



Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

**İZOLE AYAK BİLEĞİ BAĞ YARALANMALARINDA AOFAS SKORU
GEREKSİZ MR ÇEKİLMESİNİ ÖNLEYEBİLİR Mİ?**

Tıpta Uzmanlık Tezi
Dr. Veysel KANDEMİR

Tez Danışmanı
Dr.Öğr. Üyesi Mehmet Sait AKAR

Diyarbakır - 2021



Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

**İZOLE AYAK BİLEĞİ BAĞ YARALANMALARINDA AOFAS SKORU
GEREKSİZ MR ÇEKİLMESİNİ ÖNLEYEBİLİR Mİ?**

Tıpta Uzmanlık Tezi
Dr. Veysel KANDEMİR

Diyarbakır - 2021



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimde büyük katkıları olan, cerrahi ve insani tecrübelerini benden esirgemeyen, değerli hocalarım Prof. Dr. N. Serdar NECMİOĞLU, Prof. Dr. Hüseyin ARSLAN, Prof. Dr. İbrahim AZBOY, Doç. Dr. Mehmet BULUT, Doç. Dr. Emin ÖZKUL, Doç. Dr. Mehmet GEM, Doç. Dr. Celil ALEMDAR, Doç. Dr. Ramazan ATIÇ, Doç. Dr. Şeyhmus YİĞİT, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sait AKAR, Dr. Öğr. Üyesi Fatih DURGUT'a şükranlarımı sunarım.

Tezimin oluşturulmasında değerli emeğini ve tecrübelerini esirgemeyen, tez danışmanım değerli hocam Mehmet Sait AKAR 'a ayrıca minnettarlığımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlığım süresince beraber çalıştığım çok kıymetli doktor arkadaşlarım Dr. Orhan DEĞNEK, Dr. M. Onur ZİYADANOĞULLARI, Dr. M. Fırat TANTEKİN, Dr. Sebahattin DEMİR, Dr. Hakan ÇETİN, Dr. Yunus TÜRK, Dr. Ulaş Ahmet ÖZKOÇ, Dr. Fırat IŞIK, Dr. Kutbettin DİNÇER, Dr. Hüseyin KIMIŞ, Dr. Serhat ELÇİ, Dr. M. Akif ŞAHİN, Dr. Fırat BİLGİN, Dr. Rıdvan ARSLAN, Dr. Yunus TETİK, Dr. Doğukan ADIYAMAN, Dr. Sait Anıl ULUS ve Dr. Sait DÖNMEZ, Dr. Nesim ÇEVİK, Dr. Yüksel YÜKSEL, Dr. Turgay ALUÇ, Dr. Burak YALÇIN, Dr. Cihan YAZAR, Dr. Ekrem ADIYAMAN'a teşekkür ederim. Tezimin hazırlanmasında emeği olan Radyoloji uzmanı, değerli arkadaşım Dr. Mehmet Salih KARACA'ya teşekkür ederim. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği Anabilim Dalı sekreterimize, klinik ve ameliyathane hemşirelerine, klinik ve ameliyathane personellerine teşekkür ederim.

Ayrıca bu zorlu süreç boyunca her konuda desteğini yanımda gördüğüm, yetişmemde büyük katkıları olan Babam Ahmet, Annem Gülistan ve kardeşlerime, varlıklarıyla bana güç veren ve hayatıma anlam katan biricik eşim Melike, oğullarım Ali, Muhammed ve Osman'a sevgi, minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Veysel KANDEMİR
Diyarbakır-2021

İzole ayak bileği bağ yaralanmalarında AOFAS skoru gereksiz MR çekilmesini önleyebilir mi?

ÖZET

Giriş ve Amaç: Ayak bileği yaralanmaları kas iskelet sistemi yaralanmaları arasında en sık görülen yaralanmadır. Spor yaralanmaları arasında da sıklığı yüksektir. Ayak bileği bağ yaralanması ile gelen hastada öykü ve fizik muayene sonrası direk grafi, ultrason ve MR istenebilmektedir. Ayak bileği yaralanması sonrası direkt grafi istenmesi için bazı sınıflandırmalar kullanılmaktadır. MR çekimi için literatürde net sınırlar belirtilmediğinden gereksiz MR tetkiki oranı yüksektir. Çalışmamızda çekilen ayak bileği MR görüntülemelerde bağ yaralanması saptanan hastaların AOFAS skorları ile ayak bileği yaralanması sonrası çekilen MR sonuçları normal olan hastaların AOFAS skorları arasında fark olup olmadığı araştırıldı. MR istenmeden önce bakılacak AOFAS skoruna göre karar verilebileceği ve bu sayede gereksiz MR istemlerinin azaltılabileceğini savunmaktayız.

Gereç ve Yöntem: Ocak 2018 - Aralık 2020 tarihleri arasında 18 yaş üstü ayak bileği travması nedeniyle ayak bileği MR çekilen hastaların ayak bileği MR görüntüleri tarandı. Kırık, geçirilmiş operasyon öyküsü, enfeksiyon ve tümör nedeniyle MR istenen hastalar çalışma dışı bırakıldı. Kriterleri karşılayan 328 hasta çalışmaya dahil edildi. Hasta görüntüleri bir ortopedist ve bir radyolog tarafından tekrar değerlendirildi. Hasta geçmişlerinden klinik tanıları ve poliklinik kayıtları incelendi. Poliklinik kayıtlarında AOFAS skorları olan hastalar belirlendi. En az bir bağ hasarı olan hastalar ile normal MR görüntüsü olan hastaların AOFAS skorları istatistiksel olarak karşılaştırıldı. ROC analizi kullanılarak AOFAS skoru için duyarlılık ve özgüllük değeri belirlendi.

Bulgular: Hastalar cinsiyetlerine göre incelendiğinde; %53'ünün kadın, %47'sinin erkek, yaş ortalamalarının 39,46 (SS: $\pm 14,434$) yıl ve AOFAS skorlarının 80,94 olduğu görüldü. MR incelemesi sonucunda ligaman hasarı saptanan hastalar

%21,3 (n=70), herhangi bir bağ hasarı saptanmayan hastalar %78,7 (n=258) oranında olduğu görüldü. Ligaman hasarı olan hastaların AOFAS skor ortalaması 76,64 patoloji saptanmayan hastaların AOFAS skor ortalaması 84,61 olarak hesaplandı. Bağ hasarı olan grup ile olmayan grup arasında AOFAS açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$). ROC analizinde MR istemi için AOFAS eşik değeri 80,5 olarak belirlendi (%84,3 sensitivite ve %72,3 spesifite). Belirlenen eşik değeri baz alındığında gereksiz MR çekilen 73 hasta elenmiş olacak böylece MR sayısında %42,6 oranında azalmış olacaktı. Bağ hasarı olan 70 hastanın 11'inde (%15,7) ise MR istenmemiş olacaktı.

Sonuç: Ligaman hasarı olan hastaların AOFAS skorları ligaman patolojisi saptanmayan hastalarinkinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktü. Kemik kırığının eşlik etmediği ayak bileği travmalarında MR çekimi için AOFAS skoru kullanılarak gereksiz MR çekilmesi önemli ölçüde engellenebilir.

Anahtar Kelimeler: Ayak bileği yaralanmaları, Lateral ayak bileği yaralanması, Sindesmoz yaralanması, Ayak bileği MR, AOFAS

Can AOFAS score prevent unnecessary MRI in isolated ankle ligament injuries?

ABSTRACT

Introduction and Objective: Ankle injuries are the most common musculoskeletal injuries. Its incidence is also high among sports injuries. Direct X-ray, ultrasound and MRI can be requested after the history and physical examination in the patient who presents with ankle ligament injury. Some classifications are used for requesting direct X-ray after ankle injury. Since clear limits are not specified in the literature for MRI, the rate of unnecessary MRI examinations is high. In our study, it was investigated whether there was a difference between the AOFAS scores of patients with ligament injury in ankle MRI scans and the AOFAS scores of patients with normal MRI results after ankle injury. We argue that the decision can be made according to the AOFAS score to be checked before MR is requested, and thus unnecessary MR requests can be reduced.

Material and Method: Ankle MRI images of patients over the age of 18 who underwent ankle MRI due to ankle trauma between January 2018 and December 2020 were scanned. Patients who were requested MRI due to fracture, previous operation history, infection and tumor were excluded from the study. 328 patients who met the criteria were included in the study. Patient images were re-evaluated by an orthopedist and a radiologist. Clinical diagnoses from patient histories and outpatient records were reviewed. Patients with AOFAS scores in their outpatient clinic records were identified. AOFAS scores of patients with at least one ligament injury and those with normal MR images were statistically compared. Sensitivity and specificity were determined for the AOFAS score using ROC analysis.

Results: When the patients were examined according to their gender; it was observed that 53% were female, 47% were male, their mean age was 39.46 (SD: $\pm 14,434$) years and their AOFAS score was 80.94. Patients with ligament damage as a result of MRI examination were 21.3% (n=70), and patients without any ligament damage were 78.7% (n=258). The mean AOFAS score of the patients with ligament damage was 76.64, and the mean AOFAS score of the patients without any pathology was found to

be 84.61. There was a statistically significant difference in terms of AOFAS between the group with ligament damage and the group without ligament damage ($p < 0.05$). In the ROC analysis, the AOFAS threshold value for MR request was determined as 80.5 (84.3% sensitivity and 72.3% specificity). Based on the determined threshold value, 73 patients who had unnecessary MRI would have been eliminated, thus reducing the number of MRIs by 42.6%. In 11 (15.7%) of 70 patients with ligament damage, the MR request would have been neglected.

Conclusion: The AOFAS scores of patients with ligament damage were statistically significantly lower than those of patients without ligament pathology. Unnecessary MRI can be significantly prevented by using the AOFAS score in ankle traumas without bone fractures.

Key Words: Ankle injuries, Lateral ankle sprain, Medial ankle injuries, Syndesmosis injuries, Ankle MRI, AOFAS

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	IIII
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
KISALTMALAR.....	XIIII
1 GİRİŞ ve AMAÇ	1
2 GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Ayak Bileği Anatomisi	3
2.1.1 Talokrural eklem.....	3
2.1.2 İnferior tibiofibular sindesmoz	4
2.1.3 Subtalar eklem	6
2.2 Ayak bileğindeki ligamentlerin stabilizasyonu.....	8
2.2.1 Ligament yapısı ve işlevi	8
2.2.2 Ayak bileği ligamentlerine genel bakış.....	13
2.2.3 Lateral kollateral ligament kompleksi	14
2.2.3.1 Lateral kollateral ligament kompleksine genel bakış	14
2.2.3.2 Anterior talofibüler ligament.....	15
2.2.3.3 Kalkaneofibüler ligament (KFL).....	20
2.2.3.4 Posterior talofibüler ligament (PTFL).....	22
2.2.4 Medial kollateral ligament kompleksi	23
2.2.5 İnferior tibiofibular sindesmozun ligamentleri	29
2.2.5.1 İnferior tibiofibular sindesmozun ligamentlerine genel bakış.....	29
2.2.5.2 Anterior inferior tibiofibular ligament (AITFL)	31
2.2.5.3 Posterior İnferior Tibiofibular Ligaman ve ITFS'nin diğer ligamentöz bileşenleri..	33
2.3 Ayak bileği ligament yaralanması	34
2.3.1 Ayak bileği ligament yaralanması prevalansı	34
2.3.2 Akut ayak bileği ligament hasarının şiddet ve derecesinin sınıflandırılması	37
2.3.3 Tek bir ayak bileği ligamentindeki yaralanmanın derecelendirilmesi	38
2.3.4 Akut ayak bileği burkulması sonrası klinik ve fiziksel testler	40
2.3.4.1 Ayak bileği burkulması sonrası klinik değerlendirme	40
2.3.4.2 Akut ayak bileği burkulması sonrası fiziksel manuel dinamik test	41
2.3.5 Ayak bileği ligament yaralanmasına yönelik bir tanı aracı olarak MRG.....	42
3 GEREÇ ve YÖNTEM.....	45
3.1 İstatistiksel Analiz	47

4 BULGULAR.....	48
5 TARTIŞMA	55
6 SONUÇLAR	62
7 KAYNAKLAR.....	63



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Akut ayak bileği burkulması sonrası ayak bileği ligamentinde yarananma şiddetinin derecelendirmesi	39
Tablo 2: Hastaların cinsiyetlerine göre dağılımları	48
Tablo 3: Hastaların yaş ve AOFAS skorlarına göre dağılımları	48
Tablo 4: Hastaların ligaman hasarına göre AOFAS ortalamaları.....	49
Tablo 5: Ligaman hasarlı hasta sayıları ve yüzdeleri.....	50
Tablo 6: Hasarlı ligamanların sayıları ve bu hastaların AOFAS skor ortalamalarının normal grup AOFAS skorlarıyla karşılaştırılması.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.0
Tablo 7: Ligaman hasarlarının LKL (düşük ayak bileği yarananması), MKL ve Sindesmoz (yüksek ayak bileği yarananması) hasarı şeklinde dağılımları ı	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.1
Tablo 8: Bağ hasarı olan grupların normal grup ile AOFAS skorunun istatistiksel olarak karşılaştırılması	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tablo 9: Ligaman hasarı saptanan hastaların AOFAS skor ROC analiz eğrisi	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.3
Tablo 10: Ligaman hasarı saptanan hastaların AOFAS skor ROC analiz tablosu.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.4
Tablo 11: Ülkelere göre 1 milyon kişi başına düşen MR cihazı sayısı	61Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tablo 12: Ülkelere göre bin kişiye düşen MR görüntüleme sayısı..	61Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Talokrural eklem. sağ ayak bileğinin antero-posterior (AP) radyografisi	3
Şekil 2: Talokrural eklemin hareketleri. Dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon.....	4
Şekil 3: İnferior tibiofibular sindesmoz (ITFS), Anterior inferior tibiofibular ligamenti (AITFL) ve posterior inferior tibiofibular ligamenti (PITFL) interosseöz ligament (IOL).....	5
Şekil 4: İnferior tibiofibular sindesmoz (ITFS) oluşturan ligamentler:	6
Şekil 5: Subtalar eklem hareketleri.....	7
Şekil 6: Lateral ve Medial kollateral ligamanları gösteren çizim	8
Şekil 7: Bir ligamentin yapısal hiyerarşisi.....	10
Şekil 8: Ekojenik epiligamenti (sarı oklarla gösterilen ligamentin parlak dış kenarı) gösteren anterior talofibüler ligamentinin (ATFL) sonografik görüntüleri.	12
Şekil 9: Ayak bileğine stabilite sağlayan üç ligament kompleksi: medial kollateral ligament (MKL) kompleksi, lateral kollateral ligament (LKL) kompleksi ve inferior tibiofibular sindesmoz (ITFS) ligamentleri.....	14
Şekil 10: Anterior talofibüler ligament (ATFL), kalkaneofibüler ligament (KFL) ve posterior talofibüler ligament (PTFL) dahil olmak üzere lateral kollateral ligament (LKL) kompleksinin ligamentleri. 15	
Şekil 11: A. Anterior talofibüler ligamentin (ATFL) sonografik uzun eksen görüntüsünü elde etmek için kullanılan transduser pozisyonu. B. Fibula ve talus arasında uzandığı görülen ATFL'nin (oklarla gösterilen) sonografik uzun eksen görüntüsü C ve D Sağlam Anterior Talofibular ligaman'a (ATFL) ait aksiyel ve coronal MR görüntüleri. E. hasarlı Anterior Talofibular ligaman'a (ATFL) ait aksiyel MR görüntüsü.	17
Şekil 12: Anterior talofibüler ligamentin (ATFL) çoklu bantlanması (çiftli konfigürasyon gösterilmiştir)	18
Şekil 13: Lateral talokalkaneal ligamentin kalkaneofibüler ligamente (KFL) göre pozisyonlarındaki farklılıklar. Bu diyagramda, KFL'nin önünde veya arkasında yer aldığı gösterilmiştir. Aynı zamanda KFL'nin devamı olarak da tarif edilir.....	21
Şekil 14: Fibula distal ucundan başlayan kalkaneofibular ligaman kalkaneusun posterioruna doğru uzanır. A Sağlam Kalkaneofibular ligamana (KFL) ait koronal MR görüntüsü. B Aynı hastaya ait aksiyel MR görüntüsü. C. Hasarlı kalkaneofibular ligamanın (KFL) coronal MR görüntüsü.	21
Şekil 15: A ve B Aynı hastaya ait sağlam Posterior Talofibular Ligaman'ın (PTFL) aksiyel ve coronal MR görüntüleri. C. Hasarlı Posterior Talofibular Ligaman'ın (PTFL) aksiyel MR görüntüsü	23
Şekil 16: Ayak bileğinin medial tarafındaki medial kollateral ligament (MKL) kompleksi. A. MKL'yi oluşturan çoklu bağların yüzey anatomisi (mavi ve kırmızı çizgiler, bağ kompleksini oluşturan çeşitli ligamentleri gösterir). B. MKL'nin delta şekli. C. MKL tibiadan navikülere, spring ligamente, kalkaneusa ve talusa kadar uzanır.	24

Şekil 17: Medial kollateral ligament (MKL) kompleksinin derin ve yüzeysel ligament katmanlarını ayak bileğinin medial yönü üzerinde gösteren ayak bileğinin koronal görüntüsü. Lateral kollateral ligament (LKL) kompleksinin kalkaneofibüler ligamenti (KFL) ayak bileğinin lateral tarafında gösterilmiştir.....	25
Şekil 18: Radyoloji literatüründe ele alınan medial kollateral ligament (MKL) kompleksinin altı ligamentini gösteren ayak bileği medial diyagramı:.....	27
Şekil 19: A. Sağlam deltoid ligamana (DL) ait coronal MR görüntüsü B. Hasarlı deltoid ligamanı (DL) gösteren coronal MR görüntüsü	28
Şekil 20: İnferior tibiofibular sindesmozuz (İTFS) ligamentöz bileşenleri koronal, eksenel ve sagittal diyagramlarda gösterilmiştir. Anterior inferior tibiofibular ligament (AİTFL), posterior inferior tibiofibular ligament (PİTFL), interosseöz ligament (İOL) ve inferior transvers ligament'ten (İTL) oluşur.....	31
Şekil 21: A ve B Sağlam Anterior İnferior Tibiofibular Ligaman'ın (AİTFL) aynı hastaya ait aksiyel ve koronal MR görüntüleri. C. Hasarlı Anterior İnferior Tibiofibular Ligaman'ı (AİTFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü.....	32
Şekil 22: A Sağlam Posterior İnferior Tibiofibular Ligaman'ı (PİTFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü. B. Sağlam Posterior İnferior Tibiofibular Ligaman'ı (PİTFL) gösteren koronal MR görüntüsü. C. Hasarlı Posterior İnferior Tibiofibular Ligaman'ı (PİTFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü.	34
Şekil 23: Sağlam bir ayak bileği ligamentinin (Derece 0) diyagramı ve görüntülemeye tespit edilebilen kısmi ligament rüptürü (Derece II) ve tam ligament rüptürü (Derece III) ile ilişkili makroskopik değişiklikler. Derece I yırtığı (gösterilmemiştir) makroskopik değişiklikler içermez ve yapısal değişiklikler şu anda tıbbi görüntüleme ile belirlenmemektedir.....	40
Şekil 24: A Sağlam Anterior Talofibular Ligaman (ATFL) ve Posterior Talofibular Ligaman'ı (PTFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü. B. Normalden daha kalın ve düzensiz görünen muhtemelen eski hasarlanmaya bağlı fibrozisle iyileşmiş Anterior Talofibular Ligaman'ı (ATFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü.	44
Şekil 25: Hastaların cinsiyetlerine göre dağılımları.....	48

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AP	Antero-posterior
AİTFL	Anterior inferior tibiofibular ligamenti
AOFAS	Amerikan Ortopedi Ayak ve Ayak Bileği Derneği Skarlama Sistemi
ATFL	Anterior talofibular ligament
BT	Bilgisayarlı Tomografi
DL	Deltoid Ligament
KFL	Kalkaneofibüler ligament
İOL	İnterosseöz ligament
İOM	İnterosseöz membran
İTFS	İnferior tibiofibular sindesmoz
İTL	İnferior transvers ligament
LKL	Lateral kollateral ligament
MKL	Medial kollateral ligament
MR	Manyetik Rezonans
MRI	Manyetik Rezonans
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
PİTFL	Posterior inferior tibiofibular ligamenti
PTFL	Posterior talofibular ligament

GİRİŞ ve AMAÇ

Ayak bileği burkulması; ayak bileği etrafındaki en az bir bağın gerilmesi, kısmen veya tamamen kopması olarak tanımlanmaktadır. Spor ilişkili yaralanmaların %25'ini oluşturmaktadır (1) . Ayak bileği travmaları ile oluşan izole bağ yaralanmaları sonrasında ayakta “Fonksiyonel instabilite” ve “Mekanik instabilite” olmak üzere iki farklı instabilite gelişebilmektedir (2) (3). Akut ayak bileği yaralanması sonrasında oluşan kronik ayak bileği instabilitesini tanımlamak güçtür. Delahunt ve ark. (4) tarafından yapılan bir meta analizde ayak bileği instabilitesi için literatürde bir konsensüs olmadığı vurgulanmış. Akut ayak bileği yaralanması sonrasında %72,6 hastada 6-18 ay sonrasında bile rezidüel semptomların kalabileceği belirtilmiş (5). Tropp ve ark. (6) tarafından fonksiyonel instabilite güvensizlik hissi ve tekrarlayan burkulmalar şeklinde tanımlanırken, mekanik instabilite normal ayak bileği hareket aralığını aşan eklem hareketi varlığı olarak tanımlandı. Fonksiyonel instabilitede ayakta anatomik yapılar sağlam olup bir süre sonra iyileşmektedir. Mekanik olarak instabil olan hastalarda ise ağrısı devam etmekte ve ayak bileği kullanımı kısıtlanmaktadır.

Lateral ayak bileği bağ yaralanmaları ‘Düşük ayak bileği burkulmaları’ olarak adlandırılır. Öykü ve fizik muayene sonrası kırık varlığı açısından direkt radyografi görüntülemesi yapılabilir. Bu hastaların büyük çoğunluğu için ek görüntüleme gerekmez ve çoğunlukla 2-3 hafta içinde uygun propriyosepsiyon egzersizleri ve dinamik splintleme ile iyileşmektedir. Yakınmaları devam eden hastalarda grade 3 bağ hasarı açısından MR çekilmesi ve cerrahi prosedürler gerektirebilir (7). Yüksek ayak bileği burkulmaları olarak sınıflandırılan sindesmoz bağ yaralanması giderek artan şekilde tanı almaktadır. Sporcularda meydana gelen yüksek ayak bileği burkulmalarında önemli zaman kayıplarına yol açabilmektedir. Uzun süreli ayak bileği disfonksiyonu ile ilişkilidir (8). Waterman ve ark. (9) tarafından yapılan bir çalışmada tüm ayak bileği yaralanmaları içinde sindesmoz bağ yaralanması olan hastaların oranı % 6,7 olarak saptanmış.

