu ve kas gevşemesi gibi faktörlerin dikkate alınması önemlidir (Choudhary R. ve ark., 2017). Çalışmamızda benzer şekilde kadınların ortalama Q

açısı değerleri erkeklerinkinden yüksek bulunmuştur. Kadınlarda burkulan ve burkulmayan taraf Q açısı ortalamaları sırasıyla  $16.71 \pm 3.43$  ve  $16.34 \pm 2.20$ , erkeklerde burkulan ve burkulmayan taraf Q açısı ortalamaları sırasıyla  $10.76 \pm 2.99$  ve  $10.26 \pm 1.40$  olarak hesaplanmıştır. Q açısı kadınlarda erkeklere oranla anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Q açısı yaş ve BKİ ile de negatif korelasyona sahiptir. Yaş ve BKİ değerleri arttıkça Q açısı azalır.

Emami ve ark. (2007) tarafından anterior diz ağrısı ile Q açısı arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için gerçekleştirilen çalışmaya 100'ü sağlıklı, 100'ü anterior diz ağrısı olan hastalar dahil edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda anterior diz ağrısı olan grupta Q açısının anlamlı şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Q açısı ile yaş arasındaki ilişki üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda çocuk ve adölesan dönemdeki bireylerin yetişkinlere kıyasla daha büyük Q açısına sahip oldukları bildirilmiş olup farklılığın quadriceps kasının tonus ve gücünün farklılığından kaynaklı olduğu ifade edilmiştir (Bayraktar ve ark., 2004). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada M. Quadriceps Femoris kas kuvveti ile Q açısı arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Quadriceps Femoris kas kuvveti arttıkça Q açısı azalmaktadır. Ayrıca M. Gluteus Maksimus ve M. Gluteus Medius kasları da Q açısıyla negatif korelasyona sahip olup kas kuvvetleri arttıkça Q açısı azalmaktadır.

Kobayashi ve ark.'ın 2015 yılında yaptığı bir meta analizde lateral ayak bileği burkulmasının risk faktörleri incelenmiştir. 1113 çalışma taranmış ve 8 çalışma analize dahil edilmiştir. Sonuç olarak beden kütle indeksi, yavaş eksantrik inversiyon kuvveti, hızlı konsantrik plantar fleksiyon kuvveti, pasif inversiyon eklem pozisyonu duygusu ve peroneus brevisin reaksiyon süresi ayak bileği burkulması riskinde anlamlı artış göstermiştir.

Kas kuvvetleri ölçüm yöntemlerinden biri olan dinamometrik ölçümde, el dinamometresini sabitlemek için bir kayış kullanmanın sağlıklı deneklerde izometrik bacak kas kuvveti ölçümlerinin güvenilirliğini artırdığı kanıtlanmıştır (Kato M., 2008). Bu yüzden yaptığımız çalışmada M. Quadriceps, M. Gluteus maksimus ve M. Gluteus medius kas kuvvetleri ölçümünde güvenilirliği artırmak için el dinamometresi ile ölçümlerde ekstremitayı sınırlandırmak ve dinamometreyi sabitlemek amaçlı harici (eksternal) bir kayış kullandık.

Bloom ve ark'ın 2014 yılında yaptığı bir çalışmada el tipi bir dinamometre kullanarak kalça eklem pozisyonunun sağlıklı genç erişkinlerin kalça rotator kas kuvveti üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sağlıklı 34 bireyin el dinamometresi ile kalça iç rotorlarının ve dış rotorlarının gücü, otururken kalça fleksiyonu ve sırtüstü kalça ekstansiyonu olarak 2 pozisyonda ölçülmüştür. Sonuç olarak kalça iç rotatörleri, kalça fleksiyonunda kalça ekstansiyonuna göre anlamlı olarak daha güçlü bulunmuştur ( $P < .01$ ). Kalça dış rotatörlerinde 2 pozisyon arasında anlamlı fark bulunmamıştır (Bloom N. ve ark.,2014).

Basınç merkezi (COP) lateral ayak bileği burkulması sırasında aniden yer değiştirir. Plantar basınç dağılımının ve COP deplasman miktarının LAS riskini değerlendirmede önemli olduğu öne sürülmüştür. Mineta ve ark.'ın 2017 yılında Japonya' da yaptıkları bir çalışmada tekrarlanan lateral ayak bileği burkulmalı olgularda plantar basıncının faktörlerini ve özelliklerini tanımlamak için, gözlerin kapalı olduğu tek bacaklı denge testi sırasında plantar basınç değerlendirilmiştir. Çalışmaya 22 üniversite öğrencisi dahil edilmiştir. Bunlardan 11'i instabilitesi olan grubu, 11'i kontrol grubunu oluşturmuştur. Plantar basınç ve alt ekstremitte kas aktivitesi dağılımı statik hizalama ve izometrik ayak bileği kuvvetiyle birlikte ölçülmüştür. Fibularis longus (FL) kas kuvveti instabilite olan grupta kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Instabilite olan grupta lateral plantar basıncı (LPP) / medial plantar basıncı (MPP) oranı kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, lateral plantar basıncın artmış FL aktivitesi ve artmış TA / FL oranı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayak bileği instabilitesi bulunan kişileri çalışmamıza dahil etmedik. Çünkü AP pozisyonunda, SİAS, femur uzun hattı, patella, tibia hattı ve ayak bileğini içerisine alacak bir uzun bacak aks grafisi çekilebilmesi için hastanın her iki ayağına da yük aktarabiliyor durumda olması ve ayak bileği instabilitesi bulunmaması gerekir.