Ayak bileği yaralanmaları gibi sık görülen bir travma türüne yönelik x-ray görüntüleme ihtiyacı Ottawa veya Bernese ayak bileği kuralları kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Ayak bileği travmaları sonrası eşlik eden kemik kırığı olması durumunda tanı direkt grafi ile konulabilmektedir. İzole bağ hasarı olan hastalarda stres grafileleri de çekilebilmekte ve tanıya yardımcı olmaktadır. Ancak hastalarda ağrıyı tetiklemesi, erken dönemde eklem içinde oluşabilen hematoma ve ödem varlığı, teknik zorluklar ve anestezi ihtiyacı nedeniyle her zaman uygun görüntüler elde edilememektedir. Tekrarlayan çekimlerde maruz kalınan radyasyon dezavantajlarındanadır.

Çalışmamızda ayak bileği travması ile gelen hastalarda MR çekilenler tarandı. Bağ yaralanması olan hastalar ile herhangi bir bağ yaralanması saptanmayan hastaların AOFAS skorları karşılaştırılarak MR istenirken yol gösterici olup olamayacağı incelendi. Literatür incelendiğinde bu konuda yeterli bilgi olmadığı ve araştırmaların devam ettiği gözlemlenmiştir. Ülkemizde gereksiz MR istenmeleriyle ilgili çeşitli yayınlar mevcuttur. Çalışmamızda ayak bileği izole bağ hasarı olan hastalarda AOFAS skoru kullanılarak gereksiz MR istenmesinin önlenip önlenemeyeceğini araştırdık.

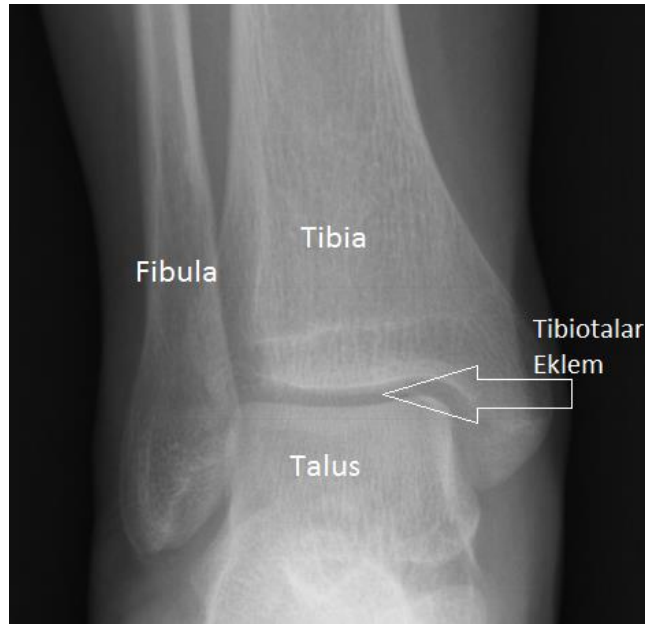
1 GENEL BİLGİLER

1.1 Ayak Bileği Anatomisi

Ayak bileği, çok yönlü hareketi sağlayan biyomekanik olarak karmaşık, poliartiküler bir eklemdir. Ayak bileği; talokrural eklem, inferior tibiofibular eklem ve subtalar eklem dâhil olduğu üç ana eklemden oluşur. Bu eklemler, akut burkulma sırasında yaralanabilen ayak bileği ligamentleri ile stabilize edilir. Ayak bileği ligamentlerinin anatomisi birçok çalışmanın konusu olmuştur. Anatomik tanımlardaki farklılıklar, görüntüleme ile yapılan tanılarda ciddi bir karışıklığa neden olmuştur. Bu tanımlardaki çelişkiler halen bir bilgi eksikliği olduğunu göstermektedir.

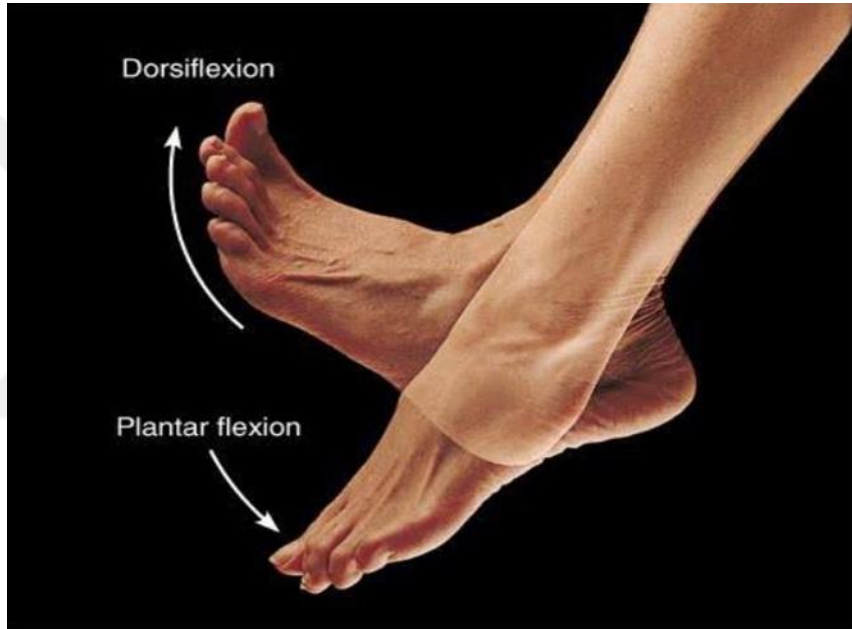
1.1.1 Talokrural eklem

Talokrural eklem menteşe tarzı bir eklem olarak işlev görmekte olup, aynı zamanda “ayak bileği eklemi” veya ‘zıvana eklemi’ olarak da isimlendirilebilir. Tibianın tibial plâfond, medial malleol, lateral malleol ve talusun troklear yüzeyi arasındaki sinoviyal bir eklemdir. Birim alan başına vücuttaki diğer eklemlerden daha çok yük taşır. Medial ve lateral malleoller; talusun medial ve laterale yer değiştirmesini engeller. (Şekil 1)



Şekil 1: Talokrural eklem. Sağ ayak bileğinin antero-posterior (AP) radyografisi

Tibial plafond talusun troklear (ya da üst) yüzeyi ile temas eder ve eklemin birincil eklem yüzeyi olarak fonksiyon görür. Talus herhangi bir tendinöz yapışma bölgesi içermemekle beraber pek çok ligamentin yapıştığı bir kemiktir. Eklem kemik yüzeyleri hiyalin kıkırdak ile kaplıdır. Talokrural eklem anterior ve posterior fibröz bir kapsül ile sarılmıştır. Kollateral ligamentler, medial kollateral ligament (MKL) kompleksi ve lateral kollateral ligament (LKL) kompleksi ile medial ve lateral olarak desteklenir. Talokrural eklem, sagittal düzlemde ayağın dorsifleksiyon ve plantar fleksiyonuna izin verirken bir yandan da sırasıyla az bir eversiyon ve inversiyona izin verir.(Şekil 2).



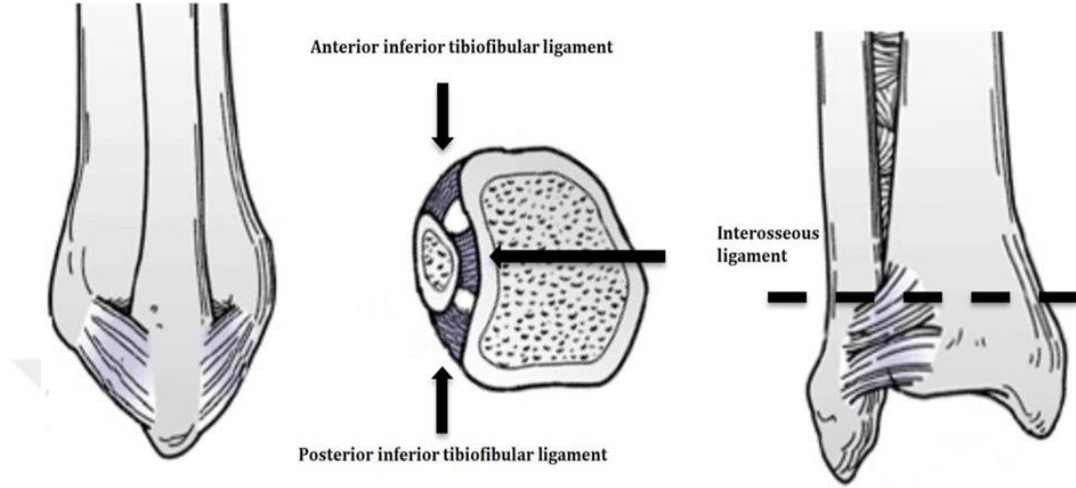
Şekil 2: Talokrural eklemin hareketleri. Dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon.

(Kaynak: <https://slidetodoc.com/unit-2-basics-of-human-anatomy-and-physiology-2/>)

1.1.2 İnferior tibiofibular sindesmoz

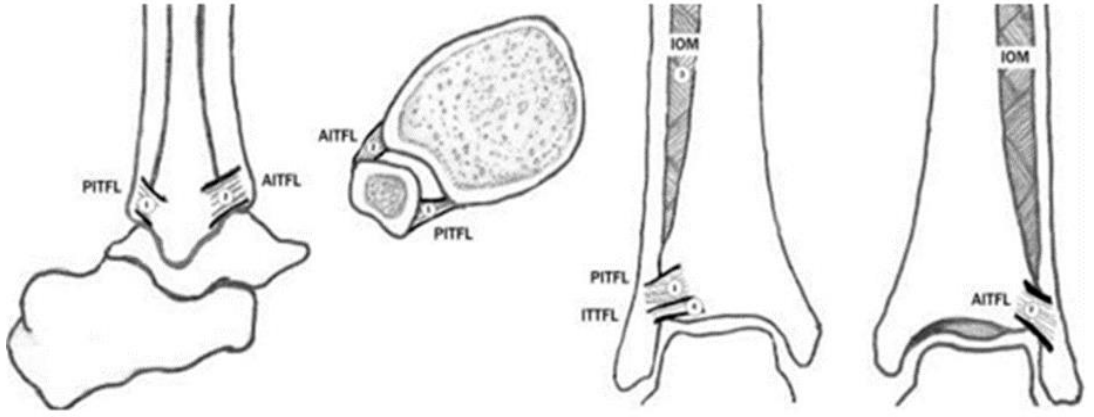
İnferior tibiofibular sindesmoz (ITFS), distal tibia ve fibula arasındaki inferior eklem olup, aynı zamanda “distal tibiofibular sindesmoz” ya da “ayak bileği sindesmozu” olarak da isimlendirilir (Şekil 3). Sindesmoz, iki bitişik kemiği kuvvetli bir zar ya da ligamentlerle birbirine bağlayan fibröz bir eklemdir. Kullanılan distal ya da inferior terimi, diz seviyesinde superior ya da proksimal tibiofibular sendromun varlığına bağlı olarak göreceli bir terimdir. Distal tibia ve fibula, ayak bileği ekleminin

normal hareketine müsaade eden ligamentlerle sıkı şekilde bağlıdır. Ayak bileğinin sindesmotik eklemi, tibia ve fibula'nın talusun üst eklem yüzeyindeki değişken genişliğe uyum sağlamasına imkan tanır (10).



Şekil 3: İnferior tibiofibular sindesmoz (ITFS), Anterior inferior tibiofibular ligamenti (AITFL) ve posterior inferior tibiofibular ligamenti (PITFL) interosseöz ligament (IOL). (Kaynak: <https://hamishcurry.com.au/ankle-syndesmosis-injuries>)

ITFS'lerin ligamentleri değişken olarak raporlanmıştır. Bunların içinde; anterior inferior tibiofibular ligament (AITFL), posterior inferior tibiofibular ligament (PITFL), interosseöz membran (IOM), interosseöz ligament (IOL) ve inferior transvers ligament (ITL) bulunur (Şekil 4). Bu sindesmoz ile ilişkili ligament anatomisine dair bir konsensüs olmaması, akut ayak bileği burkulmasına ilişkin görüntüleme bulgularında karışıklığa neden olmaktadır.

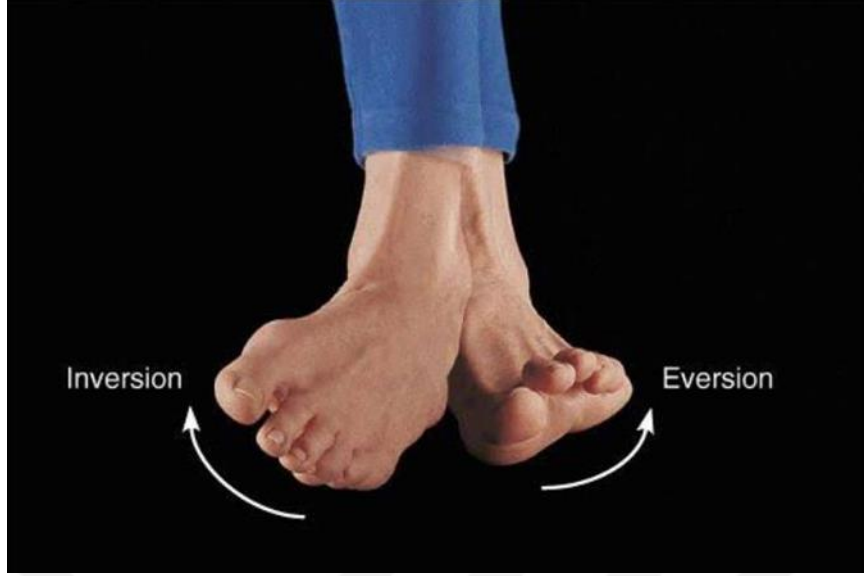


Şekil 4: İnferior tibiofibular sindesmozu (ITFS) oluşturan ligamentler: 1-Posterior inferior tibiofibular (PITFL), 2-Anterior inferior tibiofibular ligament (AITFL), 3- İnterosseöz membran (IOM), 4- İnferior transvers ligament (ITL)

(kaynak: <https://www.researchgate.net/figure/Inferior-Tibiofibular-Ligaments>)

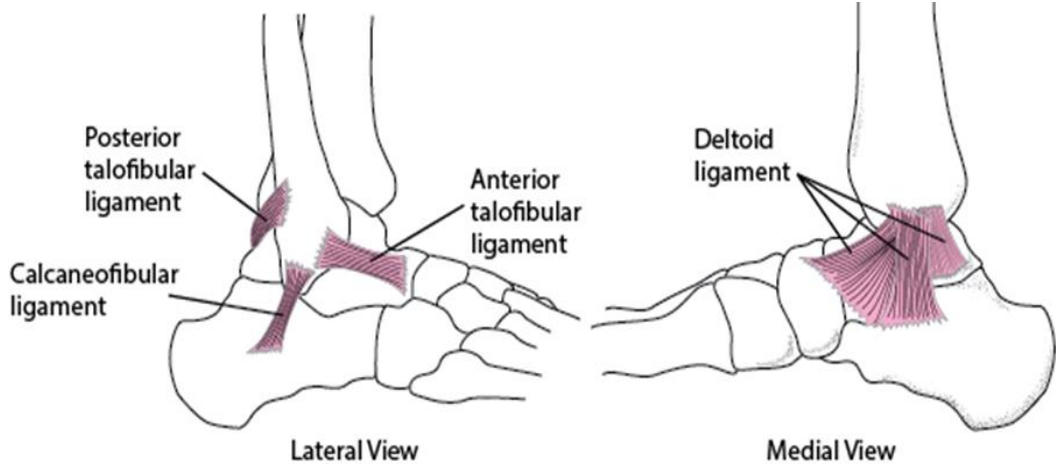
1.1.3 Subtalar eklem

Subtalar eklem, talusun alt yüzeyi ve kalkaneus üst yüzeyi arasındaki talokalkaneal eklem olarak adlandırılan eklemdir (11; 12). Esas olarak eversiyon ve inversiyon hareketleri olmak üzere sınırlı derecede talusun anterior ve posterior çevrimine olanak sağlar. Subtalar eklem; anterior, orta ve posterior olmak üzere üç faset ekleminde oluşur (13; 14). Anterior ve orta talokalkaneal eklemler bitişikken, talokalkaneal eklem tarsal kanal tarafından ayrılır. Tarsal kanal, kalkaneus ve talus arasında, posterior talokalkaneal eklemin önünde yer alan bir boşluktur (15; 16; 17; 18). Tarsal sinüs ise posterior talokalkaneal eklemin arkasında huni şeklinde bir alan olup, daha büyüktür (14). Ligament bileşenleri de dahil olmak üzere tarsal kanal ve tarsal sinüs içeriğine ilişkin bildirimlerde farklılıklar vardır (15; 18; 19).



Şekil 5: Subtalar eklem hareketleri (Kaynak: <https://slidetodoc.com/unit-2-basics-of-human-anatomy-and-physiology-2/>)

Ligamentlerle beraber retinakulum da subtalar eklemnin stabilizasyonuna yardımcı olur. Bu ligamentler arasında lateral, posterior, medial, interosseöz, talokalkaneal ligamentler ve servikal ligament yer alır (13; 20). Fonksiyonel bir yürüyüş için talokrural ve subtalar eklemlerin kohezyon fonksiyonu yanı sıra yeterli ligament desteği de gereklidir (21; 22; 23) (Şekil 6). Bu nedenle, ligamentler ve retinakulum dizisi de dahil olmak üzere talokrural ve subtalar eklemlerin destekleyici yapılarından herhangi birinin travmatik yaralanması veya disfonksiyonu ayak bileği stabilitesinde, hareketlilik ve günlük fonksiyon üzerinde önemli bir uzun vadeli etkiye sahip olabilir (21; 22; 24; 25; 26; 27)



Şekil 6: Lateral ve Medial kollateral ligamanları gösteren çizim (Kaynak: <http://www.orthopaedicexcellence.in/treatment-detail/ankle-sprain>)

Subtalar eklemin stabilizasyonunda görevli ligamentlerin detaylı anatomisi ile bildirilen işlevleri ve görünümlerinde farklılıklar vardır (14; 27; 28; 29; 30). Bu durum, subtalar eklem kompleksindeki ligament yaralanmalarının tanı ve tedavisi konusunda bir fikir birliği olmamasına yol açmıştır (14; 24; 30; 31). Subtalar ligament kompleksinin lateral talokalkaneal ligamenti, lateral kollateral ligament kompleksinin bir bileşeni olan kalkaneofibüler ligament ile karıştırılır (30; 32; 33). Bir burkulma sonrasında yaralanmanın tespit edilebilmesi ve bildirilebilmesi için subtalar kompleks ligamentlerin ayrıntılı anatomisinin bilinmesi gerekmektedir. Bu ligamentlerin görüntülenmesi ve akut burkulma sırasında diğer ligamentlerle eşzamanlı yaralanmaları ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

1.2 Ayak bileğindeki ligamentlerin stabilizasyonu

1.2.1 Ligament yapısı ve işlevi

Ayak bileği anatomisini tartışmadan önce, ayrı bir iskelet ligamenti yapısı ve işlevine vurgu yaparak, yara almış ve almamış ayak bileği ligament görüntülerini değerlendirmek önemlidir. Tendon ve ligamentler, anatomik konumları farklılık gösteren düzenli, yoğun bağ dokularına birer örnektir (34). Ligamentler tipik olarak kemiği kemiğe bağlarken, tendonlar bir kas veya kas grubunu kemiğe bağlar (35). Bu

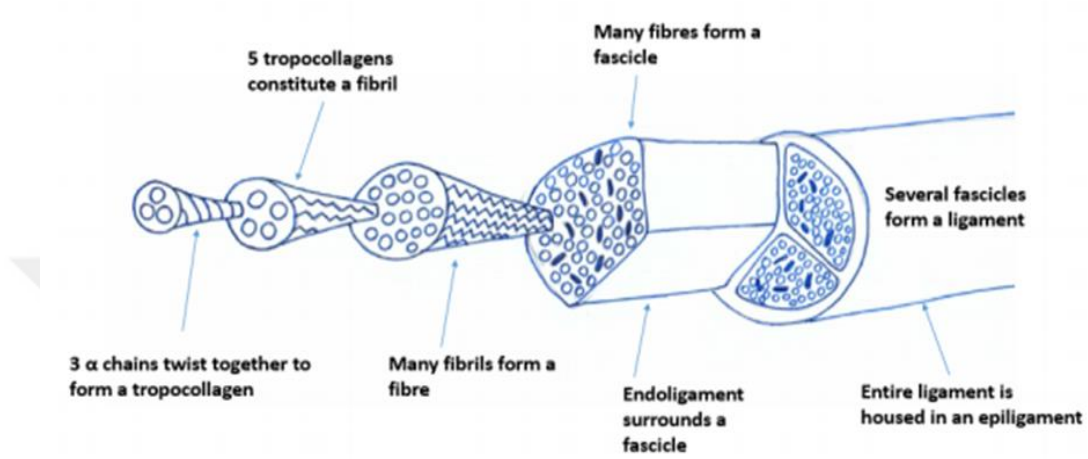
kuralın istisnası olan ve spring ligamente bağlanan ayak bileğinin medial kollateral ligament kompleksinin tibiospring ligamenti gibi kemikten ligamente uzanan bazı iskelet ligamentleri de mevcuttur (36; 37). Ligamentleri bir ekleme göre olan konumlarına göre tanımlayarak, eklem içi veya eklem dışı olarak sınıflandırmak mümkündür (35; 38). Ligament mikro yapısı ile ilgili araştırmaların çoğu, eklem içi bir ligament olan dizdeki anterior çapraz ligamentte (ACL) yapılmıştır (39; 40; 41; 42).

Ligamentler eklem hareketini kısıtlama ve bağladıkları eklemleri stabilize etme işlevi görür ve ligamentlerde bulunan mekanoreseptörler ve serbest sinir uçları eklem propriyosepsiyonuna yardımcı olur (43; 44). Ayak bileği ligamentlerinden bazısı, birlikte tek bir ligament oluşturan ayrı ligament bantları içerdiklerinden dolayı çok bantlı olarak adlandırılır (36). Bu farklı ayak bileği ligament bantlarından bazısının, fleksiyon ve ekstansiyon gibi eklem hareketlerinde farklı gerilmeler sağlamak gibi farklı işlevleri olabileceği öne sürülmektedir (44).

Tendonlar, ligamentler, yağ dokusu, kemik, kırık ve intervertebral diskler, diğer çeşitli fizyolojik rollerle birlikte yapısal bütünlük sağlamada rol oynayan bağ dokularına birer örnektir (45). Ligamentler esas olarak hücresel bileşenlerden ve hücre dışı bir matristen oluşur (46). Hücresel bileşenler esas olarak fibroblastlardan oluşur (44; 47). Fibroblastlar hücre dışı matris üretiminden sorumludur (44). Hücre dışı matris, hücrelere ve ligamentlere biyokimyasal ve yapısal destek sağlayan ve su, protein ve polisakkaritlerin bir kombinasyonunu denebilecek ve hücrelerden salgılanan moleküllerden oluşmuş bir bileşiktir (48).