Alt ekstremitte dizilimi, akut ve kronik alt ekstremitte yaralanmaları için bir risk faktörüdür. Yapılan bir çalışmada alt ekstremitte uyum özelliklerinin seçilme derecesinin Q açısı ile ilişkili olup olmadığı değerlendirilmiştir. Yüz otuz kadın sporcu; naviküler düşme, Q açısı, genu recurvatum, femoral anteverسیون, T-F açısı, tibiofemoral açı, dorsifleksiyon, kalça iç ve dış rotasyonu ve genel eklem gevşekliği

açısından incelenmiştir. Sonuçlar tibiofemoral açı, femoral anteversiyon ve kalça iç rotasyonunun daha büyük Q açısının anlamlı belirleyicileri olduğunu göstermiştir ( $p < 0.05$ ). Tibiofemoral açıdaki değişiklikler, femoral anteversiyon ve kalça iç rotasyonu ile karşılaştırıldığında, Q açısının büyüklüğü üzerinde önemli ölçüde daha büyük bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, Q açısını etkileyen postural faktörleri, aşırı stresi ve potansiyel yaralanmayı belirlemek oldukça önemlidir. Klinik olarak, bunun hastaların tedavisi için etkileri vardır. (Daneshmandi H. ve ark., 2011). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada Q açısının belirleyicileri olarak; yaş, cinsiyet, BKİ, M. Quadriceps kas kısalığı, kas tork değerleri ve LDTA bulunmuştur. Tüm bu belirleyici parametrelerden yalnızca kas tork değerleri Q açısıyla negatif korelasyon göstermiş olup kasların tork değerleri arttıkça Q açısı azalmıştır. Yaş, BKİ, M. Quadriceps kas kısalığı ve LDTA arttıkça Q açısı artar. Kadınlarda erkeklere oranla Q açıları anlamlı bir şekilde daha yüksektir ( $p < 0.001$ ). Dolayısıyla cinsiyet de Q açısının belirleyici etmenlerinden biridir.

Kaya (2012)'nin yaptığı çalışmada tek taraflı PFAS olan bayanlarda Q açısı ile alt ekstremitte düzgünlüğü arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Tek taraflı PFAS olan 85 kadın ile yapılan çalışmada hastaların etkilenen taraf Q açısı ile diğer taraf Q açısı arasında anlamlı bir ilişki saptanırken LDFA ve MPTA arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Alt ekstremitte dizilim bozukluğu ile Q açısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada alt ekstremitte distalinde bulunan LDTA'nın dizilime olan etkisine bakılmıştır ve bu çalışmanın aksine alt ekstremitte dizilim bozukluğu ile Q açısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bunun nedeninin alt ekstremitenin proksimal dizilimi ile distal diziliminin farklılığından kaynaklanabileceğini düşünüyoruz.

Almeida ve ark.'ın (2015) yaptığı bir çalışmada patellofemoral ağrı sendromlu (PFPS) kadınlarda q açısı ile anterior diz ağrısı şiddeti, fonksiyonel kapasite, dinamik diz valgusu ve kalça abdükör torku arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu çalışmaya PFPS'li 22 kadın dahil edilmiştir. Q açısı gonyometri kullanılarak değerlendirilmiştir. Dinamik valgus, dizin ön düzlem projeksiyon açısı (FPPA) kullanılarak değerlendirilmiş ve kalça abdükör tepe torku, bir el dinamometresi kullanılarak kaydedilmiştir. Sonuç olarak Q açısı PFPS'li hastalarda, diz ağrısının şiddeti ( $r = -$

0.29;  $p = 0.19$ ), fonksiyonel kapasite ( $r = -0.08$ ;  $p = 0.72$ ), FPPA ( $r = -0.28$ ;  $p = 0.19$ ) veya abduktor kasların izometrik pik torku ( $r = -0.21$ ;  $p = 0.35$ ) ile anlamlı bir korelasyon göstermemiştir. Bizim çalışmamızda ise tam aksine Q açısı kasların izometrik tork değerleri ile anlamlı ve negatif bir korelasyon göstermiştir. Kasların tork değerleri artıkça Q açısı azalmıştır.



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ayak bileği burkulması ile Q açısı arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalar oldukça sınırlı olup ülkemizde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Q açısı ile ayak bileği burkulmaları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmayla, bu eksikliğin giderilmesi ve gelecek çalışmalar açısından önemli bir veri oluşturulması amaçlanmıştır.