Kollajen ve elastin, matrisin mekanik özelliklerini ve ligamentin yapısını ve işlevini belirleyen hücre dışı matristeki proteinin lif açısından yoğun bileşenleridir (45). Kollajen, proteoglikan, elastin, glikoproteinler ve geri kalanını oluşturan diğer proteinlerle birlikte ligamentlerin kuru ağırlığının %70 ila %75'ini oluşturur (48; 47). Tip I kollajen, ligament içindeki toplam kollajen miktarının yaklaşık %85'ini oluştururken, geri kalanı ağırlıkça tip III, VI, V, XI ve XIV kollajenlerden oluşmaktadır (46; 49).

Ligament ve tendonların her ikisi de düşük vaskülariteye (44) ve selülariteye sahiptir (50). Bununla birlikte, ligamentler daha düşük bir kollajen yüzdesi ile daha yüksek proteoglikan ve su yüzdesine sahip olup, organize kollajen lifleri daha azdır ve daha yuvarlak fibroblastlara sahiptir (51). Bir ligamentin hiyerarşik lifli yapısı Şekil 7'de görülebilir.



Şekil 7: Bir ligamentin yapısal hiyerarşisi. Bir fibril beş tropokollajenden oluşur, birçok fibril birleşerek bir lifi meydana getirir ve birçok lif de bir demet meydana getirir. Bir endoligament fasikülü çevreler. Bir ligament de birkaç demetten meydana gelir. Ligament bir epiligament ile çevrilidir (52) .

Esas olarak ligament içindeki lifleri oluşturan kollajen, üç alfa peptidinin birlikte bükülerek tropokollajen olarak adlandırıldığı benzersiz bir üçlü sarmal yapı oluşturan ve alfa (α) zincirleri olarak adlandırılan üç polipeptit zincirinden oluşur (53; 54). Beş tropokollajen molekülü, çapraz çizgili kollajen bir fibril oluşturmak üzere kademeli bir düzende yan yana sıkışır (47; 55; 56). Bu fibrillere ayrıca mikrofibril de denir ve lifleri oluşturmak üzere fibriller arası matris içinde düzenli bir şekilde yer alırlar (50; 57). Lifler ışık mikroskobu altında görülebilmektedir ve birçok lif bir araya gelerek bir demet meydana getirir (44; 58). Tendonlarda, kollajen fibriller birbirine ve tendonun uzun eksenine paralel olarak hizalıdır, ligamentlerde ise fibriller ligamentin uzun eksenine ve birbirine paralel olarak hizalı olmakla birlikte, eğik ve spiral düzende de görülebilmektedir (35; 59).

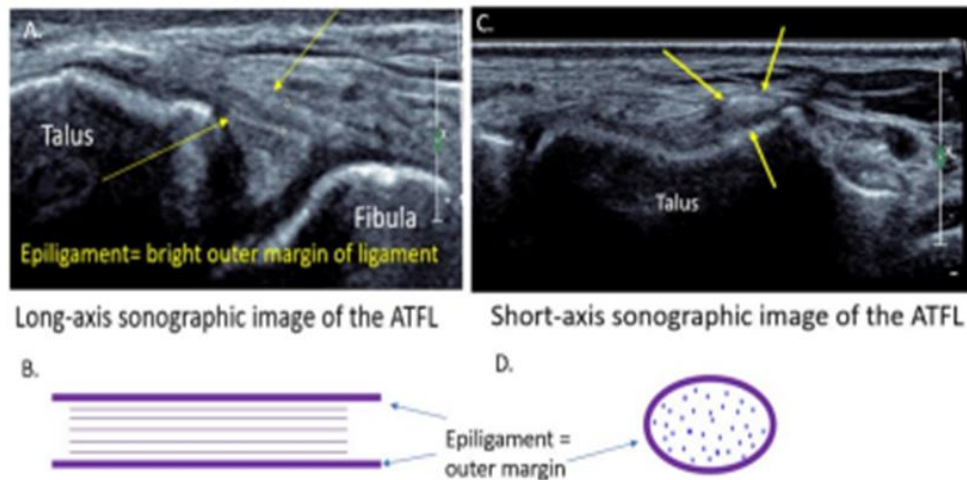
Ligamentler ayarca tendonlara kıyasla daha fazla temel maddeye sahiptir (39). Temel madde, lifler ve hücreler arasındaki boşluğu dolduran hücre dışı matrise ait amorf jelatinimsi bir maddedir (45; 47). Proteoglikan oluşturmak üzere birbirine bağlanan ve glikozaminoglikan olarak adlandırılan moleküllerden oluşur (45). Tavşan çalışmalarında, ligamentlerde tendonlardan daha yüksek seviyelerde glikozaminoglikan bulunduğu gösterilmiştir (60).

Ligament fibrilleri ve lifleri, polarize ışık mikroskobu altında dalgalı bir yapı olarak görülebilen kollajen kıvrım paterni olarak adlandırılan dalga benzeri bir desene sahiptir (47; 50; 57; 61; 62). Endoligament adı verilen ince bir gevşek bağ dokusu bandı ise demeti sarar (57; 63). Ardından, demetler bir araya gelir ve ligamentin tümü daha sonra epiligament adı verilen bir bağ dokusu kılıfı ile sarılır (47; 56).

Epiligamentin işlevi iyi bilinmemektedir. Ligamentin zarfı olarak kabul edilir ve sadece bazı ligamentlerde bulunur (64; 65). Tendonların (51) epitenonuna benzemekte olup (51), daha önce paraligamentöz membran olarak adlandırılmıştır (66). Duyusal ve propriyoseptif sinirlerden meydana gelir, daha büyük bir yüzdesi bağın kemiğe bağlandığı yerlere daha yakındır (64). Ligamentler gerildiğinde, propriyoseptif sinirler eklem çevresindeki kas kasılmasını aktive eden nörolojik geri besleme sinyallerini başlatır ve vücudun eklemi korumasına ve stabilize etmesine olanak tanır (47). Yüzey epiligamentöz dokusu, aynı zamanda, damarların rastgele yönlerde vasküler pleksuslar oluşturduğu saptanan ve ligamenti besleyen kan damarlarının çoğunu da içerir (44). Daha derin ligament dokusu daha az damarlı olup, damarlar ligamentin uzun eksenine paraleldir ve ligament içindeki kollajen demetlerine paralel yöndedir (67). Tavşan modellerinde yapılan çalışmalarda, ligamentlerin vasküler yapısını ve fibroblastlarının nöral regülasyonunun gebelik sırasında değiştiği gösterilmiştir (68); ayrıca, gebelik sırasında diz medial kollateral ligamanının gevşekliğinde bir değişiklik meydana geldiği de gösterilmiştir (69). Birçok doku ve organ sisteminin yaşa bağlı nöroregülasyon kaybı gösterilmiş olmakla birlikte yaşlanmanın, özellikle ligament kalınlığı üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar sayıca azdır.

Kollajen fibriller, lifler ve demetler iskelete ve iskeletten kuvvet transferine izin verir (51). Ayrıca, çeşitli hareketlere izin verecek şekilde kendilerine uygulanan yükleri dinamik olarak dağıtırlar (54). Ligamentlerin kemiğe bağlandığı noktada değişik hücre şekilleri ve lif yönelimleri gösterilmiştir (44). Ligamentler kemiklere iki ayrı şekilde bağlanır; dolaylı (fibröz) bağlanma ve doğrudan (fibrokartilaginöz) bağlanma (44). Bu bağlanma yeri, “osteoligamentöz birleşme yeri” veya “entezis” olarak adlandırılabilir (70). Lifli, dolaylı entez, periosteuma yüzeysel liflerin bağlanmasını ve Sharpey lifleri adı verilen kollajen liflerinin delinmesi yoluyla derin liflerin doğrudan kemiğe bağlanmasını kapsar (71). Fibrokartilaginöz entezler ise, fibröz ligament dokusundan bir geçiş görevi gören bir fibrokartilaj tabaka yoluyla kemiğe bağlanır (70). Fibröz entezler, en yaygın ligamentöz entez şekli olmasına rağmen, literatürde fibrokartilaginöz entezlere kıyasla nispeten az çalışılmıştır. Bunun sebebi, omuzda rotator manşet tendonları gibi fibrokartilaginöz tendondan kemiğe yapılan eklemelerde aşırı yüklenme nedeniyle tendon yaralanmalarının daha yaygın olması olabilir (71).

Kollajen yapısıyla bir ligamentin sonografik görünümü arasındaki ilişkileri araştıran çalışmalar nadirdir. Elde edilen bir ligamentin sonografik görüntüsünü açıklamak amacıyla ligament yapısına dair mevcut bilgiler üzerinden çıkarımlarda bulunulur (72; 73). Epiligament, sonografik olarak, ligamentlerin sonografik uzun eksenli görüntülerinden anlaşılabilir olan ayak bileği ligamentlerinin parlak (ekojenik) sınırı olarak tanımlanır (65) (Şekil).



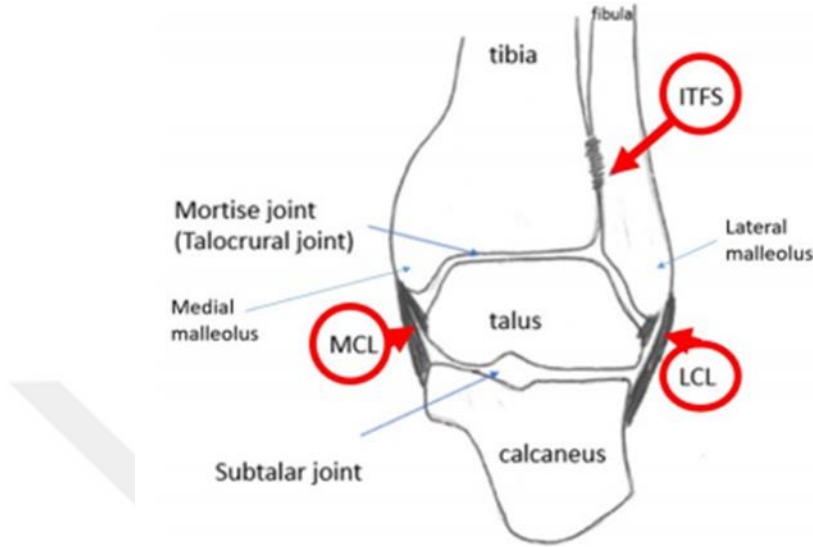
Şekil 8: A. ATFL'nin uzun eksenli sonografik görüntüsü; B. ATFL'nin dış epiligament ve iç liflerle birlikte uzun eksen üzerindeki çizimi. C. ATFL'nin kısa eksenli sonografik görüntüsü. D. Enine kesitte epiligamenti ve iç lifleri ile birlikte ligamenti gösteren, ATFL'nin kısa eksenindeki çizimi (20).

Uzun ekseninde normal, yaralanmamış bir ligament sonografik olarak görüntülendiği zaman, ince, sıkı fibrillerden örülü, fibriler ekotekstür olarak adlandırılan ve fibriler bir deseni andıran doğrusal yansımalarından oluşmuş gibi görünür (73). Ligamentin lifleri, ligamentin içindeki çok sayıda parlak (hiperekoik) ve koyu (hipoekoik) çizgilerle çevrelenir ve bunlar, ultrason ışınına dik olarak görüntülendiğinde sonografik olarak en iyi şekilde görüntülenebilmektedir (73). Bir ligament kısa ekseninde sonografik olarak görüntülendiğinde, ligamentin ekotekstürü doğrusal fibriler yankılardan oluşmak yerine parlak kesikli kümelenmiş noktalardan oluştuğu görülür (72; 73). Her ne kadar ligament kollajen lifleri ve demetleri uzun eksenli ve kısa eksenli sonografik görüntülemeye görülebilse de, kıvrım paterni sadece mikroskopi ile fark edilebilir. Ligamentler, pasif stabilizasyon sağlayarak geçtikleri eklemlerin aşırı hareketini önler ve eklemleri normal bir hareket aralığında tutar (74). Bir ligamentin bağladığı eklem hareketinin yönü, eklem hareket ettikçe ligament içindeki hangi liflerin devreye gireceğini belirler (74). Ligamentler genellikle gerilebilir nitelikte kabul edilmese de, belirgin bir hasar belirtisi olmaksızın orijinal uzunluklarının yaklaşık %6'sı kadar uzama ve kasılma kabiliyetine sahiptirler (70). Ligamentler, gerilme gevşemesi (sabit deformasyon altında zamanla gerilimin azalması), sünme (sabit yük altında zamanla deformasyonun artması), histerezis (enerji dağılımı) ve gerilme-gerinme (yüklenme-uzama) gibi biyomekanik özelliklere sahiptir (44).

1.2.2 Ayak bileği ligamentlerine genel bakış

Ayak bileğine stabilite sağlayan ligament komplekslerinin parçalanması ile ilgili yayınlanmış anatomik çalışmalarla görüntüleme çalışmaları arasında bir uzlaşım mevcuttur. Bu kompleksler medial ve lateral kollateral ligament kompleksleri ve inferior tibiofibular sindesmoz ligamentlerini içerir (75; 76; 77; 78) (Şekil 9). Bununla

birlikte, bu kompleksleri oluşturan her bir ligamentin ayrıntılı anatomik tanımını arasında hâlâ farklılıklar mevcuttur (75; 52; 79; 80).

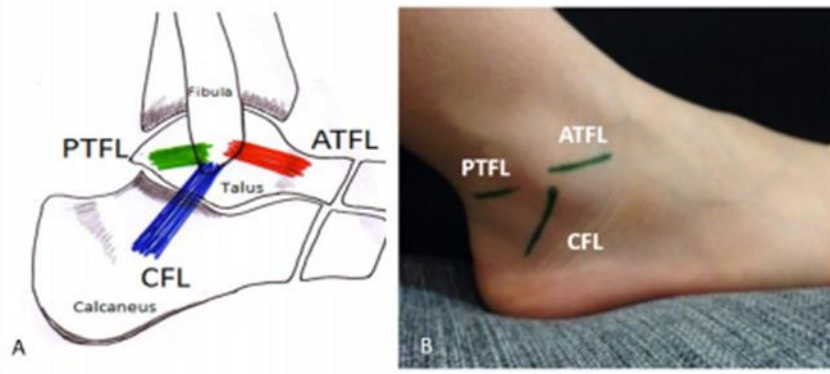


Şekil 9: Ayak bileğine stabilite sağlayan üç ligament kompleksi: medial kollateral ligament (MKL) kompleksi, lateral kollateral ligament (LKL) kompleksi ve inferior tibiofibular sindesmoz (ITFS) ligamentleri (20).

1.2.3 Lateral kollateral ligament kompleksi

1.2.3.1 Lateral kollateral ligament kompleksine genel bakış

Ayak bileğinin lateral tarafında yer alan lateral kollateral ligament (LKL) kompleksi, distal fibulayı talus ve kalkaneusa bağlar. Üç ligamentten meydana gelir: anterior talofibüler ligament (ATFL), kalkaneofibüler ligament (KFL) ve posterior talofibüler ligament (PTFL) (81; 82; 83; 84; 85). ATFL ve PTFL, talokrural eklemin talofibüler kısmını bağlarken, KFL, hem talokrural eklemin talofibüler kısmını hem de subtalar eklemi bağlar (86) (Şekil 10). LKL'nin üç ligamentinin her biri, ayağın konumuna bağlı olarak primer stabilize edici bir rol üstlenir (21; 87). Ayak plantar esnetildiğinde, ATFL gerilir, tersine, ayak dorsifleksiyon yapıldığındaysa, KFL ve PTFL gerilir (21; 88).



Şekil 10: Anterior talofibüler ligament (ATFL), kalkaneofibüler ligament (KFL) ve posterior talofibüler ligament (PTFL) dahil olmak üzere lateral kollateral ligament (LKL) kompleksinin ligamentleri (20).

Ayak bileği burkulmalarının %85 kadarında ayak bileğinin lateral ligamentlerinin yaralanması söz konusudur (89; 90; 91). Bu nedenle, bu ligament kompleksinin anatomisine, ayak bileğinin diğer ligamentöz komplekslerine kıyasla literatürde daha fazla durulmuştur. Bir ayak bileği burkulması sırasında yaralanan LKL kompleksinin ligamentlerinin bir kombinasyonunu içeren yaralanma insidansı raporlanmasındaki farklılıklar söz konusu olup, bu durum yaralanmaların bildirildiği ve teşhis edildiği yöntem farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir. Mekanik testlere göre, ATFL en zayıf ayak bileği ligamentidir (92; 93; 94) ve bu nedenle yaralanmaya en yatkın ligamenttir (95). İzole ATFL yırtıkları en yaygın olanı olup, yaralanma insidansı %22 ile %73 arasında değişmektedir (92; 90; 94; 96). Bunu, ayak bileği burkulmalarının %12 ila %41'inde meydana geldiği bildirilen eşzamanlı ATFL ve KFL yaralanmaları izler. PTFL nadiren hasar görür ve ayak bileği burkulmalarının sadece %5'inde görülür (89; 93; 97). Proksimal ve distal bağlanma bölgelerinin (162) ayrıntılı açıklamaları, bileşen bantlarının sayısı ve her bir ligamentin boyutları (81; 86; 82; 32; 75) da dahil olmak üzere, her bir LKL ligamentinin kesin anatomik tanımında halen farklılıklar mevcuttur (81; 86; 98).

1.2.3.2 Anterior talofibüler ligament

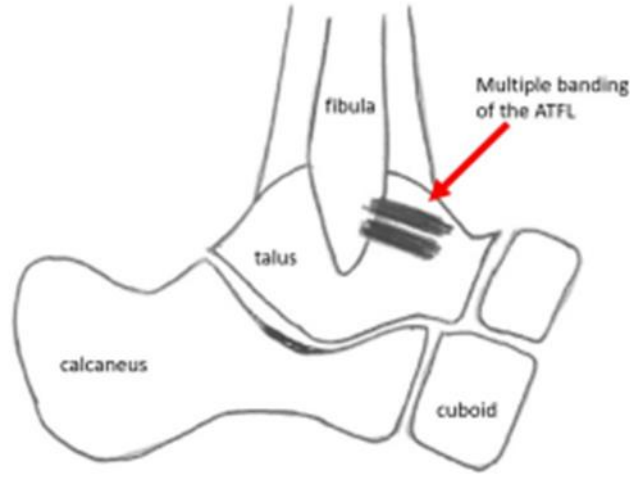
ATFL, fibuladan talusa uzanan düz, dörtgen şekilli bir ligamenttir (13; 99; 92; 100; 101). Ayak istirahat halindeyken, ATFL yatay yöndedir (82) ve ayak plantar

esnetildiğinde, bacağın uzun eksenine paralel hale gelir ve MKL kompleksi ile birlikte ayak bileğinin kollateral bir ligamenti olarak hareket etmesine olanak tanır (102). ATFL'nin birincil işlevi talusu stabilize etmek ve talusun fibulaya göre anterior yer değiştirmesini önlemektir (102). Aynı zamanda, ayak bileği yaralanmalarının en yaygın mekanizması olan inversiyona denk gelen plantar fleksiyon ve inversiyon hareketini sınırlar (81). Sonuç olarak, ATFL, ayak bileği burkulması sırasında ayağın ortak konumu olan plantar fleksiyon ve inversiyon durumda olacağından savunmasız hale gelerek yaralanmaya karşı en duyarlı konumda bulunur (103). Ayak bileği eklemi içinde talus öne doğru geldiğinde genellikle tek başına hasar görür (104). ATFL'nin ayrıntılı yapısının ve bağlantı noktalarının netleştirilmesi, görüntüleme yoluyla yaralanmanın doğru teşhisine ve cerrahi tedaviye olanak tanımak amacıyla önemlidir (81). Anatomik büyüklük, şekil ve boyutların ayrıntılı tariflerinde halen farklılıklar mevcuttur (81; 82; 105; 106; 107). ATFL'nin proksimal bağlantısı, distal fibula'nın alt, ön sınırında, uçtan 10-14 mm uzakta, lateral malleolün hiyalin kıkırdağına lateral olacak şekilde tanımlanır (13; 98; 107). Hareket düzlemi boyunca, ATFL talokrural eklem kapsülünün lifleri ile birlikte bir intra-kapsüler ligament olarak kabul edilir (98). ATFL'nin talus üzerine farklı şekillerde tarif edilmekte olup, subtalar eklemin proksimali olan talar boyun ve talus gövdesi arasındaki bir noktaya tekabül ettiği kabul edilir (98; 107).



Şekil 11: A. Anterior talofibüler ligamentin (ATFL) sonografik uzun eksen görüntüsünü elde etmek için kullanılan transduser pozisyonu. B. Fibula ve talus arasında uzandığı görülen ATFL'nin (oklarla gösterilen) sonografik uzun eksen görüntüsü. C ve D Sağlam Anterior Talofibular ligaman'a (ATFL) ait aksiyel ve koronal MR görüntüleri. E. hasarlı Anterior Talofibular ligaman'a (ATFL) ait aksiyel MR görüntüsü (20)

ATFL, çok bantlı bir morfolojiye sahip olarak kabul edilir ve ayrıca karışıklığa neden olabilen multifasiküle bir ligament (60) olarak da adlandırılır. ATFL bantlarının tek, çift (bifürkat) veya üçlü (trifürkat) konfigürasyonları farklı şekillerde rapor edilmiştir (13; 81; 86; 82; 98; 105; 108; 109; 110; 111). Birden fazla ATFL bantı mevcut olduğunda, ilave bantlar diğer bantlardan daha üstte veya daha altta yer alır (84) (Şekil 12).



Şekil 12: Anterior talofibüler ligamentin (ATFL) çoklu bantlanması (çiftli konfigürasyon gösterilmiştir) (20).

ATFL bantları, fibüler (peroneal) arterin anterior dalı da dahil olmak üzere damarların nüfuz etmesine izin veren bir yağ aralığı ile ayrılır (82). Çok sayıda çalışmada kadavra örneklerinden ATFL bantlarının sayısı araştırılmıştır. Daha yeni çalışmalarda, en yaygın konfigürasyon olarak iki ATFL bandı, ardından bir sonraki en yaygın konfigürasyon olarak da tek bir ATFL bandı bildirilmiştir. ATFL bantlarının sayısını araştıran görüntüleme çalışmaları sınırlı olmakla beraber, 3D MR görüntüleme kullanıldığında en yaygın ATFL konfigürasyonu olarak iki bant bildirilmiştir. (112). Bununla birlikte, kadavra örneklerinde ATFL tarafından sağlanan genel stabilitenin mevcut bant sayısına bakılmaksızın büyük ölçüde değişmediği gösterilmiştir (86; 98).