Sonuç olarak; yaptığımız çalışmada ayırma fonksiyonuna ilişkin standartlaştırılmış katsayılar incelendiğinde ayak bileği burkulmasına en fazla katkısı bulunan bağımsız değişkenlerin sırasıyla “MAKSİMUSTORK”, “MEDIUSTORK”, “LDTA” ve ” QUADRORTOK” değişkenleri olduğunu saptadık. “Q AÇISI”nın ise ayak bileği burkulmasına bir etkisinin olmadığını saptadık. Ayırma analizi sonucunda “LDTA” değişkeninin negatif bir ayırma gücüne sahip olduğu belirlenmiştir. Başka bir ifade ile MEDIUSTORK, MAKSİMUSTORK ve QUADRORTOK arttığı zaman bacağın sağlıklı olma durumu artarken LDTA arttığında bacağın burkulma olasılığı artmaktadır.

Yapmış olduğumuz çalışmadan ve bulmuş olduğumuz sonuçlardan yola çıkarak; Q açısı ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını da LDTA ve kas torkları ile ayak bileği burkulması arasında anlamlı bir ilişki bulunduğunu söyleyebiliriz. Benzer çalışmalar olmaması açısından yapmış olduğumuz çalışmanın literatüre katkıda bulunacağını düşünmekteyiz. Ancak konu ile alakalı daha kapsamlı ve daha çok sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.



## KAYNAKLAR

- AGLIETTI P, INSALL JN, GERULLI G. (1983). Patellar pain and incongruence: Measurements of incongruence. *Clin Orthop.* 176;217-224,1983
- AGLIETTI P, GIRON F, CUOMO P. (2006). Disorders of patellofemoral joint. In: Scott WN editor. *Surgery of the knee.* New York: Churchill Livingstone, p. 807-906
- AKGÜN I. (2003). Patellofemoral hastalıklar. In: Tandoğan RN, Alpaslan AM editor. *Diz cerrahisi.* Ankara: Haberal Eğitim Vakfı;1999. s. 215-42
- ALMEIDA L, SILVAA C, FRANC F, MAGALHAES M, NOGUEIRA B. (2016). Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Rev Bras Ortop.* 2016; 51(2):181-186
- ATAY T. (2015). *Alt Ekstremitte Kırıkları, Ayak Bileği ve Ayak.* Derman Tıbbi Yayıncılık, Isparta.
- ATAY MB, BEYAZOVA M, KUTSAL YG. (2000). Osteoartrit. *Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon* Ankara: Güneş Kitabevi. 1805-30
- BACHMANN LM, KOLB E, KOLLER MT, STEURER J, TER RIET G. (2003). Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot: systematic review. *BMJ.* 326(7386):417.
- BANDINELLI S, BENVENUTI E, LUNGO D, BACCINI M. (1999). Measuring muscular strength of the lower limbs by hand-held dynamometer: A standard protocol. *Aging Clin. Exp. Res.* 11: 287-293.
- BAŞKURT F, ERCAN S, BAŞKURT Z. (2018). Relationship of Lower Extremity Muscle Strength with Balance and Lower Extremity Functions in Elderly Women. *Turkish Journal of Sports Medicine.* 53(1): 17-26.
- BAUMHAUER JF, ALOSA DM, RENSTROM PAFH, TREVINO S, BEYNNON B. (1995). A prospective study of ankle injury risk factors. *Am J Sports Med.* 23:564-570.
- BAYRAKTAR B, YUCESIR I, OZTURK A, CAKMAK AK, TASKARA N, KALE A, DEMIRYUREK D, BAYRAMOGLU A, CAMLICA H. (2004). Change of quadriceps angle values with age and activity. *Saudi Med J.* 25(6):756-60
- BELCHIOR ACG, ARAKAKI JC, BEVILAQUA-GROSSI D, REIS FA, CARVALHO PTC. (2006). Effects in the Q angle measurement with maximal voluntary isometric contraction of the quadriceps muscle. *Rev Bras Med Esporte,* 12:1, 6-10.