Kadavra çalışmaları arasında ATFL'nin morfometrik analizi farklı farklı bildirilmiştir. Uzunluk ve genişlik ATFL yaralanmasının cerrahi tedavisi açısından önemli olduğundan dolayı ATFL uzunluk ve genişlik boyutları çalışılmış ve kalınlığa kıyasla daha yaygın olarak rapor edilmiştir (110). Kadavra çalışmalarında kalınlık (derinlik) ölçümlerine kıyasla uzunluk ve genişlik boyutlarının ölçülmesi de daha kolaydır, çünkü ligament daha derin dokulardan gerilerek uzandığı için doğrudan derinlik ölçümlerinde ligamentte bir miktar bozulma meydana gelebilir (32; 107; 113; 114). ATFL'nin uzunluğu, 10.39 mm ile 22.37 mm arasında değişken olarak rapor

edilmiş olup (81; 86; 32; 105; 108; 109), uzunluk farklılıkları, uzunluk ve ayak büyüklüğündeki farka, aynı zamanda ayak pozisyonuna da atfedilir (115).

Ayak ve ayak bileği pozisyonu, ATFL uzunluk ölçümlerindeki çalışmalar arasında farklılığa neden olabilir, çünkü ATFL, ayak maksimum plantar fleksiyonda daha uzun ve maksimum dorsifleksiyonda daha kısa olacaktır (95). Milner ve Soames (86) ve Siegler (109) tarafından nötr pozisyonda ölçülen ayağa kıyasla, en uzun ATFL ölçümleri, plantar fleksiyondaki ayak ile Burks ve Morgan tarafından rapor edilmiştir (108; 109). Ayağın supinasyonu da ATFL'yi uzatabilirken, pronasyon ATFL'yi kısaltabilir (95). Ek olarak, ligamentlerin uzandığı tespit edilen ölçüm noktalarındaki farklılıklar da ölçümlerdeki farklılığa katkıda bulunan çalışma metodolojileri arasındadır (32; 109). Aynı uzuv içinde iki ATFL bandı tespit edildiğinde, bantların uzunluğunda bir fark tespit edilmiş ve üst bandın daha uzun olduğu görülmüştür (32). Üst bandın eklem stabilitesinin korunmasında daha büyük bir rol oynayabileceği öne sürülmüştür (32; 107; 114).

ATFL'nin genişliği kısa eksenli bir ölçüdür ve genellikle entezler arasındaki orta noktada bağın üstten alt yönüne doğru ölçülür ve 3.80 mm ila 11.00 mm arasında değiştiği bildirilmiştir (86; 82; 105; 108). ATFL'nin uzunluğunda olduğu gibi, ayağın pronasyonu veya supinasyonu, kullanılan ölçüm aletinin türü de ATFL'nin genişlik ölçümlerini etkileyebilir. Manuel kumpas kullanımına bağlı olabilecek diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, Milner ve Soames (86) ve Taser ve ark. (81) tarafından daha büyük bir ATFL genişliği bildirilmiştir. Edama ve ark. (116) ATFL bantlarının genişliğinde anlamlı bir fark olduğunu göstermiş olup, aynı uzuvdaki ATFL bantlarının genişliğinin raporlanmasında da farklılıklar söz konusudur. Bu bulgular, aynı ekstremitede ATFL bantlarının genişliğinde anlamlı bir fark olmadığını bildiren, ancak daha küçük bir örneklem büyüklüğü kullanan Yıldız ve Yalçın'ın bulgularıyla (32) çelişmektedir.

Uzunluk ve genişlikten ziyade, ayak bileği ligament kalınlığı görüntüleme açısından önemlidir, çünkü görüntülemede belirlenen boyutu yaralanma ile değişebilmektedir (117). Görüntüleme kullanılarak yaralanmamış ve yaralı uzuvlar arasındaki ayak bileği ligamentlerinin uzunluk ve genişlik ölçümlerindeki farklılıkları

bildiren çalışmalar, ayak bileği ligamentlerinin genişlik ve uzunlukları rutin olarak sonografik veya MR görüntülemede değerlendirilmediğinden dolayı eksik çalışmalardır (118; 119).

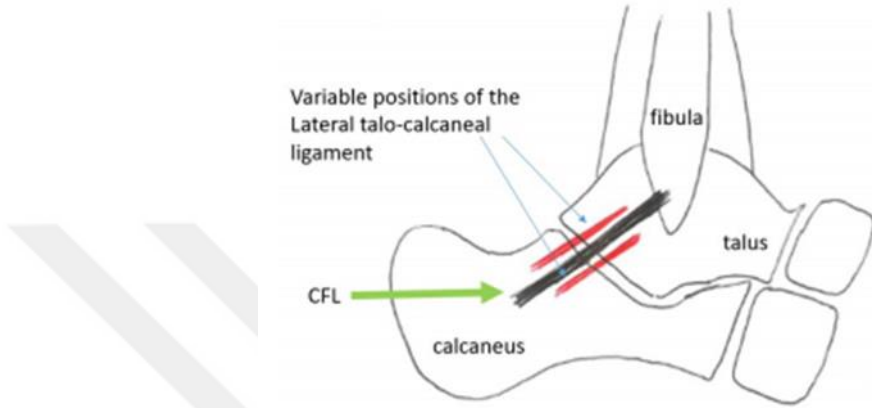
1.2.3.3 Kalkaneofibüler ligament (KFL)

KFL, fibuladan kalkaneusa uzanır (21; 81) ve hem talokrural eklemin hem de subtalar eklemin talofibüler kısmını kapsar (21; 95; 110). Bu eklemlerin her ikisinin de hareketleriyle gerilebilmektedir (95). Aynı zamanda, her iki eklemin de inversiyon ve rotasyonel gerilmelere karşı stabilitesini sağlar ve kalkaneusun fibulaya göre inversiyonunu engeller (46, 180). Plantar fleksiyon sırasında KFL daha az gerilir (75; 120) ve ayak kademeli olarak dorsifleksiyon yapıldığında KFL daha gergin hale gelir ve inversiyonun kısıtlanmasında daha büyük bir rol oynar (21; 121). İnversiyon yaralanmaları sırasında, inversiyonun birincil stabilizatörü olduğu için ATFL genellikle LKL kompleksinin yırtılan ilk ligamentidir (122). Bununla birlikte, şiddetli inversiyon kuvveti, yanal eklem boşluğunun daha da genişlemesine neden olarak KFL'de bir yırtılmaya yol açabilir (123). Eşzamanlı ATFL ve KFL yırtıklarının akut ayak bileği burkulmalarında %20 (102; 124) ile %41 (97; 125) arasında değiştiği bildirilmektedir KFL'nin tek başına yırtılması nadirdir (94; 125).

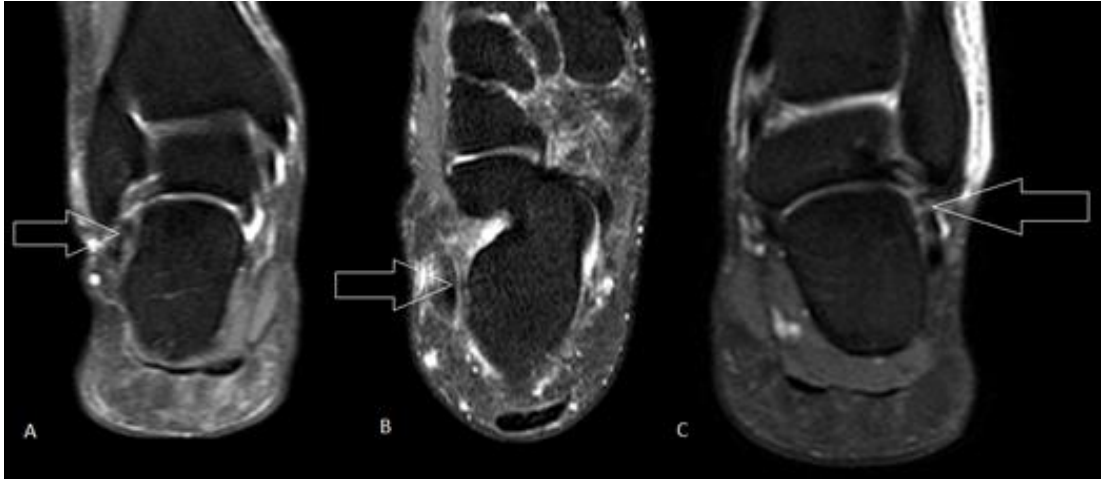
KFL'nin anatomisi, özellikle büyüklüğü, şekli, oryantasyonu, ekleri, kapsüler ilişkisi ve ayrıca bant konfigürasyonu açısından ATFL'ye kıyasla daha farklı şekillerde tanımlanmıştır (110; 114; 120; 126). Sağlam, kordon benzeri bir yapı veya düz, yayılan bir yapı olarak tanımlanmıştır (84; 98). İnrakapsler olan ATFL ve PTFL'nin aksine, KFL ayak bileğinin fibröz kapsülünden ayrılır ve ekstrakapslerdir (78). Bununla birlikte, ATFL'nin lifleriyle i içe geçtiği tespit edilmiştir (32; 120). Hemen hemen KFL'nin tümü yüzeysel olarak peroneal tendon kılıfı ile kaplıdır ve ligamentin sadece yaklaşık 1 cm'si açıktadır (84). KFL yırtıldığında, sıvı ligament boyunca uzanarak peroneal tendon kılıfını doldurabilir (72) ve bu sonografik ve MR görüntülemede saptanabilir.

KFL, KFL'ye paralel uzanan subtalar eklem kompleksinin bir ligamenti olan lateral talokalkaneal ligamente çok yakındır (75). Bu iki bağın yakınlığı, görüntülemede karışıklığa neden olarak lateral talokalkaneal ligamentin KFL ile

karıştırılmasına yol açabilir (72). Karışıklık, lateral talokalkaneal ligamentin göreceli anatomisinin farklı farklı tanımlanarak (38; 127) KFL'nin devamında veya KFL'ye anterior veya posterior (127) yer aldığı şeklindeki tarifler nedeniyle ortaya çıkabilir (14) (Şekil 13) Lateral talokalkaneal ligamentin KFL'ye göre rolünü, varlığını ve konumunu doğrulayan çalışmalar yetersizdir (52).



Şekil 13: Lateral talokalkaneal ligamentin kalkaneofibüler ligamente (KFL) göre pozisyonlarındaki farklılıklar. Bu diyagramda, KFL'nin önünde veya arkasında yer aldığı gösterilmiştir. Aynı zamanda KFL'nin devamı olarak da tarif edilir (52).



Şekil 14: Fibula distal ucundan başlayan kalkaneofibular ligaman kalkaneusun posterioruna doğru uzanır. A Sağlam Kalkaneofibular ligamana (KFL) ait koronal MR

görüntüsü. B Aynı hastaya ait aksiyel MR görüntüsü. C. Hasarlı kalkaneofibular ligamanın (KFL) coronal MR görüntüsü

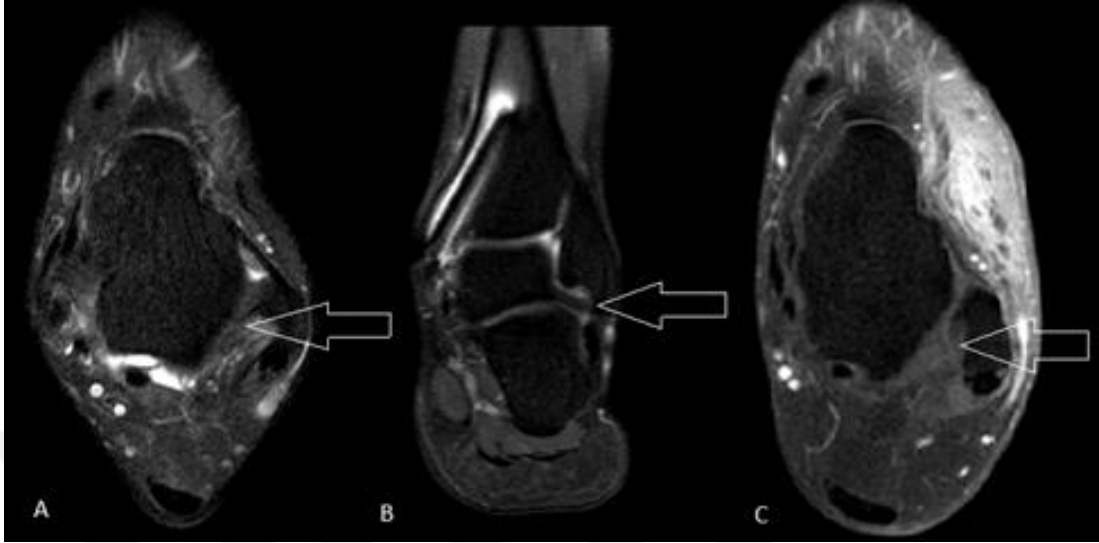
KFL'nin yalnızca şekli ve yönü farklı farklı rapor edilmekle kalmamış, aynı zamanda KFL'nin çoklu bantlarının varlığı da farklı farklı rapor edilmiştir; çoğu çalışma KFL'yi tek bantlı bir morfolojiye sahip olarak tanımlamaktadır (120; 126; 128; 129). Bir, iki veya üç KFL bandının tanımlandığı tek bir kadavra çalışmasında (n=72) KFL'nin çok bantlı morfolojisi tanımlanmıştır (120). Bir bantlı durum en sık görülen durumdur (52 olgu, %72) ve sırasıyla olguların %24'ünde ve %4'ünde iki ve üç bant saptanmıştır (120).

Görüntüleme ve kadavra çalışmaları ile KFL'nin uzunluk (17.53 mm - 35.80 mm) ve genişlik (4.42 mm - 5.50 mm) ölçüleri değişken olarak raporlanmış (108; 109; 120; 126). ATFL uzunluk ölçülerinde olduğu gibi, Milner ve Soames'in (86) ve Yıldız ve Yalçın'ın (32) KFL uzunluğuna dair doğrudan ölçümleri diğer doğrudan ölçümlerden daha kısadır. Bu durum, ölçüm sırasında ayak pozisyonuna ve kullanılan ligamentin farklı uç noktalarına bağlı olabilir.

1.2.3.4 Posterior talofibüler ligament (PTFL)

PTFL, ATFL'nin posterior trapezoidal karşılığı olup, ayak bileğinin posterior yönü boyunca hemen hemen yatay bir düzlemde yer alır (81; 130). İntrakapsüler olmakla birlikte ekstra-sinovyaldir ve LKL kompleksinin en güçlü ve en derin ligamenti olarak kabul edilir (81; 131). Talokrural eklemi posterior subtalar eklemden ayırır ve her iki eklem kapsülünün içine oturur (86). Lateral malleolün distalinden inferomedial olarak uzanarak talusun posterior yönüne bağlanır (81). PTFL plantar fleksiyonda gevşerken, dorsifleksiyonda gerilir (75). PTFL'nin birincil işlevi, talusun posterior yer değiştirmesine karşı koymaktır (132). Geleneksel fleksiyon inversiyon burkulmalarında nadiren etkilenir (21; 102). Bununla birlikte, şiddetli ayak bileği burkulmalarında ATFL ve KFL ile birlikte PTFL de eşzamanlı olarak yaralanabilir, ancak bu durum inversiyon yaralanmalarının sadece %5'inde görülür (78; 97). PTFL yırtılmaları da ayak bileği ekleminde ciddi bir çıkık durumu ile ilişkilendirilmiştir (133)

ATFL ve KFL'ye kıyasla PTFL'nin, daha derinde yer alan konumu nedeniyle sonografik olarak görüntülenmesi de daha zordur (134).

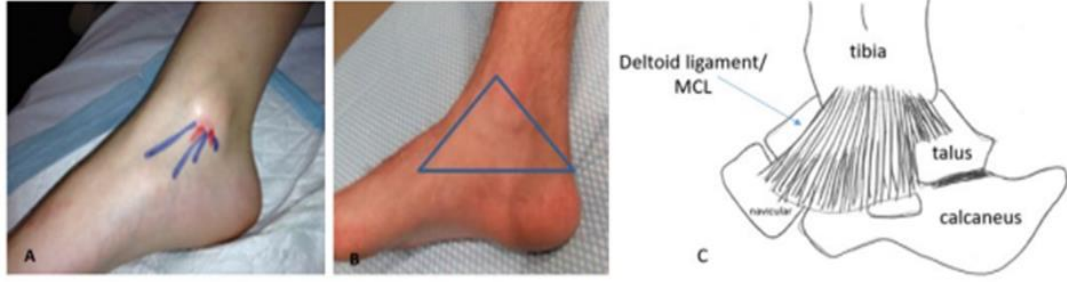


Şekil 15: A ve B Aynı hastaya ait sağlam Posterior Talofibular Ligaman'ın (PTFL) aksiyel ve coronal MR görüntüleri. C. Hasarlı Posterior Talofibular Ligaman'ın (PTFL) aksiyel MR görüntüsü

LKL kompleksinin diğer ligamentleri ile birlikte PTFL'nin de çok bantlı bir morfolojiye sahip olduğu tespit edilmiştir (135). Muhtemelen nadiren yaralandığı için bu ligamentin boyutlarını araştıran az sayıda çalışma vardır (130; 136).

1.2.4 Medial kollateral ligament kompleksi

Ayak bileğinin MKL kompleksi, ayak bileğinin medial tarafında güçlü, çok katmanlı, çok ligamentli bir komplekstir (84). Medial malleolden birden fazla ligament yoluyla, naviküler, talus, spring ligament kompleksi ve kalkaneus dahil olmak üzere çeşitli distal bağlanma bölgelerine (137) yerleşecek şekilde uzanır (Şekil 16) Tibialis posterior ve fleksör digitorum longus tendon kılıflarının derinliklerinde yer alır (138) ve tibiadan üçgen şeklinde dışarı çıkar. Şekli nedeniyle 'deltoid ligament' adını almış olmakla birlikte, ayak bileğinin medial ligament kompleksi veya medial ligament olarak da adlandırılır (75).



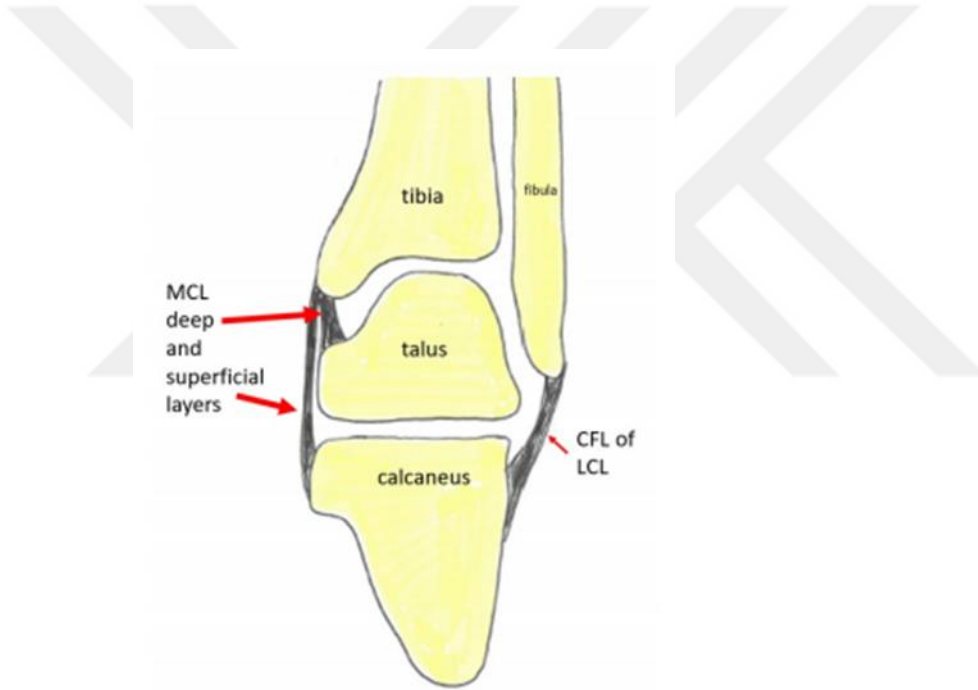
Şekil 16: Ayak bileğinin medial tarafındaki medial kollateral ligament (MKL) kompleksi. A. MKL'yi oluşturan çoklu bağların yüzey anatomisi (mavi ve kırmızı çizgiler, bağ kompleksini oluşturan çeşitli ligamentleri gösterir). B. MKL'nin delta şekli. C. MKL tibiadan navikülere, spring ligamente, kalkaneusa ve talusa kadar uzanır (20).

MKL kompleksi, talusun translasyonunu, talokrural eklemden talar abduksiyon ve adduksiyonu ve arka ayak eversiyonunu sınırlama işlevi görmektedir (139; 140; 141; 142; 143; 144; 145; 146). Bu nedenle, ayak bileğinin medial tarafını hem anterior hem de posterior olarak stabilize etmekten sorumludur (137; 147; 148; 149). Yakın zamana kadar akut MKL yaralanmalarının nadir olduğu ve eversiyon yaralanmaları ile ilişkili olduğu düşünülmekte ve ayak bileği burkulmalarının %1 ila %8'i arasında tahmini bir prevalansla gerçekleştiği bildirilmiştir (150). Günümüzdeyse, MKL kompleksini oluşturan ligamentlerin, bir inversiyon yaralanması sırasında akut olarak yırtılabileceği ve tek tek ilgili ligamentlerin etkilenebileceği anlaşılmıştır (146; 151).

MKL kompleksinin ligamentleri, diğer ayak bileği ligamentleri ve ayak bileği kırıkları ile birlikte, genel popülasyondaki ayak bileği burkulmalarının %44 kadarında eşzamanlı olarak yaralanabilmektedir (147; 152; 153). Askeri bir popülasyonda, akut ayak bileği burkulmalarının %54 kadarında MKL kompleksi ligamentlerinde yaralanma olduğu görüntüleme yoluyla tespit edilmiştir (97; 154). MKL kompleksi yaralanması riskinin, lateral ligamentlerin yaralanma şiddeti ile paralel olarak arttığı gösterilmiştir (155). Ayrıca, MKL kompleksi ligament yaralanmaları diğer ayak bileği ligament yaralanmaları ile birlikte meydana geldiğinde, iyileşme süresinin uzamasının yanı sıra uzun süreli sakatlık prevalansının artması ile ilişkilendirilmiştir (156; 157). MKL kompleksinin ligamentlerinde tek veya tekrarlanan yaralanma atakları

instabiliteye veya ayak bileği sıkışma sendromlarına neden olabilir (146; 150). Bu nedenle, akut ayak bileği burkulmasının ardından MKL kompleksi yaralanmalarının erken teşhisi ve yönetimi, ayak bileği rehabilitasyonunda uzun vadeli sonuçları iyileştirebilir.

Literatürde LKL kompleksi (140; 158; 159; 160; 161) ile karşılaştırıldığında, MKL kompleksinin anatomisi olasılıkla MKL kompleksi üzerinde yapılan daha az cerrahi tedavi nedeniyle, daha az dikkat çekmiştir. MKL kompleksini oluşturan ligamentler tartışmalı olsa da, araştırmaların çoğunda iki ligament tabakası tanımlanmıştır; bunlar birbirinden ince bir yağ dokusuyla ayrılmış derin ve yüzeysel olmak üzere iki tabaka şeklindedir (158; 159; 162; 163; 164) (Şekil 17).