- BENNETT G, STAUBER W. (1986). Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercise. *Medicine Science Sport and Exercise*, 18, 526–530.
- BEYNNON BD, VACEK PM, MURPHY D, ALOSA D, PALLER D. (2005). First-time inversion ankle ligament trauma: the effects of sex, level of competition, and sport on the incidence of injury. *Am J Sports Med.* 33 (10):1485-91.
- BLOOM N, SUZANNE L. (2014). Hip Rotator Strength in Healthy Young Adults Measured in Hip Flexion and Extension by Using a Hand-held Dynamometer. *PM R* 2014;0:1-6.
- BOUCHER JP, KING MA, LEFEBVRE R, PEPIN A. (1992). Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med.* 20:527–532.
- BOZBAŞ G, GÜRER G. (2017). Does the lower extremity alignment affect the risk of falling?. *Turk J Phys Med Rehab.* 2018;64(2):140-147.
- BOZKURT M, DORAL MN. (2006). Anatomic factors and biomechanics in ankle instability. *Foot Ankle Clin*, 11 (3): 451-63.
- BRAUN BL. (1999). Effects of ankle sprain in a general clinic population 6 to 18 months after medical evaluation. *Archives of Family Medicine*, 8(2), 143.
- BREZZO R, FORT I, HALL K. (1996). Q-angle: the relationship with selected dynamic performance variables in women. *Clinical Kinesiology*, 50, 66–70
- BRIDGMAN S, CLEMENT D, DOWNING A, WALLEY G, PHAIR I, MAFFULLI N. (2003). Population based epidemiology of ankle sprains attending accident and emergency units in the West Midlands of England, and a survey of UK practice for severe ankle sprains. *Emergency Medicine Journal.* 20(6):508-10.
- BUCHBINDER MR, NAPORA NJ, BIGGS EW. (1979). The relationship of abnormal pronation to chondromalacia of the patella in distance runners. *J Am Podiatry Assoc.* Feb;69(2):159-62.
- BYL T, COLE A, LIVINGSTON LA. (2000). What determines the magnitude of the Q angle? A preliminary study of select skeletal and muscular measures. *J Sport Rehabil*, 9:26-34.
- CARR JB. (2003). Malleolar Fractures and Soft Tissue Injuries of the Ankle. Browner BD, Jupiter BJ, Levin MA, Trafton GP (Eds). *Skeletal Trauma*. 3rd edition, W.B. Saunders, Philadelphia, Vol. 2, 2003:2307-74
- CARSON WG Jr, JAMES SL, LARSON RL, SINGER KM, WINTERNITZ WW. (1984). Patellofemoral disorders: physical and radiographic evaluation, part I: physical examination. *Clin Orthop.* 185:165–177.

- CAYLOR D, FITES R, WORRELL TW. (1993). The relationship between quadriceps angle and anterior knee pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 17(1):11-6.
- CEREZAL L, ABASCAL F, CANGA A, PEREDA T, VALTUILLE RG, PEREZ L, CARRO C, CRUZ A. (2003). MR İmaging of Ankle İmpingement Syndromes. *AJR,* 181; 551-559.
- CHEN S. (1997). The experimental study of Q angle variety during knee flexion. *Chin J Sports Med.* 16:91-94.
- CHESTER R, SMITH TO, SWEETING D, DIXON J, WOOD S, SONG F. (2008). The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 1;9:64.
- CHRISTOPHER MP, NAVID G, RACHEL KS, KHALIL K. (2017). Hip Strength as a Predictor of Ankle Sprains in Male Soccer Players: A Prospective Study. *Journal of Athletic Training,* 2017;52(11):1048-1055.
- COWAN DN, JONES BH, FRYKMAN PN. (1996). Lower limb morphology and risk of overuse injury among male infantry trainees. *Med Sci Sports Exerc.* 28:945-952.
- CROSSWELL S, LEAMAN A, PHUNG W. (2014). Minimising negative ankle and foot X-rays in the Emergency Department-Are the Ottawa ankle rules good enough? *Injury.* 45(12):2002-4.
- DANESHMANDIA H, SAKIB F, SHAHHEIDARIC S. (2011). Lower extremity Malalignment and its linear relation with Q angle in female athletes. *Procedia Social and Behavioral Sciences.* 15 (2011) 3349-3354.
- DELAHUNT E, BLEAKLEY CM, BOSSARD DS. (2018). Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the International Ankle Consortium. *Br J Sports Med.* 2018;52:1304-1310.
- EGE R. (1999). Ayak bileği yaralanmaları. Ege R (Ed). Ayak ve Ayak Bileği Sorunları. 2.baskı, Türk Hava Kurumu Basımevi, Ankara, 707-9
- EMAMI MJ, GHAHRAMANI MH, ABDINEJAD F, and NAMAZI H. (2007). Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Arch Iranian Med,*10 (1): 24-26
- ERGEN E, GÜNER R, ZERGEROĞLU AM, ULKAR B, and KUNDURACIOĞLU B. (2003). Sporcu sağlığı ve spor yaralanmaları. *Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.*
- ERDEN Z. (2002). Total diz protezi uygulanan hastalarda rehabilitasyonun fonksiyonel aktivite ve propriyoseptif duyu üzerine etkileri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- FERNANDEZ WG, YARD EE, COMSTOCK RD. (2007). Epidemiology of lower extremity injuries among U.S. high school athletes. *Acad Emerg Med.* 14 (7):641-5.
- FLEISCHER AE, ABICHT BP, BAKER JR, BOFFELI TJ, JUPITER DC, and SCHADE VL. (2015). American College of Foot and Ankle Surgeons' clinical consensus statement: risk, prevention, and diagnosis of venous thromboembolism disease in foot and ankle surgery and injuries requiring immobilization. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 54(3), 497-507.
- FONG DT, MAN CY, YUNG PS, CHEUNG SY, CHAN KM. (2008). Sport-related ankle injuries attending an accident and emergency department. *Injury.* 39 (10):1222-7.
- FOUSEKIS K, TSEPIS E, VAGENAS G. (2012). Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer a prospective study on 100 professional players. *The American Journal of Sports Medicine.* 40(8):1842-50.
- FRANCE L, and NESTER C. (2001). Effect of errors in the identification of anatomical landmarks on the accuracy of Q angle values. *Clinical Biomechanics*, 16(8), 710-713.
- FRANCIS P, TOOMEY C, CORMACK W, LYONS M, JAKEMAN P. (2016). Measurement of maximal isometric torque and muscle quality of the knee extensors and flexors in healthy 50 to 70 yearold women. In: *Clin Physiol Funct Imaging*. doi: 10.1111/cpf.12332.
- FREEMAN MAR, WYKE BD. (2006). An experimental study of articular neurology. In: *J Bone Joint Surg.* 2006;49B:185.
- FREEMAN MA, DEAN MR, HANHAM IW. (2005). The etiology and prevention of functional instability of the foot. In: *J Bone Joint Surg Br.* Nov,47 (4):678-85.
- GLAS AS, Pijnenburg BA, Lijmer JG, Bogaard K, de Roos M, Keeman JN, and Bossuyt PM. (2002). Comparison of diagnostic decision rules and structured data collection in assessment of acute ankle injury. *Cmaj*, 166(6), 727-733.
- GOLDIE I, LUNDBERG A, SVENSSON OK. (1992). Biomechanics of the Ankle Joint. In: Jahss MH (Ed). *Disorders of the Foot and Ankle. Medical and Surgical Management.* 2nd edition, W.B. Saunders, Philadelphia, Vol.1, Chapter-19, 1992:520-31.
- GRANA WA, KRIEGSHAUSER LA. (1985). Scientific basis of extensor mechanism disorders. *Clin Sports Med*, 4:247-57
- HAHN T, FOLDSPANG A. (1997). The Q angle and sport. *Scand J Med Sci Sports*,7: 43-48.
- HARTWIG WC. (2008). *Fundamental anatomy: Lippincott Williams & Wilkins.*