Şekil 17: Medial kollateral ligament (MKL) kompleksinin derin ve yüzeysel ligament katmanlarını ayak bileğinin medial yönü üzerinde gösteren ayak bileğinin koronal görüntüsü. Lateral kollateral ligament (LKL) kompleksinin kalkaneofibüler ligamenti (KFL) ayak bileğinin lateral tarafında gösterilmiştir (20).

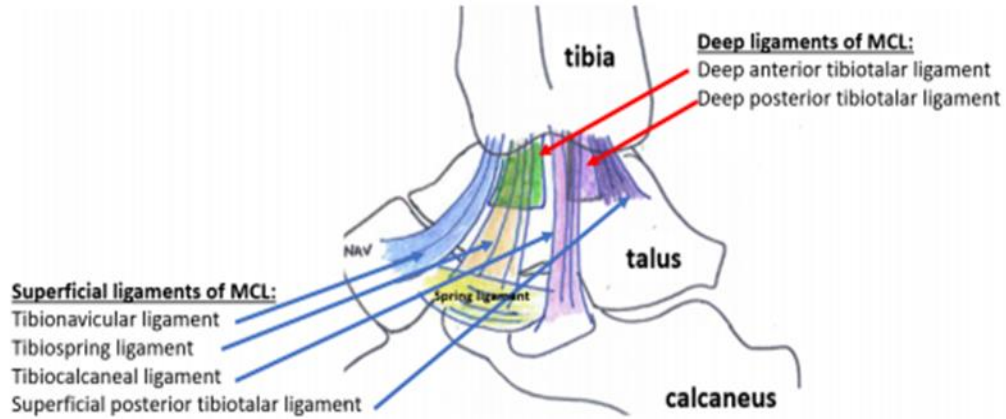
MKL kompleksinin yüzeysel tabakası hem talokrural hem de subtalar eklemi bağlarken, derin tabaka sadece talokrural eklemi bağlar (165). Derin ve yüzeysel MKL kompleks tabakalarındaki yaralanmalar hem MR hem de ultrason görüntülemeye ayrı

ayrı kategorize edilebilir (166). MKL kompleksinin, yüzeysel ve derin katmanlarını oluşturan çok sayıda ligament konfigürasyonu bildirilmiştir (159; 167). Beş ila sekiz MKL kompleks ligament bildirilmiştir (150; 158; 159; 160).

Kadavra diseksiyonlarında MKL kompleksinin ligamentlerinin ayrılması, bağların içiçe geçmiş yapısından dolayı zor olduğu tespit edilmiştir (159). Bununla birlikte, tek tek ligamentlerin ayrı distal ekleme noktaları ile farklı yönlerde sahip olduğundan MKL kompleksinin ligamentleri görüntülemeyle saptanabilir (168; 169). Kadavra çalışmalarında MKL kompleksini oluşturan ligamentlerinin bildirilen prevalansında tutarsızlık söz konusudur (150; 158; 159; 160; 161; 162).

MKL kompleksi oluşturan ligamentlere dair raporlama tutarsızlıklarının yanı sıra boyutu, bağlantı noktaları ve uzamsal ilişkilerinin bildirilmesinde de farklılıklar vardır (150; 158; 159; 160; 161; 162). Bu farklılıklar, anatomik varyasyona ve diseksiyonda tanımlama farklılıklarına yol açabilecek gözlemciler arası farklılığa bağlı olabilir (146). Ek olarak, MKL kompleksinin ligamentöz bileşenlerinde daha önceden meydana gelen yırtılmalar yüzünden görsel incelemede ligamentler ayırt edilemez hale gelmiş olabilir. Bununla birlikte, MKL kompleksini içeren tek tek ligamentlerin raporlanmasındaki farklılıklar karışıklığa neden olabilir. Burkulma sonrası ayak bileği ligamentöz yaralanma derecesini görüntülerken rapor ederken, yaralı kısımları tedavi ederken ve cerrahi olarak yeniden yapılandırırken önce MKL kompleksinin ligamentlerinin ve boyutlarının değerlendirilmesi önemlidir (146; 158; 170; 171).

Radyoloji literatüründe (72; 73) MKL kompleksinin en yaygın kabul gören anatomik tanımı, Milner ve Soames'in altı ayrı ligament tanımladığı (86) ilk çalışmalarına dayanmaktadır ve Şekil 18'de kısaca verilmiştir. Milner ve Soames tarafından tanımlanan MKL kompleksinin ligamentleri, daha sonra sağlıklı ayak bileklerinde görüntüleme çalışmaları ile de teyit edilmiş olup derin anterior ve posterior tibiotalar olmak üzere iki derin ve dört yüzeysel ligamentten oluşur: tibionavicular, tibiospring, tibiocalcaneal (TCL) ve yüzeysel posterior tibiotalar ligament (158; 161).



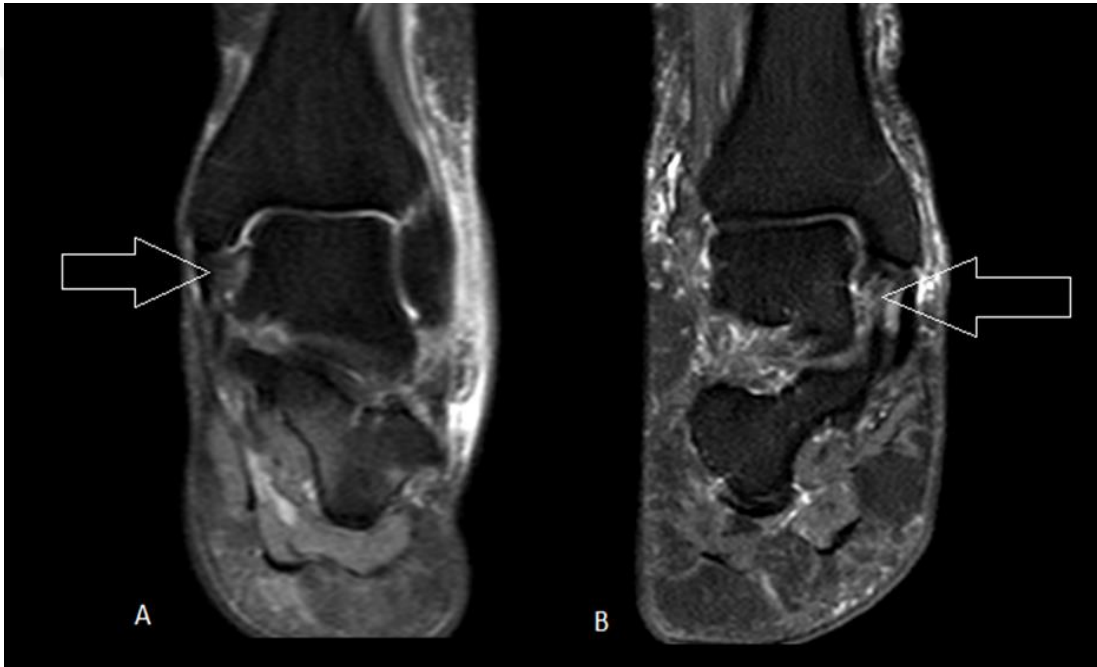
Şekil 18: Radyoloji literatüründe ele alınan medial kollateral ligament (MKL) kompleksinin altı ligamentini gösteren ayak bileği medial diyagramı: Oklar ile gösterildiği şekliyle 4 yüzeysel ligament (tibionavicular, tibiospring, tibiocalcaneal ve yüzeysel posterior tibiotalar ligament) ve 2 derin ligament (derin anterior ve posterior tibiotalar ligament) (20).

MKL kompleksinin yüzeysel ligamentlerinin, ayak bileğinin rotasyonel stabilitesinin sağlanmasına, talus ve medial malleolün hizalanmasına ve valgus gerilimine direnmeye yardımcı olduğu düşünülmektedir (147; 172). Medial malleolden başlayarak naviküler kemiğe (tibionaviküler ligament), spring ligament kompleksine (tibiospring ligament), kalkaneusa (tibiokalkaneal ligament) ve posterior talusa (yüzeysel posterior tibiotalar ligament) yayılır (72).

MRG çalışmalarında dört yüzeysel ligamentin sınırı açıkça belirlenmiştir (134; 137). Bununla birlikte, MKL kompleksinin tüm yüzeysel ligamentlerinin sonografik tanımlanmasına dair güvenilirlik çalışmaları sınırlıdır.

Genellikle görüntüleme ile saptanan MKL kompleksinin en ön, yüzeysel bileşeni tibionaviküler ligamenttir (159; 160; 166) (Şekil 20). Medial malleolün ön sınırından uzanarak, distal olarak naviküler kemiğin dorsomedial kısmına bağlanır (150). MKL kompleksinin en uzun ligamenti olup, posterior tibial tendonun derinliklerine yerleşir (158; 161).

MKL kompleksinin tibiospring ligamenti, tibionaviküler ligamentin arkasında bulunur (134). Kemikten kemiğe uzanan MKL kompleksini içeren diğer ligamentlerin aksine, bu ligament kemikten ligament kompleksine uzanır; medial malleolden spring ligament kompleksinin süperomedial kısmına kadar uzanmaktadır (159; 162). Tibiospring ligamenti bazı anatomistler tarafından tibionaviküler ligamentin iki parçasından biri olarak kabul edilir, burada iki bileşen iç içe geçer ve spring ligament kompleksi üzerine birleşik bir ekleme oluşturur (160; 161). Bu tanım, kadavra disseksiyonlarındaki görünümüne bakarak geliştirilmiştir, ancak MR veya sonografik görüntülemeye gösterilmiş değildir (173).



Şekil 19: A. Sağlam deltooid ligamana (DL) ait koronal MR görüntüsü B. Hasarlı deltooid ligamanı (DL) gösteren koronal MR görüntüsü

Yüzeysel MKL'nin tibiokalkaneal ligamenti (TCL) tibiospring ligamentinin hemen arkasında yer alır (147; 167). Her ne kadar bazı kadavra çalışmalarında yeri farklı bildirilmiş olsa da, yeri ve bağlantı noktaları MR ve sonografik görüntülemelerle tutarlı bir şekilde tanımlanmıştır (150; 159). Medial malleolün anterior kollikulusundan çıkarak, dikey olarak iner ve kalkaneusun sustentakulum talisinin medial sınırına uzanır (159) (Şekil 22). TCL'nin, MKL kompleksinin tibionaviküler

ligamentin ardından tam bir yırtılma meydana gelebilen ikinci ligamenti olduğu bildirilmektedir (152). Ayrıca, biyomekanik olarak, TCL supinasyona karşı özel bir stabilizasyon etkisi gösterir ve lateral ligament yaralanmaları ile birlikte yaralandığı belirlenmiştir (174).

1.2.5 İnförör tibiofibular sindesmozun ligamentleri

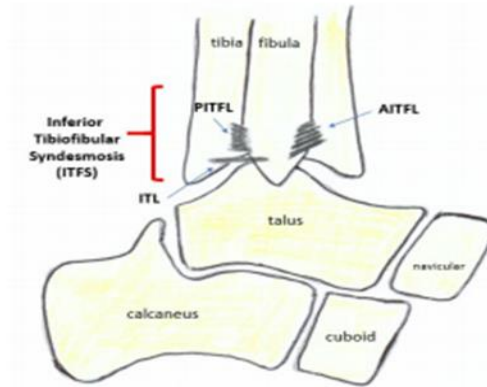
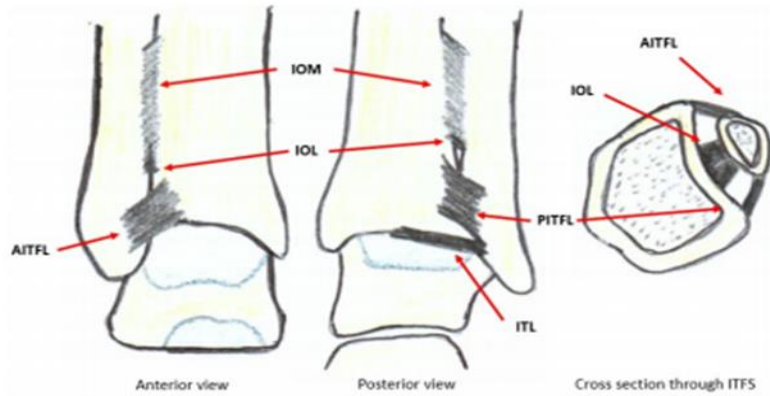
1.2.5.1 İnförör tibiofibular sindesmozun ligamentlerine genel bakış

Tibia ve fibula distal epifizleri, inferior tibiofibular sindesmozlarını (ITFS) oluşturmak üzere ligamentlere sıkıca bağlanır (75). ITFS ile ilişkili ligamentler, distal tibia ile fibula arasında stabiliteyi sağlar. (175). Normal yürüyüş esnasında, ligamentler distal tibia ve fibula arasındaki eklem boşluğunun sadece 1 mm genişlemesini sağlar (75; 164). Genellikle 'yüksek ayak bileği burkulması' veya 'sindezmotik ayak bileği burkulması' olarak adlandırılan ITFS burkulmaları, genellikle ayak bileği haricen döndürüldüğünde, ayak dorsifleksiyon ve pronasyon pozisyonunda olduğunda meydana gelir (176). Sindezmotik ligament yaralanmasının prevalansı genel popülasyonda %1 ila %18 arasında değişmekte olup, atletik popülasyonda %12 ila %32'ye çıkarken, profesyonel hokey oyuncularında %70'e kadar çıkabilmektedir (177). Sindezmotik ayak bileği yaralanmaları, bir dizi başka yaralanma ile eşzamanlı olarak ortaya çıkabilse de, LKL ve MKL kompleks yırtılmaları ile birlikte daha sık görülmektedir (79). İzole sindezmotik burkulmalar nadiren bildirilmiştir (178).

Akut ayak bileği sindezmotik burkulmalarının görüntüleme olmaksızın teşhisi zor olabilir (179; 180). ITFS ligamentlerindeki yaralanmalar, yaralanmadan hemen sonra yürümeye izin verebilir ve bu durum klinisyen açısından karışıklığa yol açabilir (181). Bu durum, akut sindezmotik yaralanmaların bildirilen prevalansındaki geniş varyasyonu açıklayacak şekilde, sindezmotik yaralanmaların yeterince teşhis edilememesine neden olabilir. Yaralanmalar genellikle kronik ayak bileği ağrısı olan hastalar ve bükülme, dönme, atlama ve itme gerektiren aktivitelerde zorlanma olduğunda tespit edilir (182). Sindezmotik yaralanmaları takiben iyileşme süresi, LKL kompleksini içeren yaralanmalardan dört kat daha uzun olabilir ve diğer ayak bileği ligament yaralanmalarına kıyasla ortopedik müdahale daha sık gerekebilmektedir (176; 183; 184). Sindezmotik bir yaralanmanın hafifletilmemesi veya stabilize

edilmemesi, ayak bileğinin instabilitesine ve travma sonrası artrite yol açabilir (182). Bu ciddi sonuçlara rağmen, sindezmoz yaralanmalarının gerçek prevalansının ve hangi ligament bileşenlerinin dahil olduğu halen net değildir.

Bu sindesmoz ligament anatomisinin iyice aydınlatılıp anlaşılması, sindesmoz yaralanmasının doğru tanı ve yönetimi için kritik önem taşımaktadır (185; 186). Ancak, şu anda ITFS'nin ligamentöz bileşenleri ile ilgili bir fikir birliği yoktur ve bildirilmiş olduğu kadarıyla üç ila beş bileşen söz konusudur (143; 175; 187). Ayrıca, kompleksin her bir ligamentöz bileşeninin ayrıntılı anatomisinde de farklılıklar vardır (185; 186). Sindesmoz stabilitesine dört ayrı ligamentin katkıda bulunduğu açıklaması en yaygın kabul edilen açıklama olup, bu ligamentler anterior inferior tibiofibular ligament (AITFL), posterior inferior tibiofibular ligament (PITFL), interosseöz tibiofibular ligament (IOL) ve inferior transvers ligament (ITL) olarak sıralanmıştır (185; 188) (Şekil 23). Beşinci ligamentöz bileşen bildirildiğinde, aponörotik interosseöz membranın (IOM) distal kısmı olarak tarif edilmiştir (189).



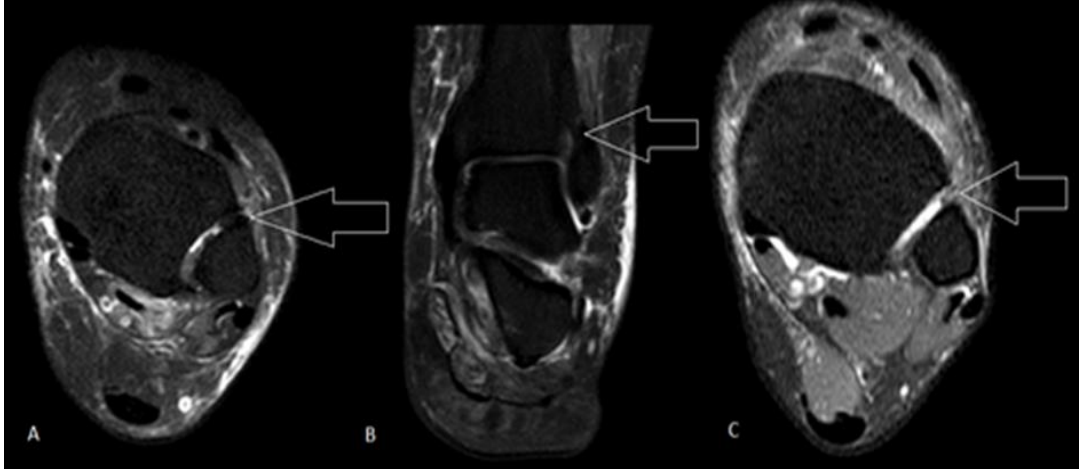
Şekil 20: Inferior tibiofibular sindesmoz (İTFS) ligamentöz bileşenleri koronal, aksiyel ve sagittal diyagramlarda gösterilmiştir. Anterior inferior tibiofibular ligament (AİTFL), posterior inferior tibiofibular ligament (PİTFL), interosseöz ligament (İOL) ve inferior transvers ligament'ten (İTL) oluşur (20).

1.2.5.2 Anterior inferior tibiofibular ligament (AITFL)

AITFL, ITFS'nin ön tarafında yer alan çok bantlı bir ligamenttir ve fibula'nın aşırı hareketini ve talusun dış rotasyonunu önleyen ana yapıdır (185). Ayrıca, aksiyel rotasyona maruz kaldığında yaralanacak en savunmasız sindezmotik ligamenttir (190; 191). Yırtıldığında, aşırı miktarda eklem diyastazına neden olabilir (192). Özellikle cerrahi tedavi gerektirebileceği için görüntüleme ve literatür açısından da en çok önem verilen bileşendir (83).

Çoğu ayak bileği ligamentinde olduğu gibi, AITFL'deki bant sayısı, eklenme noktası, uzunluğu, genişliği ve kalınlığına dair bildirilenlerde farklılıklar söz konusudur (185; 99; 193). Ligament, tibia'nın eklem yüzeyinden 5 mm daha yukarıda olan Chaput tüberkülü olarak da bilinen anterolateral tibial tüberkülden çıkarak, fibula lateral malleolünün ön sınırı boyunca ilerler (99; 79; 175). Çoklu AITFL bantları, peroneal arter dalların perforasyonuna izin veren, değişen miktarlarda yağ içeren küçük boşluklarla ayrılır (185; 99).

AITFL bantlarına demet de denir ve tutarlı bir adlandırma olmadığından klinisyenler ve tanı koyanlar açısından karışıklığa neden olur (72). Toplu olarak, ligamentin şekli yamuk şeklindedir ve distal AITFL bantları daha uzun ve daha sıktır (79). Bantlar tibiadan fibulaya eğik olarak yönelerek, inferolateral yönde, yataydan yaklaşık 30 ila 50 derece arasında uzanır (99; 186; 175).



Şekil 21: A ve B Sağlam Anterior İinferior Tibiofibular Ligaman'ın (AITFL) aynı hastaya ait aksiyel ve koronal MR görüntüleri. C. Hasarlı Anterior İinferior Tibiofibular Ligaman'ı (AITFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü.

En distal AITFL bandı, diğer AITFL bantlarından bağımsız olup, Bassett ligamenti olarak adlandırılır (84; 75). Kadavra çalışmalarında, üst üste AITFL bantlarına paralel olarak ve tibiotalar eklemin anterolateral yönü boyunca uzanan bir yönde tutarlı bir şekilde tanımlanmıştır (194; 186; 79). Ligamentin diğer bantlarından (75) biraz daha derine oturduğu tespit edilmiş ve en uzun AITFL bandı olduğu bildirilmiştir (186; 79). Bassett ligamentinin fibüler bağının AITFL'nin lifleriyle iç içe geçtiği tespit edilmiştir (75). Bassett ligament anatomisinin, diğer AITFL bantlarından potansiyel olarak yaralanmaya daha yatkın olduğu saptandığından, bu hususun değerlendirilmesi önemlidir (195). Bassett ligamenti talokrural eklemin lateral kenarını geçtikten sonra dorsifleksiyonda lateral talar troklea ile temas eder ve MR görüntüleme çalışmalarında potansiyel olarak etkilenebileceği saptanmış, onun üstündeki diğer AITFL bantlarının ise yaralanmayabileceği bulunmuştur (175; 196).

Kadavra diseksiyonu veya MR görüntüleme yoluyla bildirilen AITFL bantlarının sayısını iki ile yedi arasında değişen sayıda veren az sayıda çalışma mevcuttur (185; 79; 175). Kadavra çalışmalarında genellikle üç AITFL bandı bildirilmiştir (20; 185; 175). Bildirilen bant sayısındaki farklılıklar, ilgili kişiler ya da önceki bildirilmeyen yaralanmalardaki bireysel farklılıklar nedeniyle meydana gelmiş olabilir (135; 197). En fazla sayıda bant MR görüntüleme kullanılarak saptanmış olup,

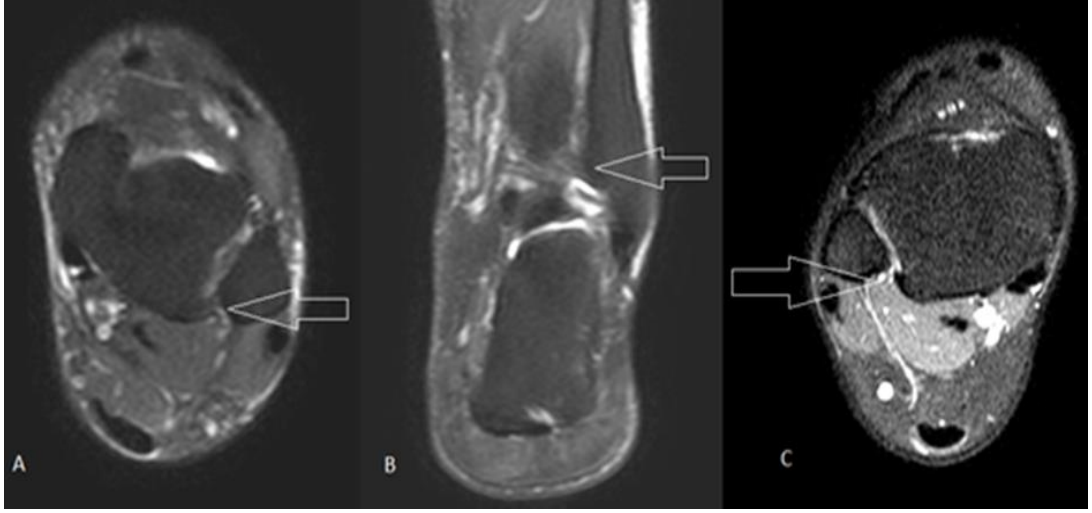
bu da ince AITFL bantlarının disseksiyon yoluyla hasar görebileceğini veya iyi değerlendirilemeyeceğini düşündürmektedir. Her bir AITFL bandını tanımlamak üzere sonografi kullanımı daha önce bildirilmiş değildir. Ayrıca, aynı kişinin kontralateral uzuvları arasındaki AITFL bantlarının sayısının simetrisine ilişkin bilgiler de eksiktir.

1.2.5.3 Posterior İnferior Tibiofibular Ligaman ve ITFS'nin diğer ligamentöz bileşenleri

PITFL, ITFS'nin arka kısmında yer alan kompakt bir ligament olup (84), anatomisi AITFL'den daha tutarlı bir şekilde rapor edilmiştir. Posterior tibiadan fibula'nın posterior tüberkülüne kadar uzanarak, proksimal-medialden distal-lateral yöne doğru ilerler (185; 75). Tıpkı AITFL gibi, çok bantlı bir ligamenttir (75). Proksimal olarak interosseöz tibiofibular ligamentin (IOL) devamıdır (99) ve yüzeysel bileşeninin AITFL'dekine benzediği yüzeysel ve derin birer bileşene sahip olduğu şeklinde tanımlanmıştır (75). Kalın ve güçlü bir ligamenttir ve aşırı gerilme, ligamentin yırtılmasından ziyade posterior malleolar avülsiyonla sonuçlanır (61; 134).

PITFL'nin derin, inferior lifleri, inferior transvers tibiofibular ligament olarak da adlandırılan inferior transvers ligament (ITL) olarak da bilinir (186; 75; 79). ITL, proksimal fibula ile tibia arasında enine veya yatay bir düzlemde ilerler, ancak ekleri hakkında rapor edilen bilgiler arasında farklılıklar mevcuttur (99; 75; 79). Tibiofibular interosseöz membran (IOM), tibia ve fibula arasında uzanır ve kendisinin ITFS'nin bir ligament bileşeni olarak kabul edilip edilmeyeceği konusunda bir anlaşmaya varılmış değildir (198; 99; 175). İOM'nın distali interosseöz ligament (IOL) olarak adlandırılan ayrı bir yapı olarak tanımlanan kalın, yoğun bir lif kütleli halindedir (185; 75). Peroneal arterden küçük dallanma damarlarının geçişine izin veren ve distal tibia ile fibula arasındaki boşluğu kaplayan böylece sindesmoza güç aktaran piramidal şekilli bir ligament bantları ve interkalasyon yağ dokusu ağıdır (99).

Yaralanmaların teşhis ve tedavisine izin vermek için ITFS ligamentlerinin anatomisi, özellikle AITFL ve ilişkili bantları hakkında ayrıntılı bilgi edinmek şarttır. Literatürde, özellikle lateral ligament kompleksi ile karşılaştırıldığında görüntüleme açısından ITFS ligamentlerine daha az önem verilmiştir.



Şekil 22: A Sağlam Posterior İnferior Tibiofibular Ligaman'ı (PİTFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü. B. Sağlam Posterior İnferior Tibiofibular Ligaman'ı (PİTFL) gösteren koronal MR görüntüsü. C. Hasarlı Posterior İnferior Tibiofibular Ligaman'ı (PİTFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü

1.3 Ayak bileği ligament yaralanması

1.3.1 Ayak bileği ligament yaralanması prevalansı

Travmatik ayak bileği yaralanmaları yaygın olup, birinci basamak sağlık hizmetlerinde ve acil servislerde genel hasta popülasyonun yaklaşık %10 ila %14'ünü oluşturur ve bildirilen prevalans 1000 kişi-yıl başına 2 ila 8 arasında değişir (199; 200; 201; 202). Ayak bileği burkulmaları en sık görülen ayak bileği yaralanması tipidir ligamentin gerilmesi veya yırtılmasıyla meydana gelir (56; 57; 91). Ayak bileği ligament yaralanmaları, ayak bileği ekleminin hareketliliği ve stabilitesi arasındaki dengede bir bozulmanın yanı sıra eklem boyunca kuvvetlerin anormal iletimine neden olabilir (203). Bu durum, ayak bileği eklemindeki ve çevresindeki diğer yapılara zarar verebilmektedir (74). Bildirilen ayak bileği burkulma prevalansında büyük farklılıklar mevcuttur. İnsanların %50 kadarı akut ayak bileği burkulmasından sonra tıbbi yardım istemediğinden dolayı gerçek prevalansı ölçmek zordur (204).

Fiziksel olarak aktif bireylerde, özellikle kort sporlarına ve takım sporlarına katılanlarda, genel nüfusa kıyasla ayak bileği burkulması riski daha yüksektir (92).

Atletik ve askeri popölasyonlarda ayak bileği burkulması prevalansı 1000 kişi-yıl başına 35 ila 54 arasında değişmektedir (92; 205).

Burkulmalar en sık atletik veya sportif faaliyetler sırasında meydana geldiğinden ve sporcuların ve askeri personelin işten veya spordan izin amaçlı olarak yaralanmalarını bildirme olasılığı daha yüksek olduğundan dolayı bu oranlar genel popölasyonda bildirilenden daha yüksektir (89; 91).

Ayak bileği burkulmalarının fiziksel olarak daha aktif bireylerde meydana geldiği kabul edilmekle birlikte, erkekler ve kadınlar arasında bildirilen burkulma prevalansında farklılıklar vardır ve yayınlanmış çalışmalar arasında çelişkili sonuçlar mevcuttur (93). Ligament yaralanması ile adet döngüsü arasında bir ilişki olabileceği yönündeki spekülasyonlarla birlikte (206), ligament burkulmalarının kadınlarda erkeklerden daha sık meydana geldiği bildirilmiştir (207; 208). Bununla birlikte, bu iddia yayınlanmış bazı çalışmalar tarafından reddedilmiştir (74; 209; 210). Yine de, östrojenlerin ligament metabolizması ve fonksiyonu üzerindeki etkisi tam olarak anlaşılamamış olup, daha derinlemesine bir araştırmaya ihtiyaç vardır (211).

Yaş, VKİ ve geçmiş burkulma öyküsü de dahil olmak üzere ayak bileği burkulması için diğer risk faktörleri de araştırılmış ve bunların hepsi de yaralanma riskiyle ilişkilendirilmiştir (212). Yaş grupları açısından, 10-25 yaş grubunun daha fazla burkulma ile karşılaştığı konusunda fikir birliği vardır (213). Çocuklarda, 10-14 yaş arasındakiler, en yüksek riskli popölasyon alt grubu olarak belirlenmiştir (90). Tüm yaş grupları arasında, ayak bileği burkulması insidansı 15-19 yaş arasındakilerde (1000 kişi-yıl başına 7,2) en yüksektir (92; 101). Buna karşın, yaşla ilgili veriler, klinik önceliğın ligamentöz hasardan ziyade kırık dışlanması olduğu acil servislere başvuran hastalara dayandığından dolayı, bu verilerin dikkatle yorumlanması şarttır. On dört ila 24 yaş arasındaki erkekler ve 30 yaşından büyük kadınlar, ilgili akranlarına kıyasla daha yüksek bir insidansa sahiptir (92). Ayak bileği burkulmaları için risk faktörleri olarak yaş ve cinsiyetin birbiriyle ilişkili olması muhtemeldir.

Yüksek VKİ, ayak bileği burkulması için yaygın olarak bildirilen bir risk faktörüdür (214; 215; 216) ve fazla kilolu çocuklarda ayak bileği yaralanması riski,

normal kilolu çocuklardaki riskten en az iki kat daha yüksektir (217). Geçmişteki bir ayak bileği burkulması öyküsü olanlar, olmayanlara kıyasla, başka bir ayak bileği burkulması için de bir risk faktörüdür (215; 218; 219). Sistematik bir derlemede, daha önce burkulma geçirmiş olanların %3 ila %34'ünde yeniden yaralanma meydana geldiğini bildirilmiştir (220). İlk yaralanma ile ikinci yaralanma arasındaki süre, 2 haftadan 96 aya kadar değişen bir yeniden yaralanma süresi ile büyük ölçüde değişiklik göstermektedir (220). VKİ'si yüksek olan ve daha önce ayak bileği burkulması öyküsü olan bireylerin tekrar bir ayak bileği burkulması yaşama olasılığı 19 kat daha yüksektir (215).

Akut ayak bileği burkulmaları başlangıçta ağrıya, şişmeye, ekimoza, hareketliliğin ve fonksiyonun azalmasına neden olur ve bazı durumlarda mesleğe devam edememeye yol açar. Sporcular için, bir ayak bileği burkulması antrenman ve yarışlardan yoksun kalmaya, performansın düşmesine ve olumsuz psikolojik etkilere neden olabilir (221; 222). Ayak bileği burkulmaları, özellikle yeterince tedavi edilmezse ve yönetilmezse, kronik ağrı, tekrarlayan şişlik, eklem sertliği, kronik instabilite (212) ve alt ekstremitte aktivitelerinin kısıtlanması gibi çeşitli derecelerde, yıllarca sürebilen uzun süreli semptomlara neden olabilir (14). Akut ayak bileği burkulması yaşayanların %30 kadarında kalıcı semptomlar görülebilir (220). Tekrarlayan burkulmalar ve altta yatan instabilite gibi durumlarda cerrahi müdahale gerekebilir (223; 224). Dolayısıyla, ayak bileği burkulmalarının tedavi maliyeti hem bireyler hem de sağlık sistemleri için yüksek olabilir (225). Yaralanmalarının tedavisi ve yönetimi rehberlik etmesi için ligament yaralanma şiddeti ve kapsamı konusunda erken tanı esastır. Uygun bir tedavi, iyileşme süresinde, kalıcı semptomlarda ve yeniden yaralanmalarda azalma sağlayabilir (226).

1.3.2 Akut ayak bileği ligament hasarının şiddet ve derecesinin sınıflandırılması

Akut bir ayak bileği burkulmasının ardından, hasarın şiddet ve derecesini anlamak, tedaviye rehberlik etmek ve atletik aktivitelere dönme süresi de dahil olmak üzere iyileşme süresi konusunda gerçekçi beklentiler için ligament yaralanması derecelendirilebilir (227). Ayak bileğinin LKL kompleksinin yaralanması en yaygın olduğu ve ayak bileği burkulmalarının %85 kadarından sorumlu olduğu için (94),

literatürde MKL ve ITFS kompleksinin yaralanmalarına kıyasla lateral ayak bileği ligament yaralanmalarının tanı ve tedavisine odaklanılmıştır. Tüm ayak bileği burkulma yaralanmalarının %73 kadarına tekabül eden (23) ve sıklıkla tek başına görülen ATFL'ye de odaklanılır (90; 94). KFL, ayak bileği burkulmalarının %41 kadarında ATFL ile birlikte eşzamanlı olarak yaralanır (97; 113; 125). MKL kompleksinin burkulmaları (153) ve ITFS'deki yaralanmalar (205) daha az yaygın olmakla beraber, LKL yaralanmaları ile ilişkili olarak ortaya çıkabilir (154).

Şu an için, ayak bileği ligamentöz yaralanmasını tanımlamak için bir dizi derecelendirme sistemi kullanılmaktadır (226; 96; 133; 228; 229; 230). Derecelendirme sistemleri, tek bir ligamentteki veya bir kompleksteki hasarın (veya yırtılmanın) şiddetini belirleyebilir (231; 232). Bazı derecelendirme sistemleri, ayrıca akut ligamentöz yaralanmadan ziyade kronik ayak bileği yaralanmalarını ve instabiliteyi teşhis etmek için daha yararlıdır (96). Derecelendirme sistemleri, birden fazla tanı aracından elde edilen çeşitli bulgu ve sonuçların bir kombinasyonuna dayanmaktadır (96; 228; 229; 230; 231; 233). Tanı araçları, manuel fiziksel değerlendirme, fonksiyonel değerlendirme ve görüntüleme bulguları dahil olsun olmasın klinik muayeneyi içerir (31). Şu an için, akut ayak bileği ligamentöz yaralanması için tutarlı bir tanı aracı kullanımı bulunmamaktadır (226).

1.3.3 Tek bir ayak bileği ligamentindeki yaralanmanın derecelendirilmesi

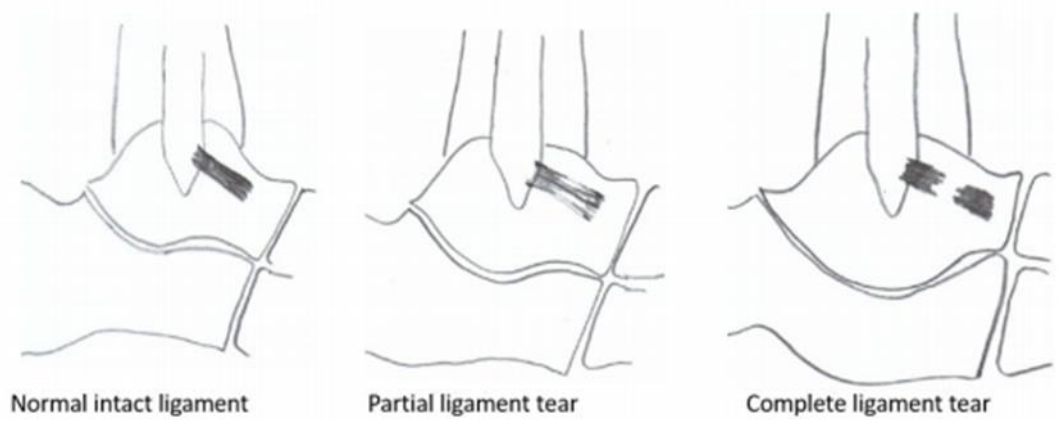
Tek bir ayak bileği ligamenti aşırı yüklendiğinde, gerildiğinde veya dayanabileceğinden daha büyük gerilimlere maruz kaldığında, ligament mikrotravması ve makroskopik değişiklikler uzun bir süre boyunca görülebilir, bu da yırtılma olarak bilinen süreksizliklere veya bozulmalara neden olabilir (57; 234). Yırtılma, ligamentlerin gerildikten sonra orijinal şekline geri dönmemesi nedeniyle, kollajen liflerinde bir dizi bozulma ile meydana gelir (74). Geleneksel olarak, tek bir ligamentle ilişkili ayak bileği ligament yaralanmaları, ligamentin yaralanmadığı 0. dereceden, ligamentin artık sürekli bir yapı olmadığı tam bir ligament yırtığı olan III. Derece yırtığa kadar derecelendirilir (226; 96). Derecelendirmeler, tek bir ayak bileği ligamentindeki yapısal hasarın ciddiyetine dayanarak yapılır ve Tablo 1'de özetlenmiştir (235).

Tablo 1: Akut ayak bileği burkulması sonrası ayak bileği ligamentinde yaralanma şiddetinin derecelendirmesi (235).

Derece	Yaralanmanın tanımı
0	Normal. Hasar görmemiş ligament
I	Hafif yaralanma. Makroskopik hasar olmaksızın gerilme
II	Orta derecede yaralanma. Kısmi ligament rüptürü
III	Ciddi yaralanma. Tam ligament yırtığı

Derece I yaralanmalarda, kollajen liflerin mikroskopik düzeyde yırtılması söz konusudur ve bu nedenle yaralanmaya bağlı yapısal değişiklikler günümüzde MRG ve sonografik görüntüleme ile güvenli bir şekilde tespit edilemez.

Kısmi ligament yırtığı olarak da adlandırılabilir bir II. Derece yırtık, makroskopik olarak görülebilecek kadar büyük olan ligament kollajen liflerinin yırtılmasını kapsar (117). Bu nedenle II. Derece yırtıklar (kısmi yırtıklar) görüntüleme ile tespit edilebilir (236). Bununla birlikte, kısmi bir yırtılma, ligamentin tüm kalınlığı boyunca uzanmaz ve bir eklem boyunca bozulmamış ve sürekli liflerin bir kısmı görüntüleme ile tespit edilebilir (237; 238) (Şekil 23). Ligament gövdesindeki kısmi yırtıklar, ligamentin uzun veya kısa eksenine boyunca meydana gelir ve ligament epiligamentine kadar uzanabilir (117).



Şekil 23: Sağlam bir ayak bileği ligamentinin (Derece 0) diyagramı ve görüntülemeye tespit edilebilen kısmi ligament rüptürü (Derece II) ve tam ligament rüptürü (Derece III) ile ilişkili makroskopik değişiklikler. Derece I yırtığı (gösterilmemiştir) makroskopik değişiklikler içermez ve yapısal değişiklikler şu anda tıbbi görüntüleme ile belirlenememektedir (20).

Tam ligament yırtığı olarak da adlandırılan Derece III yırtığı, ligamentin tüm genişliği ve kalınlığı boyunca ligament liflerinin yırtılmasına neden olarak, ligamentin bir eklem boyunca süresiz hale gelmesine yol açar; burada, serbest ligament uçları görüntülemeyle tespit edilebilir ve bir boşlukla ayrıldığı görülür (117). Yaralanmadan kısa bir süre sonra boşluk hematomla dolabilir (61). Bir yırtığın avülsiyon kırığı içerebileceği kemik-bağ ara yüzünde (entez) de yırtık (kısmi veya tam) oluşabilir (44; 56; 70).

Bir tendonun 'tam kalınlıkta yırtılması' terimi, tendon uçlarının kopmasına neden olmayabilir, bunun yerine iki tendon yüzeyinden, örneğin bazı tendon lifleri sağlam kalabildiği omuzun rotator manşet tendonlarındaki bursal ve eklem yüzeylerinden uzanan bir yırtılmayı tanımlamak için kullanılabilir (73; 117; 239). Ligament yaralanmaları için böyle bir açıklama geçerli değildir, dolayısıyla ligament yaralanmalarına atıfta bulunan 'kısmi kalınlıkta yırtılma' veya 'tam kalınlıkta yırtılma' içindeki 'kalınlık' terimi karışıklığa neden olabilir (117).

Şu an için, çok bantlı bir ayak bileği ligamentinin bir veya birkaç bandına yırtılmayı tanımlayan bir sınıflandırma sistemi mevcut değildir. Ayak bileği ligament yaralanmaları potansiyel olarak bireysel bir ligament bandının veya çok bantlı bir ayak bileği ligamentinin birkaç bandının yırtılmasına neden olabilirken, diğer ligament bantları yara almadan kalır. Şu an için, ayak bileği ligament bantlarındaki yaralanmaları tanımlamak için bir derecelendirme sistemi mevcut değildir.

1.3.4 Akut ayak bileği burkulması sonrası klinik ve fiziksel testler

1.3.4.1 Ayak bileği burkulması sonrası klinik değerlendirme

Her ne kadar bir ayak bileği ligamentöz yaralanmasının şiddetini ve derecesini teşhis etmek için farklı araçlar mevcut olsa da, her zaman ilk olarak bir klinik değerlendirme yapılır (226; 240; 241). Bir akut ayak bileği burkulmasının ardından klinik öykü alınır. Yaralanma zamanlama ve mekanizması (240), yaralanma sonra ağrı kaldırabilme veya yürüyebilme (226; 240), tıbbi geçmişi, diabetes mellitus (242; 243) veya bağ dokusu hastalıkları (244) gibi sistemik durumları, mevcut doğumsal ya da sonrada edinilmiş bir ayak bileği eklemi instabilitesi (241) yanı sıra geçmiş ameliyat veya yaralanmalar (226; 241) da sorgulanır. Akut burkulmalar en çok yorucu fiziksel aktivite sırasında ortaya çıkar ve yaralanma anında ligament yırtığına bağlı bir 'pop' sesi duyulabilir (241) ve bununla ilgili bilgi edinilir.

Ayak bileğinin fiziksel muayenesinde, şişlik, deformite ve ekimoz derecesi gözlenir ve daha sonra ağrı varsa yerini belirlemek için ayak bileğinin palpasyonu yapılır (96; 228; 241). Distal fibula veya medial malleolün arka kenarı veya ucu üzerinde nokta hassasiyeti görülürse veya hem yaralanmadan hemen sonra hem de acil serviste en az dört adım boyunca desteksiz yürüyememe söz konusuysa, Ottawa ayak bileği kurallarına göre bir kırığı dışlamak amacıyla radyografi çekilir. Ottawa ayak bileği kurallarının doğru kullanımı gereksiz radyografik muayeneleri %40'a kadar azaltmış ve önemli miktarda bir maliyet tasarrufu sağlamıştır (245). Herhangi bir manuel test yapmadan veya bir ayak bileğine herhangi bir germe uygulamadan önce bir kırık olasılığı dışlanmış olmalıdır (246; 247; 245).

1.3.4.2 Akut ayak bileği burkulması sonrası fiziksel manuel dinamik test

Kırık olasılığı elendikten sonra, fiziksel manuel test yapılabilir (226; 240; 241). Zorlama manevraları da dahil olmak üzere ayak bileğini farklı yönlerde hareket ettirmeyi içeren ayak bileği hareket aralığı değerlendirilir (240). Bu tür manevralar ağrıyı, spesifik ayak bileği ligamentlerinin bütünlüğünü ve geçtikleri eklemlerin stabilitesini değerlendirmek amacıyla yapılabilir (226; 240; 241). Normal fizyolojik hareket aralığının ötesinde aşırı eklem hareket açıklığı olarak tanımlanan travma sonrası instabilite, akut burkulma popülasyonunda travma sonrası sekiz haftaya kadar olabileceği gösterilmiştir (248), normal fizyolojik hareket aralığının ötesinde aşırı eklem hareket aralığı olarak tanımlanan travma sonrası gevşeklik gösterilmiştir (249). Çeşitli testler yapılarak, işlevlerine ve konumlarına bağlı olarak belli başlı ayak bileği ligament yaralanması saptanabilir (74).

Ağrı ve şişlik nedeniyle akut burkulma sonrasında yapılabilecek zorlama manevraları sınırlı olabilir ve çok fazla germe uygulanırsa, potansiyel olarak ligamentöz yırtığı şiddetlenebilir (226). Ayak bileğinin fiziksel hareketlerini içeren testler, genellikle akut ağrı ve şişlik azaldığında ve hasta muayene sırasında ayak bileğini rahatlatıldığında, yaralanmadan üç ila yedi gün sonrasına kadar ertelenmelidir (240; 241; 250). Dolayısıyla, akut burkulmanın hemen ardından, genellikle bir hastanın tedavisi ve rehberlik amaçlı tıbbi tavsiye almak üzere acil servise başvurduğu sırada fiziksel test pek mümkün olmayabilir (240).