- HEHNE H. (1990). Biochanics of the patellofemoral joint and its clinical relevance. *Clin Orthop*, 258:73-85.
- HERRINGTON L, NESTER C. (2004). Q-angle undervalued? The relationship between Q-angle and medio-lateral position of the patella. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 19:1070-1073
- HERTEL J. (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 37 (4):364-375.
- HORTON MG, and HALL TL. (1989). Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. *Physical Therapy*, 69(11), 897-901.
- HUBERTI HH, and HAYES WC. (1984). Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *The Journal of bone and joint surgery. American Volume*, 66(5), 715-724.
- HVID I, ANDERSEN LI, SCHMIDT H. (1981). Chondromalacia patellae: the relation to abnormal patellofemoral joint mechanics. *Acta Orthop*, 52(6):661-6.
- INKLAAR H, van BEEK PA. (2011). Guideline for diagnosis and treatment of acute inversion trauma of the ankle in athletes. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 155(33):A3324. Review. Dutch
- INMAN VT. (1969). The influence of the foot-ankle complex on the proximal skeletal structures. *Artif Limbs*, 13(1), 59-65.
- IVINS D. (2006). Acute ankle sprain: an update. *Am Fam Physician*. 74 (10):1714-20
- JAHSS MH. (1992). Examination. In: Jahss MH (Ed). *Disorders of the Foot and Ankle. Medical and Surgical Management*. 2 Nd edition, W.B. Saunders, Philadelphia, Vol.1, Chapter-2, 1992: 41-51.
- JUHN MS. (1999). Patellofemoral pain syndrome: a review and guidelines for treatment. *Am Fam Physician*, 60:2012-22.
- KARLSSON J, ERIKSSON BI, RENSTRÖM PA. (1997). Subtalar ankle instability. A review. *Sports Med*. Nov, 24 (5):337-46.
- KATOH M, YAMASAKI H. (2009). Comparison of Reliability of Isometric Leg Muscle Strength Measurements Made Using a Hand-Held Dynamometer with and without a Restraining Belt. *J. Phys. Ther. Sci*. 21: 37-42.
- KAYA D, DORAL MN. (2012). Q açısı ve alt ekstremite dizilim bozukluğu arasında bir ilişki var mıdır?. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2012;46(6):416-419.