Lateral ayak bileğindeki stabiliteyi değerlendirmek ve ATFL ve KFL'de yaralanma olup olmadığını görmek için anterior çekme testi ve talar eğim testini de içeren birkaç zorlayıcı manevra yapılabilir (241). Dış rotasyon testi (197; 228), sıkma testi (251; 252) ve bacak bacak üstüne atma testi (253), ITFS'nin stabilitesini incelemek ve yaralanmanın değerlendirilmesi için bir kombinasyon halinde kullanılabilir (241). Eversiyon stres testi, medial ayak bileğinin stabilitesini değerlendirmek ve MKL kompleksinde bir yaralanma kontrolü için kullanılabilir (360). Bu fiziksel manuel testler, bir ligamentin tüm bantları tamamen yırtıldığında, tam ligament yırtıklarını tespit edebilmektedir (117).

1.3.5 Ayak bileği ligament yaralanmasına yönelik bir tanı aracı olarak MRG

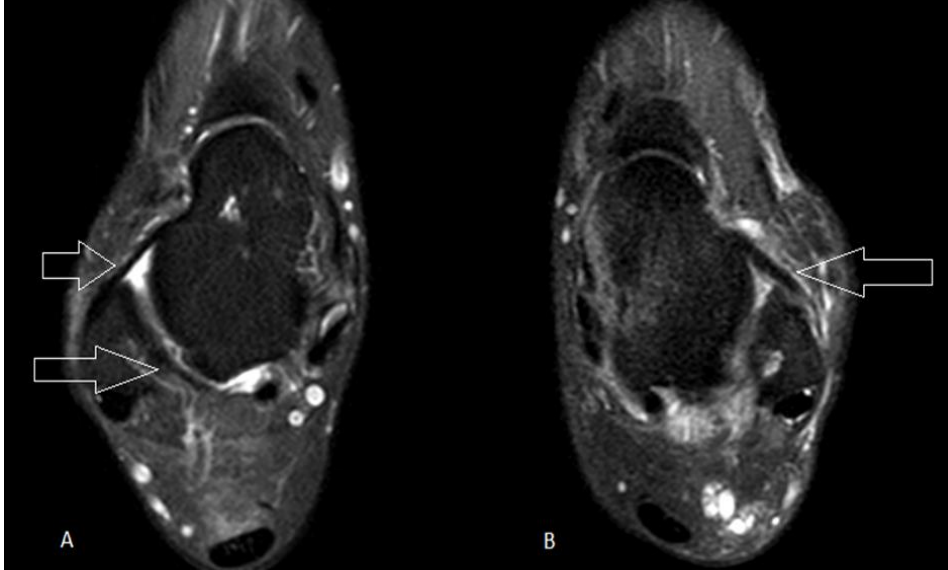
MRG ve ultrason kullanılarak yapılan tanısal görüntüleme, ayak bileği ligamentlerinin doğrudan görüntülenmesine izin verir ve her iki görüntüleme yöntemi de ligamentöz yaralanmayı tespit etmek ve tanımlamak amacıyla kullanılabilir (113; 254). Bilgisayarlı Tomografi (BT), ligament tespiti için önemli olan kontrast çözünürlüğünden yoksundur ve ayak bileğinin kemik yapılarının sınırlarını görüntülemek için kullanılmasına rağmen, burkulma sonrası ligament yaralanmasını teşhis etmek amaçlı kullanılamaz (102). MRG, ayak bileği ligament yırtıklarının teşhisinde on yıllardır kullanılmakta olup, ayak bileği ligament yırtıklarının saptanmasında son on yılda önemli ölçüde bir değişiklik veya bir gelişme yaşanmış değildir (72). MRG, hidrojen protonlarından yayılan sinyalleri temel alır (255). Ligamentlerde az sayıda hareketli hidrojen protonu bulunduğundan dolayı, çok az sinyal yayarlar veya hiç sinyal vermezler ve bu nedenle bir bağın iç mimarisi MRG'de iyi gösterilemez (72). Ligamentlerin geçtiği eklemlerin hareketinin gerçek zamanlı bir değerlendirmesi MRG ile elde edilemez ve kontralateral ekstremita ile yan yana karşılaştırma genellikle yapılmaz.

MRG'de, maksimum uzamsal çözünürlük elde etmek için karmaşık yüzey bobinleri gerekmektedir. Bununla birlikte, ultrasonun uzamsal çözünürlüğü MRG'ninkinden çok daha iyidir ve 12 MHz'lik bir transdüser kullanılarak eksenel düzlemde 0.13 mm'ye kadar inen bir çözünürlük elde edilir (72). MR görüntülemenin uzamsal çözünürlüğü, matris boyutuna, görüş alanına ve dilim kalınlığına bağlı olan görüntüleme voksellerinin boyutuna göre belirlenir (388). Yaygın 1.5 T veya 3 T MRG tarayıcıları, tipik olarak 1.50 x 1.50 x 4.00 mm³ görüntü çözünürlüğüne ulaşır (256). Voksel içinde birden fazla doku tipi oluştuğunda ortaya çıkan kısmi hacim etkisi, ligament kalınlığının MRG ölçümlerinde olduğundan daha fazla tahmin edilmesine yol açabilmektedir (257).

MRG'nin tam ve kısmi ayak bileği ligament yırtıklarını teşhis etmedeki doğruluğu araştırılmış ve operatif bulgularla kıyaslanmıştır (254; 258). MRG majör ligamentöz bozulmaları tanımda etkili olmakla birlikte, kısmi ligament yırtıklarını saptama ve kısmi ve tam ligament yırtıkları arasındaki farkı tanımlama yeteneği

araştırılmıştır (74; 254; 259; 258). ATFL yaralanmasından üç ay sonra ameliyatla doğrulandığı üzere, kısmi yırtıklar tam yırtık olarak yanlış teşhis edildiğinden dolayı, ATFL tam yırtığı için %20 oranında bir yanlış pozitif oranı bildirilmiştir (254). Yanlış pozitif sonuç olasılığı yüzünden, cerrahi işlem de dahil olmak üzere gereksiz tedavi yapılma riski ortaya çıkmaktadır. MRG'de ligamentlerin normal görüldüğü bildirilen cerrahi vakaların %36'sında da kısmi yırtıklar olduğu görülmüştür (254). Bu sonuçlar benzer şekilde tasarlanmış diğer MRG çalışmaları ile tutarlıdır (259; 258).

MRG, görüntülerin genellikle üç düzlemde elde edildiği ve çok sayıda farklı görüntüleme dizisinin kullanıldığı standart görüntüleme protokollerini kullanır (260). 2D protokoller kullanıldığında, görüntüler genellikle dilimler arasında ± 1 mm ile ± 2 mm boşluklarla ayrılmış ± 1 mm ile ± 3 mm'lik bir dilim kalınlığı kullanılarak elde edilir (255). Dilimlerin ve boşlukların kalınlığı yüzünden ayak bileği ligament bantlarının tanımlanması güçleşebilir ve bu nedenle ayak bileği ligament bantlarındaki yırtıklar teşhis edilemeyebilir (254; 258; 259). Bu durum, ayak bileği ligament kalınlığının ± 1 mm ile ± 3 mm kalınlığında ölçüldüğü durumlarda önemli bir sorundur.



Şekil 24: A Sağlam Anterior Talofibular Ligaman (ATFL) ve Posterior Talofibular Ligaman'ı (PTFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü. B. Normalden daha kalın ve düzensiz görünen muhtemelen eski hasarlanmaya bağlı fibrozisle iyileşmiş Anterior Talofibular Ligaman'ı (ATFL) gösteren aksiyel MR görüntüsü

GEREÇ ve YÖNTEM

Hastanemizde Ocak 2018 - Aralık 2020 tarihleri arasında 18 yaş üstü ayak bileği MR çekilen hastalar tarandı. Ayak bileği MR çekilen 498 hastadan dahil etme kriterlerimizi karşılayan 328 hasta çalışmaya dahil edildi. Tümör, kemik kırığı, osteomyelit, ayak ve ayak bileği çevresinde geçirilmiş cerrahi öyküsü olan hastalar ile 18 yaş altındaki hastalar çalışma dışı bırakıldı. Hastaların MR raporları incelendikten sonra dahil edilen hastaların MR görüntüleri bir ortopedist ve bir radyolog tarafından tekrar değerlendirilerek kayıt altına alındı. Hastaların MR'ları hastanemizde uygulanan ayak bileği MR çekim protokollerine uygun olarak (3 veya 6 mm kesit aralığı ile) çekilmiştir. Ayak bileği seviyesinde ligamentöz patoloji olan ve olmayan hastalar tespit edildi.

Çalışma için Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu 06.05.2021 tarih ve 346 numaralı onayı alındı.

MR da Anterior talofibular ligament (ATFL), Kalkaneofibüler ligament (KFL), Posterior talofibular ligament (PTFL) bağ hasarı olanlar düşük ayak bileği bağ yaralanması olan grup, Anterior inferior tibiofibular ligament (AİTF), Posterior inferior tibiofibular ligament (PİTF), İnferior transvers ligament (İTL) veya İnterosseöz tibiofibular ligament (İOL) yaralanmaları olanlar yüksek ayak bileği bağ yaralanması olan grup, Deltoid ligament (DL) hasarı olanlar medial bağ hasarı olan grup ve bu hasarlardan açısından patoloji saptanmayanlar ise normal grup olarak ayrıldı.

Bu hastaların hastane dosyaları incelenerek AOFAS skorları kayıt edilmiş olanların skorları MR sonuçlarıyla karşılaştırıldı. Ligaman hasarı tespit edilen ancak kayıtlarda AOFAS skoru bulunmayan 9 hasta telefon ile aranarak AOFAS skorları telefonla alınan bilgilere göre oluşturuldu. Her grup için ortalama AOFAS skoru hesaplandı. Ligaman hasarı düşünülen hastada MR çekimi öncesinde AOFAS skorunun hesaplanmasının patolojiyi öngörebilme açısından istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı araştırıldı.

Amerikan Ortopedi Ayak ve Ayak Bileği Derneği (AOFAS) Skarlama Sistemi	Skor
AĞRI (toplaml 40 puan)	
Yok	40
Hafif, ara sıra	30
Orta, her gün	20
Şiddetli, hemen daima	0
FONKSİYON (toplaml 50 puan)	
Aktivite sınırlılığı ya da destek gereksinimi	
Sınırlılık yok, destek gereği yok	10
Günlük aktivitede sınırlılık yok, sportif aktivitede kısıtlılık, destek yok	7
Günlük ve sportif aktivitede kısıtlılık, baston	4
Günlük ve sportif aktivitede ileri kısıtlılık, çift koltuk değneği, yürüteç, orteZ	0
Azami yürüme mesafesi	
3 km den fazla	5
2-3 km	4
500 m-2 km	2
500 m'den az	0
Yürüme yüzeyi	
Her yüzeyde sorunsuz	5
Engebeli yüzey, merdiven, yokuş inişte biraz problem	3
Engebeli yüzey, merdiven, yokuş inişte ileri problem	0
Yürüme bozukluğu	
Yok ya da hafif	8
Belirgin	4
İleri	0
Sagittal plan hareketi (fleksiyon + ekstansiyon derece)	
Normal ya da hafif kısıtlılık (30°den fazla)	8
Orta derecede kısıtlılık (15°-29°)	4
İleri kısıtlılık (15°den az)	0
Ayak arkası hareketliliği (inversiyon + eversiyon)	
Normal ya da hafif kısıtlılık (Normalin %75 - 100'ü)	8
Orta derecede kısıtlılık (Normalin %25 - 74'ü)	4
İleri kısıtlılık (Normalin %25'den az)	0
Ayak bileği/Ayak arkası stabilitesi (Ön-arka, varus-valgus)	
Stabil	8
Belirgin instabilite	0
DİZİLİM (toplaml 10 puan)	
İyi: Ayak plantigrad, ayak bileği-ayak arkası iyi dizilimli	10

Orta: Ayak plantigrad, ayak bileği-ayak arkası diziliminde biraz bozukluk, ancak yakınma yok	5
Kötü: Ayak plantigrad değil, belirgin dizilim bozukluğu, semptomatik	0

İstatistiksel Analiz

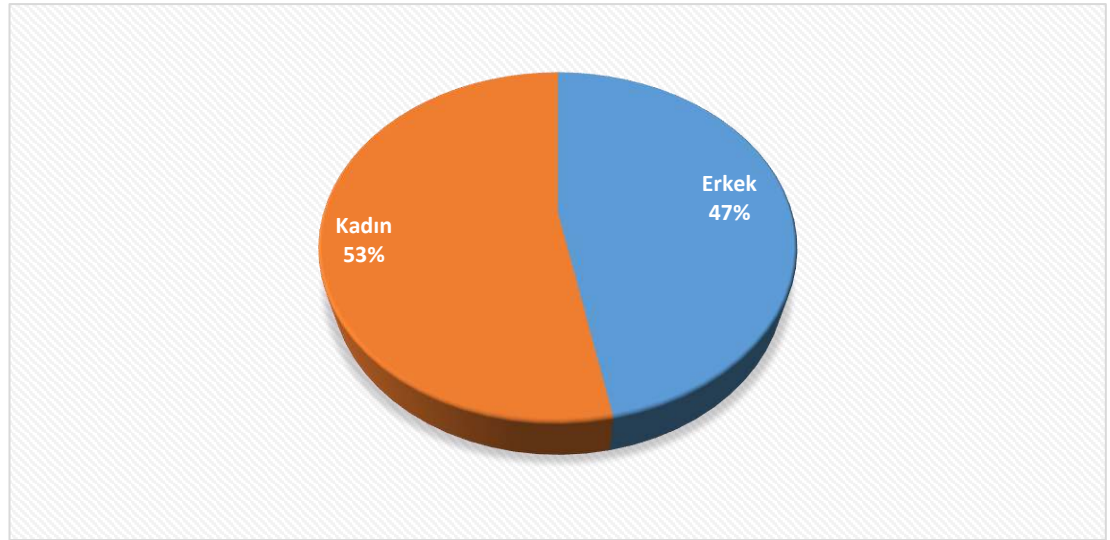
İstatistiksel analizler Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versiyon 26 (IBM Corp. Armonk, NY) paket programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler sayı, yüzde, minimum-maksimum değerler, ortanca, ortalama ve standart sapma şeklinde özetlendi. Ki-kare (chi-square), Student-t testleri kullanıldı. Çalışmadaki analizlerde olasılık (p) değerı 0.05'ten küçük olduğu ($p < 0.05$) karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Hastalar cinsiyetlerine göre incelendiğinde; %53'ünün kadın, %47'sinin erkek, yaş ortalamalarının 39,46 (SD $\pm$ 14,43) yıl ve AOFAS skorlarının 80,94 olduğu görüldü (Tablo 1 ve Şekil 28). Bağ hasarı olan grup (40,60 yıl) ile normal olan grup (39,16 yıl) arasında yaş ortalamaları arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0,458$).

Tablo 2: Hastaların cinsiyetlerine göre dağılımları

		n	%
Cinsiyet	Erkek	154	47,0
	Kadın	174	53,0



Şekil 25: Hastaların cinsiyetlerine göre dağılımları

Tablo 3: Hastaların yaş ve AOFAS skorlarına göre dağılımları

	n	Minimum	Maximum	Ort±SS
Yaş	328	18	72	39,46±14,43
AOFAS	171	60	96	80,942±5,38

Tablo 4: Hastaların ligaman hasarına göre AOFAS ortalamaları

	n	Minimum	Maximum	Ort±SS
Sağlam	101	70	96	84,614±5,3740
Hasarlı	70	60	88	75,643±5,6493

Hastaların AOFAS skorları ile Ligaman hasarı bulunması arasında Student –t testinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptandı ($p<0,05$).

Hastalar hasarlı ligaman durumuna göre incelendiğinde; %8,2'sinde ATFL, %4,9'unda AİTFL, %2,7'sinde AİTFL + PİTFL + İTL + İOL hasarı tespit edilmiş olup, hasarlı ligaman sayı ve yüzdeleri tablo 5'te verilmiştir. Hasarlı bağa göre hastaların AOFAS skorları ile normal hasta grubunun AOFAS skorlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5: Ligaman hasarlı hasta sayıları ve yüzdeleri

HASARLI LİGAMAN	n	%
ATFL	27	8,2
AİTFL	16	4,9
AİTFL + PİTFL + İTL + İOL	9	2,7
DL	5	1,5
ATFL + KFL	3	0,9
ATFL + DL	2	0,6
PİTFL	2	0,6
Tüm Bağlar	2	0,6
ATFL + PTFL	1	0,3
ATFL + PTFL + KFL	1	0,3
KFL	1	0,3
PTFL	1	0,3
Hasar Saptanmayan	258	78,7
Toplam	328	100,0

Tablo 6: Hasarlı ligamanların sayıları ve bu hastaların AOFAS skor ortalamalarının normal grup AOFAS skorlarıyla karşılaştırılması

HASARLI LİGAMAN	n	Ort.±SS	p
ATFL	27	78,63±4,650	0,001
AİTFL	16	76,63±5,214	0,001
AİTFL + PİTFL + İTL + İOL	9	74,44±3,644	0,001
DL	5	73,60±4,159	0,002
ATFL + KFL	3	74,33±1,528	0,001
ATFL + DL	2	73,00±2,828	0,001
PİTFL	2	71,50±0,707	0,001
Tüm Bağlar	2	61,00±1,414	0,005
ATFL + PTFL	1	73,00±	0,019
ATFL + PTFL + KFL	1	62,00±-	0,001
KFL	1	70,00±-	0,004

PTFL	1	69,00±-	0,002
-------------	----------	----------------	--------------

Hastalar hasarlı ligaman gruplarına göre incelendiğinde %10,3'ünde LKL hasarı, %1,5'inde MKL hasarı, %8,2'sinde Sindesmoz hasarı, %0,6'sında LKL ve MKL birlikte hasarı, %0,6'sında ise tüm ligamanlarında hasar tespit edildi. (tablo 7) Ligaman hasarlı gruplar ile normal hasta grubu arasında AOFAS skorlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 7: Ligaman hasarlarının LKL (düşük ayak bileği yaralanması), MKL ve Sindesmoz (yüksek ayak bileği yaralanması) hasarı şeklinde dağılımları

HASARLI GUP	n	%
LKL	34	10,3
MKL	5	1,5
Sindesmoz	27	8,2
LKL ve MKL	2	0,6
LKL + MKL + Sindesmoz	2	0,6
Hasar Saptanmayan	258	78,7
Toplam	328	100,0

Tablo 8: Bağ hasarı olan grupların normal grup ile AOFAS skorunun istatıksel olarak karşılaştırılması

Hasarlı Ligaman Grubu	n	Ort.±SS	p
LKL	34	77,06±5,54	0,001
MKL	5	73,60±4,16	0,002
Sindesmoz	27	75,52±4,71	0,001

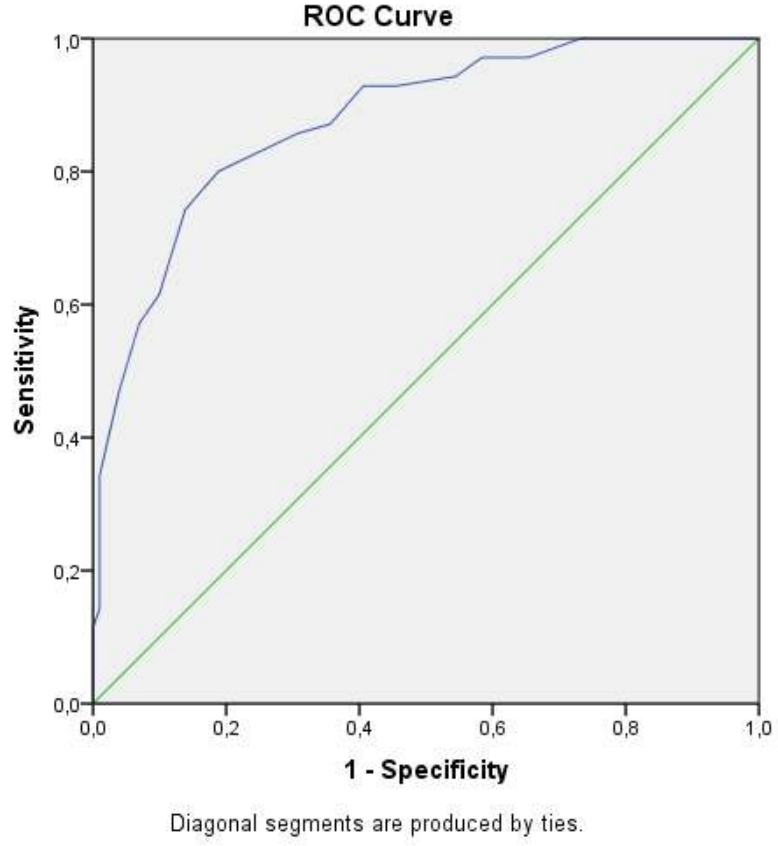
Tek tek tüm hasarlı grupların AOFAS değerleri hasar olmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ($p<0,05$).

İzole ATFL yırtığı gelişen 27 hastanın 19 tanesi erkek 8 tanesi kadın olduğu görüldü. Hastaların cinsiyetleri ile ATFL arasında ki-kare testine göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ($p<0,05$).

İzole AİTFL yırtığı gelişen 16 hastanın 12 tanesi erkek 4 tanesi kadın olduğu görüldü. Hastaların cinsiyetleri ile AİTFL arasında ki-kare testine göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ($p<0,05$).

Cinsiyet açısından diğer ligamanlar değerlendirildiğinde anlamlı fark bulunamadı.

Tablo 9: Ligaman hasarı saptanan hastaların AOFAS skor ROC analiz eğrisi



ROC analizinde MR istemi için AOFAS eşik değeri 80,5 olarak belirlendi (%84,3 sensitivite ve %72,3 spesifite). ROC analizinde eğri altında kalan alanımız (area under curve) 0,877 olarak saptandı.