- KLEIN SN, OLOFF LM, JACOBS AM. (1981). Functional and surgical anatomy of the lateral ankle. *J Foot Surgery*. 20 (3):170-6.
- LEBLANC KE. (2004). Ankle problems masquerading as sprains. *Prim Care*. 31 (4):1055-67.
- LEE WW, FILIATRAULT L, ABU-LABAN RB, RASHIDI A, YAU L, LIU N. (2016). Effect of triage nurse initiated radiography using the Ottawa Ankle Rules on emergency department length of stay at a tertiary centre. *CJEM*. 18(02):90-7.
- LIVINGSTON LA, MANDIGO JI. (1999). Bilateral Q angle asymmetry and anterior knee pain syndrome. *Clinical Biomechanics*, 14:7-13.
- LIVINGSTON LA, SPAULDING SJ. (2008). OPTOTRAK measurement of the quadriceps angle using standardized foot positions. *J Athl Train* 2002;37(3):252-55. 19. Smith TO, Hunt NJ, Donell ST. The reliability and validity of the Q-angle: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(12):1068-79.
- MAHAFFEY D, HILTS M, FIELDS KB. (1999). Ankle and foot injuries in sports. *Clin Fam Pract*, 1 (1):233-50.
- MARGETIĆ P, PAVIĆ R. (2012). Comparative assessment of the acute ankle injury by ultrasound and magnetic resonance. *Coll Antropol*. 36(2):605-10
- MARSH JL, SALTZMAN CL. (2007). Ankle Fractures. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM (Eds). *Rockwood and Green's Fractures in Adults*.
- McCOLLUM GA, van den BEKEROM MP, KERKHOFFS GM, CALDER JD, and van DIJK CN. (2013). Syndesmosis and deltoid ligament injuries in the athlete. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(6), 1328-1337.
- MCKEON PO, MATTACOLA CG. (2008). Interventions for the prevention of first time and recurrent ankle sprains. *Clin Sports Med*. 27 (3):371-82.
- MEENA S, GANGARY SK. (2015). Validation of the Ottawa Ankle Rules in Indian Scenario. *Archives of Trauma Research*. 4(2):e2096
- MICHELLE JENKIN MS A, KELLY IV JD. (2010). Clinical usefulness of the Ottawa Ankle Rules for detecting fractures of the ankle and midfoot. *Journal of Athletic Training*. 45(5):480-482
- MIHALKO WM, BOACHIE-ADJEI Y, SPANG JT, FULKERSON JP, ARENDT EA, SALEH KJ. (2008). Controversies and techniques in the surgical management of patellofemoral arthritis. *Instr Course Lect*, 57:365-80
- MILGROM C, SHLAMKOVITCH N, FINESTONE A, ELDAD A, LAOR A, DANON YL, and SIMKIN A. (1991). Risk factors for lateral ankle sprain: a prospective study among military recruits. *Foot & ankle*, 12(1), 26-30.

- MOGHADAM HZ, HOSEINI ST, HASHEMIAN AM, and SHARIFI MD. (2017). The Relation of Q Angle and Anthropometric Measures with Ankle Sprain; a Case-control study. *Emergency*, 5(1).
- MOSKWA CA, NICHOLAS JA. (1989). Musculoskeletal risk factors in the young athlete. *Physician Sportsmed*. 17(11):49–59.
- NAMAZI P, ZAREİ M, HOVANLOO F, ABBASI H. (2019). The association between the isokinetic muscle strength and lower extremity injuries in young male football players. *Physical Therapy in Sport*. 39(76-81).
- NEELY FG. (1998). Biomechanical risk factors for exercise-related lower limb injuries. *Sports Med*. 26:395–413.
- NELSON AJ, COLLINS CL, YARD EE, FIELDS SK, COMSTOCK RD. (2007). Ankle injuries among United States high school sports athletes, 2005-2006. *J Athl Train*. 42 (3):381-7.
- NETTER FH. (2011). Ankle and Foot. In: Atlas of Human Anatomy 5.th.ed. Philadelphia 2011. Sect. 7. Pp:511-525
- NGUYEN AD, BOLING MC, LEVINE B, SHULTZ SJ. (2009). Relationships Between Lower Extremity Alignment and the Quadriceps Angle. *Clin J Sport Med*, 19(3): 201–206.
- NORKIN CC, LEVANGIE PK. (1992). Joint structure and Function: A comprehensive analysis. Philadelphia, *FA Davis Co*.
- NYSTRÖM EEK M, KROKSMARK AK, BECKUNG E. (2006). Isometric muscle torque in children 5 to 15 years of age: normative data. *Arch Phys Med Rehabil*; 87:1091-9.
- OATIS CA. (2009). Kinesiology the mechanics and pathomechanics of human movement. 2th Ed. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins. p.818-821
- OLCAY E, ÇETİNUS E, MERT M. (1994). Genç erkek ve bayanlarda ayakta ve yatar pozisyonlarda quadriceps açısının mukayesesi ve değerlendirilmesi. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 28: 25- 7
- OLERUD C, BERG P. (1984). The variation of the Q angle with different positions of the foot. *Clin Orthop*. 191:162–165.
- ÖZBERK ZN, COŞKUN ÖÖ, Akın S, KORKUSUZ F, IŞIKLI S. (2005). Lateral ayak bileği yaralanmalarında Icefeel® ve Cryocuff® uygulamalarının karşılaştırılması. *Eklem Hastalıkları ve Cerrahisi Dergisi*. 16 (3): 205-214
- PAPAGELOPOULOS PJ, SIM FH. (1997). Patellofemoral pain syndrome: diagnosis and management. *Orthopedics*. 20:148–157.

- PEFANIS N, PAPA HARALAMPOUS X, TSIGANOS G, PAPADAKOU E, BALTOPOULOS P. (2009). The effect of Q angle on ankle sprain occurrence. *Foot & ankle specialist*. 2(1):22-6.
- PERRY JJ, STIELL IG. (2006). Impact of clinical decision rules on clinical care of traumatic injuries to the foot and ankle, knee, cervical spine, and head. *Injury*, 37(12), 1157-1165.
- PIRES RES, PEREIRA AA, ABREU-e-SILVA GM, LABRONICI PJ, FIGUEIREDO LB, GODOY-SANTOS AL, and KFURI M. (2014). Ottawa ankle rules and subjective surgeon perception to evaluate radiograph necessity following foot and ankle sprain. *Annals of medical and health sciences research*, 4(3), 432-435.
- POST WR, FULKERSON JP. (2006). Surgery of the patellofemoral joint: Indications, effects, results and recommendations. In: Scott WN, editor. *Surgery of the knee*. New York: Churchill Livingstone, p. 1045-85
- PRENTICE WE. (1994). Maintaining and improving flexibility. In: Prentice WE, editor. *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*. 2nd Ed., St. Louis: Mosby, p. 38-52
- MITCHELL J, THOMAS D, FREDERICK PR, STEPHEN GR, ANTHONY J. (2007). Quadriceps Angle and Risk of Injury Among High School Cross-Country Runners. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 37(12)| .725
- SANFRIDSSON J, ARNBJÖRNSSON A, FRIDÉN T, RYD L, SVAHN G, JONSSON K. (2001). Femorotibial rotation and the Q-angle related to the dislocating patella. *Acta Radiol*. 42(2):218-24.
- SCHULTHIES S, FRANCIS R, FISHER AG, Van de GRAAFF KM. (1995). Does the q angle reflect the force on the patella in the frontal plane? *Phys Ther*. 75(1): 24– 30.
- SHAMBAUGH JP, KLEIN A, HERBERT JH. (1991). Structural measures as predictors of injury in basketball players. *Med Sci Sport Exerc*. 23:522-527.
- SHELLOCK FG, and POWERS C. (2001). *Kinematic MRI of the joints: functional anatomy, kinesiology, and clinical applications*. CRC Press.
- SHERRY S. (1974). Detection of thrombi. In: Strauss HE, Pitt B, James AE, editors. *Cardiovascular Medicine*. St Louis: Mosby, p. 273-85
- SMITH TO, HUNT NJ, DONELL ST. (2008). The reliability and validity of the Q-angle: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(12):1068-79



- SMITH KR, BROWN CK, BREWER KL. (2011). Can clinical prediction rules used in acute pediatric ankle and midfoot injuries be applied to an adult population? *The American Journal of Emergency Medicine*. 29(4):441-5.
- STEINBERG RJE, PICCONATTO W. (2007). Q-angle: Does it Increase Risk of Ankle Sprains in NCAA Division III Women's Basketball?: 1879: Board# 167 10: 30 AM-10: 30 AM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 39(5):S318-S9.
- SUBOTNICK SI. (1975). Orthotic foot control and the overuse syndrome. *Phys. Sportsmed*. 3:75-79.
- TANG Y, ZHANG CC, ZHANG YT, LI SH, ZHANG X, and FU QG. (2012). Surgical treatment for posterior malleolus in complicated external rotation ankle fracture. *Zhongguo gu shang= China journal of orthopaedics and traumatology*, 25(5), 430-432.
- TANK P, GEST T. (2009). Atlas of Anatomy. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins.
- TELCİ EA, ASLAN U, CAVLAK U. (2011). Sağlıklı Quadriseps Femoris Kasında Hand-Held Dinamometrenin Intrarater ve Interrater Güvenirliği: Kas Kuvvetinin Etkisi. *MÜSBED*, 2011;1(2):124-128.
- TSAKONITI AE, STOUPIS CA, ATHANASOPOULOS SI. (2008). Quadriceps cross-sectional area changes in young healthy men with different magnitude of Q angle. *J Appl Physiol*. 105(3):800-4.
- VEERAMANI R, SHANKAR N, NARAYANAN S, RANGANATH P, DEVI R. (2011). Bilateral Variability of the Quadriceps Angle (Q angle) in an Adult Indian Population. *Iran J Basic Med Sci*, 14(5):465–71
- WANG X, CHANG SM, YU GR, and RAO ZT. (2013). Clinical value of the Ottawa ankle rules for diagnosis of fractures in acute ankle injuries. *PLoS One*, 8(4), e63228.
- WAINRIGHT WB, SPRITZER CE, LEE JY, EASLEY ME, DEORIO JK, NUNLEY JA, DEFRATE LE. (2012). The effect of modified brostrom-gould repair for lateral ankle instability on in vivo tibiotalar kinematics. *Am J Sports Med*. 40 (9):2099-104.
- WATERMAN BR, OWENS BD, DAVEY S, ZACCHILLI MA, BELMONT PJ Jr. (2010). The Epidemiology of Ankle Sprains in the United States. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 92: 2279-2284
- WATERMAN BR, BELMONT PJ Jr, CAMERON KL, SVOBODA SJ, ALITZ CJ, OWENS BD. (2011). Risk factors for syndesmotic and medial ankle sprain: role of sex, sport, and level of competition. *Am J Sports Med*. 39 (5):992-8

- WILKSTROM EA, TILLMAN MD, BORSA PA. (2005). Detection of dynamic stability deficits in subjects with functional ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*, 37 (2): 169-175.
- WILSON T, KITSELL F. (2002). Is the Q-angle an absolute or a variable measure?: Measurement of the Q-angle over one minute in healthy subjects. *Physiotherapy*. 88(5):296-302.
- WOODLAND LH, FRANCIS RS. (1992). Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing positions. *American Journal of Sports Medicine*, 20 (2), 92.
- WOOD GW, WHITTLE AP. (2003). Fractures of Lower Extremity. In: Canale ST (Ed). *Campbell's Operative Orthopedics*. 10th edition, Mosby, St. Louis, Vol.3, Chapter-51, 2003:2725-872
- YABLON IG, HELLER FG, and SHOUSE L. (1977). The key role of the lateral malleolus in displaced fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am*, 59(2), 169-173.

## EKLER

### **BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)**

#### **Araştırma hakkında bilgi**

Burkulmaların çok çeşitli nedenleri vardır ve Q açısı da burkulmalara neden olabileceğini düşündüğümüz bir parametredir. Dizi düz olarak sırt üstü yatan hastada, kuadriseps kası kastırıldığında, diz kapağı kemiğini dışa doğru çeken bir kuvvet ortaya çıkar ki bu kuvvetin oluşturduğu açı Q açısıdır. Normalde bu açı 5-8 derecedir. Kadınlarda bu açı daha büyüktür. Üst sınır erkeklerde 12 derece olup kadınlarda bu açı 15 derecedir ve 20 derecenin üstü patolojik kabul edilir

#### **Araştırmanın amacı**

Çalışmamızın amacı, Q açısı ile ayak bileği burkulmaları arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

#### **Araştırmaya davet edilmenizin nedeni**

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz izniniz doğrultusunda aşağıda tanımlanan işlem(ler) uygulanacaktır:

1. Ayakta duruş pozisyonunda 'Uzun Bacak Aks Grafisi' çekilecek
2. Boy ve ağırlık ölçümünüz yapılacak
3. Dinamometre ile kas kuvvetiniz ölçülecek
4. Mezura ile 'Referans Nokta' uzaklık ölçümü yapılacak
5. Kas kısalık testleri yapılacak

#### **Uygulamanın katılımcıya getirebileceği muhtemel olumsuz durumlar**

Herhangi bir olumsuz durum olmayacaktır.

Araştırmanın size kesinlikle maddi bir yükü olmayacaktır. Araştırmadan elde edilen kayıtlar kimliğiniz belirtilmeden bilimsel nitelikte yayınlarda kullanılabilir. Bu amaçların dışında kayıtlar kullanılmayacak ve başkalarına verilmeyecektir. Bu

çalışma sırasında size ait elde edilmiş tüm bilgi gizli kalacaktır. Yine hemen belirtmeliyiz ki; bu bilgiyi sizin dışınızda birisi ile paylaşmamız sadece sizin izninizle olacaktır. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayımızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

***(Katılımcının/Hastanın Beyanı)***

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özge Vergili, Dr. Öğr. Üyesi Birhan Oktaş tarafından Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.D.'da, 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 araştırmacı ile arasında kalması gereken ona bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında bana ait kişisel bilgilerin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına 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.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımızda; herhangi bir saatte Yrd. Doç. Dr. Birhan Oktaş'ı 0505 240 14 91 'den arayabileceğimi biliyorum.

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

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

<b>Katılımcı</b> <b>Fizyoterapist</b>	<b>Görüşme Tanığı</b>	<b>Katılımcı ile görüşen</b>
Adı, soyadı:	Adı, soyadı:	Adı, soyadı:
Adres:	Adres:	Adres:
Tel.	Tel:	Tel:
İmza	İmza:	İmza:

**Çalışmayı yürüten sorumlu Öğretim Üyesi**

Adı, soyadı: Dr. Öğr. Üyesi Birhan OKTAŞ

Adres: Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Tel: 0318 3335000 / 5205

İmza:

## ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Kırıkkale’de doğdu. İlköğretim ve ortaöğretimini sırasıyla; Hüseyin Özenen İlköğretim Okulu, Atatürk İlköğretim Okulu ve Kırıkkale Anadolu Lisesi’nde bitirdi. 2011 yılında başladığı Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyon Sağlık Yüksekokulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü’nü 2015 yılında tamamladı. 2012-2013 ve 2013-2014 yaz stajları ile 2014-2015 intörlük stajını Afyon Kocatepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi’nde tamamladı. 2016 yılında başladığı Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Tezli Yüksek Lisans Programından 2019 yılında mezun oldu. Çalışma hayatına 2015 yılında Kütahya’nın Tavşanlı ilçesinde Doç. Dr. Mustafa Kalemlı Devlet Hastanesi’nde başladı. Aynı yıl Tavşanlı’daki işinden ayrılıp Kırıkkale’de Özel Hayat Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi’nde çalışmaya başladı ve halen aynı merkezde çalışma hayatını sürdürmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.