Tablo 10: Ligaman hasarı saptanan hastaların AOFAS skor ROC analiz tablosu

Coordinates of the Curve		
Test Result Variable(s): AOFAS		
Positive if Less Than or Equal To ^a	Sensitivity	1 - Specificity
59,000	,000	,000
61,000	,014	,000
64,500	,043	,000
67,500	,057	,000
68,500	,100	,000
69,500	,114	,000
70,500	,143	,010
71,500	,171	,010
72,500	,243	,010
73,500	,343	,010
74,500	,429	,030
75,500	,471	,040
76,500	,571	,069
77,500	,614	,099
78,500	,743	,139
79,500	,800	,188
80,500	,843	,277
81,500	,857	,307
82,500	,871	,356
83,500	,929	,406
84,500	,929	,455
85,500	,943	,545
86,500	,971	,584
87,500	,971	,653
88,500	1,000	,733
89,500	1,000	,802
90,500	1,000	,891
91,500	1,000	,901
92,500	1,000	,931
93,500	1,000	,970
94,500	1,000	,980
95,500	1,000	,990
97,000	1,000	1,000

TARTIŞMA

Ayak bileği yaralanmaları kas iskelet sisteminin en sık görülen travmaları arasındadır. Günümüzde ayak bileği burkulmalarında tanı, öykü ve fizik muayene sonrasında istenen görüntüleme testleri ile konmakta ve tedavi planı da buna göre yapılmaktadır. Fizik bakı bulguları, şüphelenilen bağlar üzerinde palpasyonla ağrı ve hassasiyet, ödem ve ayak bileğinde anormal mobilite olarak özetlenebilir. Delahunt ve ark. (4) tarafından yapılan bir meta analizde ayak bileği instabilitesi için literatürde bir konsensüs olmadığı vurgulanmış. Ancak akut ayak bileği burkulmasında özellikle olaydan sonra 6-8 saatlik bir süre geçmişse, doğru bir değerlendirme yapabilmek ağrı nedeniyle her zaman mümkün olmayabilir. Aynı nedenle stres grafilerinin de değeri tartışmalıdır. Bazı yazarlar ağrı ve kas spazmı nedeniyle stres grafilerinin sinir bloğu ya da genel anestezi altında çekildiğinde en doğru sonucu verebileceğini savunmaktadırlar.

Çalışmamızda, cinsiyet ile ayak bileği yaralanması arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p=0,282$). MR çekilmiş olan hasta sayısı 174 kadın, 154 erkek olmasına rağmen ligament hasarı saptanan hasta sayıları 37 erkek 33 kadın idi. Kadınların erkeklere kıyasla daha fazla ayak bileği yaralanmasına maruz kaldığını gösteren çalışmalarda mevcuttur. Literatür çalışmalarında olduğu gibi bizim çalışmamızda da kadınlarda daha fazla ayak bileği travması saptanmasına rağmen bağ hasarının erkeklerde daha fazla olduğu saptandı. (261; 262; 263). Bu durumun sebebi hakkında bilinenler azdır. Kadınların spor aktiviteleri sırasında fiziksel yaralanmalara ve duygusal strese daha yatkın oldukları, dolayısıyla erkeklere kıyasla ayak bileği yaralanmasına daha yatkın oldukları iddia edilmiştir (264).

Çalışmamızda hastaların yaş dağılımı diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Atilla ve ark. (265) yaptığı çalışmada ayak bileği travması ile başvuran hastaların ortalama yaşı 37 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde 39,46 (18-72) olarak tespit edilmiştir. Hastalarımızda hasarlı bağa göre %8,2'sinde ATFL, %4,9'unda AİTFL, %2,7'sinde AİTFL + PİTFL + İTL + İOL, %1,5'inde DL, %0,9'unda ATFL + KFL, %0,6'sında ATFL + DL, %0,6'sında PİTFL, %0,6'sında tüm bağlarda, %0,3'ünde ATFL + PTFL, %0,3'ünde ATFL + PTFL + KFL, %0,3'ünde KFL, %0,3'ünde PTFL hasarı MR ile tespit edildi. Hastaların %78,7'sinde herhangi bir patoloji saptanmadı. Hastalar hasarlı ligaman gruplarına göre incelendiğinde %10,3'ünde LKL hasarı, %1,5'inde MKL hasarı, %8,2'sinde Sindesmoz hasarı, %0,6'sında LKL ve MKL birlikte hasarı, %0,6'sında ise tüm ligamanlarında hasar tespit edildi.

Ayak bileği eklemi lateral, medial ve sindesmotik bağ komplekslerinden oluşan üç grup yapı destekler. Çalışmamızda bağ hasarı olan hastalar arasında en sık etkilenen ligamentin ATFL, ardından AİTFL olduğu bulunmuştur. Bulgularımız literatürdeki diğer çalışmalarda yapılan gerek MRG gerekse de cerrahi bulgularıyla tutarlıdır. (147; 266). Lateral Kollateral Bağ Kompleksi Spor yaralanmaları arasında ayak bileği burkulmaları tüm olguların yaklaşık %10-30'unu oluşturur. Bu olguların da %90'dan fazlası lateral bağ kompleksini ilgilendiren yaralanmalardır. Genellikle futbol, voleybol, basketbol, koşu, savunma sporları, bale, dans, futbol ve basketbol sporlarında daha sıktır ve yaralanmalar en sık ayak plantar fleksiyonda iken ayağın inversiyonu ile birlikte addüksiyonu sırasında oluşur. Çoğu ayak bileği yaralanmasının mekanizması, ATFL'nin anatomik olarak ayak bileği inversiyon yönüne paralel bulunduğu bir ayak bileği inversiyonudur (266). Doğru tanı konup uygun şekilde tedavi yönetimi yapılmaz ise ileri dönemde olgularda kronik ayak bileği instabilitesi, posttravmatik osteoartrit ve anterolateral sıkışma sendromu ortaya çıkabilir. Lateral bağ kompleksinin anterior talofibüler bağ, posterior talofibüler bağ ve kalkaneofibüler bağlardan oluşan 3 önemli bileşeni vardır. Bunlar arasında en zayıf olan ATFL yaralanmaları en sık (%83) görülür. ATFL'nin en zayıf ligament olduğu ve maksimum yük değerinin az sahip olması nedeniyle yaralanmalara karşı çok daha yatkın olduğu bildirilmiştir (267; 268). Olguların %20'sinde ATFL ve KFL yırtığı birlikte iken, KFL ve PTFL izole yırtıkları nadirdir (269). Çalışmamızda Lateral bağ kompleksinde hasar saptadığımız 38 hasta mevcuttu. Bunların 27 tanesi izole ATFL yaralanmasıydı (%71). ATFL'de hasar olmaksızın PTFL de hasar olan 1, KFL de hasar olan 1 hasta mevcuttu. Bu sonuçlara göre lateral kollateral ligaman kompleksinin en sık yaralanan ligamanı ATFL'dir ve sonuçlar literatürle de uyumludur.

Çalışmamızda lateral kollateral ligamanı hasarlı olan hastalarımızda AOFAS skoru 77,06 (SD: $\pm 5,54$) olarak saptandı. Nery ve ark. kronik lateral ayak bileği instabilitesi nedeniyle artroskopik tamir uyguladıkları 26 hasta serisini prospektif olarak sundular. Ortalama 27 aylık takiplerinde postoperatif AOFAS skorunun 58'den 90'a yükseldiğini gösterdiler (270). Yeo ve ark. modifiye açık Bröström-Gould ile artroskopik yöntemi karşılaştırdılar. Açık grubun AOFAS skorları 69'dan 89'a yükseldiğini artroskopik grubunda 67'den 90'a yükseldiğini rapor ettiler. (271). Çalışmamızda LKL hasarı olan grupta AOFAS skorlarının daha iyi saptanmasının nedeni cerrahi gerektirmeyecek düzeyde olan hastaların da MR görüntülemelerinde saptanmış olması olabilir. Chandnani ve ark. (272) ise kronik lateral bağ yaralanması olan 17 vaka ile cerrahi kıyaslamalı olarak yaptıkları bir çalışmada MRG'nin sensitivitesini %50 yani stres

radyograflerinininkine eşit olarak bulmuşlardır. Ancak sözü geçen çalışmada sadece kronik instabilitesi olan olgular incelenmiştir. Buna karşın yazarlar, akut dönemde izlenen hemoraji ve ödemin MRG ile tanıda kolaylık sağlayabileceğini, kronik dönemde ise bu bulguların kaybolduğunu ve tanının MRG ile daha da zorlaştığını vurgulamaktadırlar. Akut dönemde MRG ile de yırtık tanısı konabilen olgular incelendiğinde, bunların eklem sıvısında artma ya da intraartiküler kanamanın olduğu olgular olduğu dikkatimizi çekti. Bu nedenle akut olgularda tanıya MRG'de kontrast etkisi yapan kanama ya da sıvı artışının yardım ettiğini düşünmekteyiz.

Biz 16 hastamızda izole anterior inferior tibiofibular bağda (AİTFL) lezyon saptadık ve uyumlu görüntüler elde ettik, Diğer bağ yaralanmaları ile birlikte veya izole olmak üzere 27 hastada AİTFL hasarı mevcuttu. Netterström-Wedin ve Bleakley tarafından yapılan bir meta analizde (273) yüksek ayak bileği yaralanmasına neden olan sindesmoz bağ hasarlarının tanısında kullanılan klinik testlerin hiç birinde stabil instabil ayrımı yapılamadığından tedavinin yönlendirilmesi konusunda etkilerinin düşük olduğu, bu nedenle ek görüntüleme ve artroskopi ihtiyacının ön planda olduğu vurgulanmış. Aynı çalışmada klinik tanı testlerinin bağ yaralanma derecesini gösteremeyeceği vurgulanmış. MRG görüntüleme kesitlerinde bağlar, ilgili kemikler arasında uzanan ince, hipointens, genellikle yağ ile çevrili yapılar olduğundan değerlendirilebilmeleri için incelemelerde 3 mm veya daha ince kesitler kullanılmalıdır. Kesit kalınlığını arttırmak hem uzaysal çözünürlüğü azaltır hem de ilgili ligamanı görülebileceği kesit sayısını azaltır (274). Çalışmamızın zayıf yanlarından bir tanesi MR kesit kalınlıklarımızın 3 mm ile 6 mm arasında değişmesidir. Belki de bu nedenle Ryan ve ark. (275) sindesmoz hasarlarında koronal MR kesitinde görülen 'Lambda' bulgusunu destekleyecek sonuçlara ulaşamadık. Ayak bileği sindesmoz yaralanmalarında oluşacak tanı gecikmeleri instabilite ataklarına yol açacak böylece erken dejeneredir değişikliklere neden olacaktır (276).

Radyolojik bulgu vermeyen, MRG ile de tanı konamayan ayak bileği ağrısı şikayeti olan olgularda, ayırıcı tanı olarak anterolateral yumuşak doku sıkışmasının da düşünülmesi gerekir. Küçük bir kırık ya da burkulma sonrası lateral aralıkta (lateral talomalleoler eklem), anormal granülasyon dokusu oluşumu ve sinovitle karakterize bu lezyon, zamanla ağrılı ve hasta fonksiyonunu kısıtlayıcı bir probleme dönüşür. Chandnani ve ark.'nın yukarıda sözü edilen çalışmaları sadece kronik ayak bileği instabilitesi olan hastalarda yapılmıştır. Her ne kadar olgu sayısı az olsa da bu hastaların hiç birisinde anterior inferior tibiofibular bağ (AITFL) lezyonu ve anterolateral sıkışma sendromundan söz edilmemiş olması dikkatimizi çekmiştir. Ferkel'e

(277) göre sıkışmada MRG'nin tanı değeri düşüktür. Wolin'in meniskoid lezyon olarak tanımladığı bu patoloji, yerini anterolateral sıkışma veya kronik sprain ağrısı tanımlamasına bırakmıştır (278). Ferkel, ATFL ve kalkaneofibular ligamanın yırtığını izleyen yırtık uçların enflamasyonuna, skar dokusu ve sinovit eklendiğini belirtmiştir. Sıkışan dokunun histolojik analizinde ligamanla hiçbir ilişkisi olmadığını, sadece sinovyal hipertrofiden ibaret olduğunu göstermiştir (279). Basset sıkışmanın patogenezeine farklı bir yorum getirmiştir. Basset, kadavralarda Nikolopoulos'un tanımladığı aksesuar AİTFL'dan yola çıkmıştır. Bu teoriye göre burkulma sonrasında, yetersiz ATFL fonksiyonuna bağlı ayak bileği lateralinde ki artmış laksiteden dolayı, talusun çatısı dorsifleksiyonda öne doğru kayıp AİTFL'nın distal fasikülü ile ilişkiye geçebilir. Bu patolojik hareket sıkışmayı tetikler (280). Wolin'in tanımladığı meniskoid lezyon ise patolojinin hayli ilerlemiş halidir. Ferkel olgularının sadece %13'ünde meniskoid lezyonu tanımlamıştır (279). Bizim hastalarımızın sadece iki tanesinde meniskoid lezyona benzer yapılara rastladık.

İntraartiküler sıvı artışının olmadığı ya da azaldığı kronik olgularda MRG'de tanı güçlüğü çekilmiştir. Bilindiği gibi ayak bileği eklem kapsülü ile ATFL yakın ilişkidir. Eklem her hangi bir sıvının (kontrast madde, artmış eklem sıvısı, kanama) yaratacağı basınç ile şişirilmeden görüntülenmeye çalışıldığı MRG tetkiklerinde bu yakın ilişkiden dolayı bağdaki yırtık tam değerlendirilemeyebilir. Oysa kontrast madde enjeksiyonundan sonra bağdaki yırtık uçları arasında biriken kontrast madde yırtık tanısını daha rahat koydurabilir. Artan basınç, bağı saran kapsül dokusunun bombeleşmesini ve gerilmesini sağlayarak bağın daha izole halde kalmasına neden olacağından, yırtığın ya da normal bağ dokusunun daha iyi görüntülenmesine olanak tanıyabilir. Ayak bileği artrografisi ve peroneal tenografi bazen akut bağ yaralanmalarında değerli bilgiler verebilir, ancak birçok yönden faydaları tartışmalıdır (281; 282; 283). Eğer bu tetkikler yaralanmayı takiben birkaç gün içinde yapılmazsa yırtık kısımlar organize pıhtı ya da tamir dokusu tarafından kapatılabilir ve negatif sonuç alınabilir. Ayak bileği eklemi ile peroneal tendon kılıfları arasında normal geçişlerin de olabileceği bildirilmiştir (94; 284). Ayak bileği bağ yaralanmalarında ultrason kullanımı ultrasonu yapan radyoloji uzmanının tecrübesine bağlıdır. Akut ayak bileği yaralanmalarında ultrason ve eş zamanlı MR görüntülemelerin karşılaştırıldığı bir çalışmada benzer sensitiviteye sahip oldukları, özellikle grade 3 bağ hasarlarında MR'ın daha spesifik olduğu saptanmış (285).

MRG başta yumuşak doku olmak üzere pek çok doku hakkında ayrıntılı bilgi verebilen, patolojilerin tespitini büyük ölçüde kolaylaştıran, iyonize radyasyon içermeyen, noninvaziv fakat nispeten pahalı bir görüntüleme yöntemidir. Akut ayak bileği yaralanmalarında MRG tetkiki uygulayarak sonuçları değerlendiren Schenneck ve ark. (286) MRG'yi ayak bileği bağ yaralanmalarında özellikle cerrahi tedavi planlanabilecek hastalarda noninvaziv olması nedeniyle yararlı bir tanı aracı olarak bildirmişlerdir. Yine Rijke ve ark. (287) da akut, subakut ve kronik ayak bileği lateral bağ yaralanması olan hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında MRG'nin oldukça güvenilir bir tanı aracı olduğunu belirtmişlerdir. Biz sonuçlarımıza dayanarak, akut ya da kronik bağ yaralanmalarını göstermede literatür çalışmaları gibi MRG'nin yeterli bir tanı aracı olduğu görüşündeyiz.

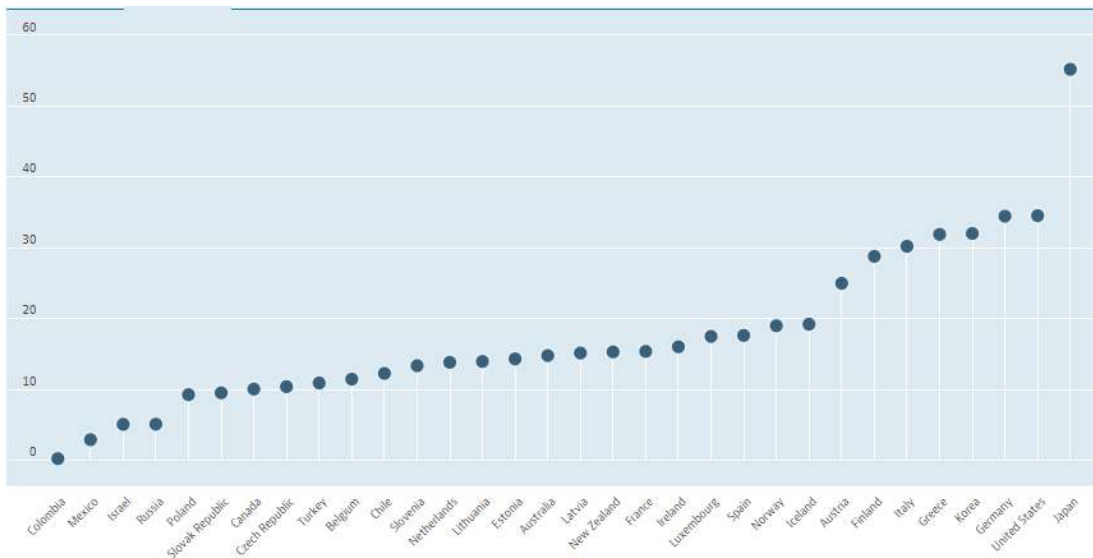
Birçok araştırmada MRG çekiminin gereğinden fazla yapıldığı çeşitli çalışmalarda ortaya konulmuştur. Bizim çalışmamızda çekilen MR'ların % 78,7 sinde herhangi bir patoloji saptanmadı. Yani her dört hastanın üçünde gereksiz MR çekildiği söylenebilir. Bu durum maddi kayıpla beraber gerçekten ihtiyacı olan hasta ve hastalıkların tanısında gecikmeye, ayrıca sağlık personelinin fazladan efor ve zaman harcamasına neden olmaktadır. Biz ayak bileği travması nedeniyle ayak bileği MR çekimi düşünülen hastalarda AOFAS skoruna göre çekim yapılıp yapılmaması veya erteleme düşünülmesinin gereksiz MR çekimini ciddi oranda azaltabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda yaptığımız ROC analizinde MR istemi için AOFAS eşik değeri 80,5 olarak belirlendi (%84,3 sensitivite ve %72,3 spesifite). Çalışmamızda AOFAS skoruna göre MR istenmiş olsaydı AOFAS skoru olan 171 hastadan sadece 87 hastaya MR istenmiş olacaktı. Bu hastalarda patoloji saptanacak hasta sayısı 59 iken normal hasta sayısı 28 olacaktı. Yani her 3 hastadan sadece 1'ine gereksiz MR istenecekti. Ancak bağ hasarı olan 11 hastaya MR çekilmemiş olacaktı. Toplamda AOFAS skoru olan 171 hastanın 73 'üne gereksiz MR istemi yapılmamış olacaktı. Bu da MR çekimini %42,6 oranında azaltarak sağlık çalışanlarının iş yükünü ve maddi kaybı önemli ölçüde azaltmış olacaktı.

Sajid ve ark. (288) tarafından 1. basamak hekimleri tarafından istenen kas iskelet sistemi MR'larının sadece %4,9'unun uygun endikasyonla istendiği, gereksiz MR istemlerinin sıklıkla hastaların talep etmesiyle oluştuğu vurgulanmış. ABD'de yapılan bir çalışmada askeri hastanede diz yaralanmaları sonrasında çekilen MR görüntülemelerinin %62'sinin gereksiz yere yapıldığını ve dolayısıyla gereksiz yere kaynak tüketimine neden olduğu ortaya konulmuştur (289).

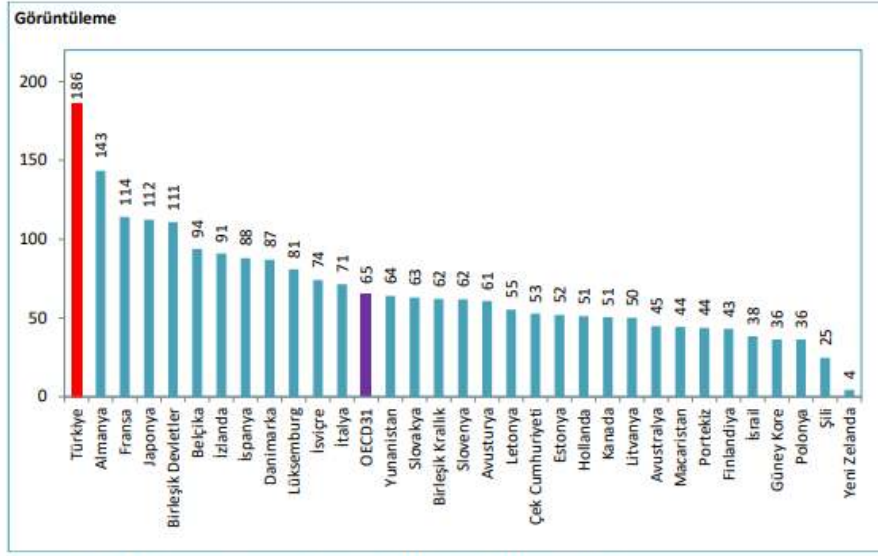
Ancak bu gereksiz çekimlerin nedenleri olarak, hekimlerin bilgi ve tecrübe eksikliği, MR çekilmesine yönelik hasta talebi, hekimlerin artan iş yüküne karşın MR görüntülemenin hasta hakkında hızlı sonuç vermesi avantajını kullanması, malpraktis suçlamalarına karşı hekimlerin savunmacı bir yaklaşım gütmesi (defensive medicine), ve hizmet başı ödeme durumlarında hekimlere maddi açıdan menfaat sağlaması sayılabilir (290).

Hekimlerin malzeme kaynağının hangi hastası için daha gerekli olduğuna karar vermesi de bir etik ikilemdir. Kaynakların sınırlı oluşu ve sağlık yöneticileri tarafından etkin planlama yapılamaması; yararlı olma ödevi ile adalet çerçevesindeki yükümlülükleri bakımından hekimleri etik değerlendirme yapmak zorunda bırakmaktadır. Eşitlikçi bir yaklaşım ile sağlık hizmeti almak için başvuran her kişiye görüntüleme hizmeti sunmak adaleti sağlamak üzere bir çözüm gibi görünebilir ancak randevu ve raporlama sürelerinin uzun olduğu sağlık tesislerinde bu durum tıbbi olarak cihazlara daha fazla ve daha acil olarak ihtiyacı olan kişilerin erişimini kısıtlayabilir (291).

OECD 2021 raporunda Türkiye’de 1 milyon kişi başına düşen MR cihazı sayısı 10.9 adet olup OECD ülkeleri arasında 24. sıradadır (292) . Bununla birlikte Uluslararası karşılaştırma yapıldığında Türkiye 1000 kişiye düşen MR görüntüleme sayısında Dünyada birincidir (293). Görüntüleme işlem sayılarının ekipman yatırımı karşısında yüksek oluşu, yararcı yaklaşımların hedeflediği gibi çok sayıda kişiye hizmet sunulmak istendiğini gösterebilir. Görüntüleme hizmetleri kapsamında çok sayıda kişiye ortalama hizmet sunma düşüncesinin bazı kişilerin sağlık hizmetinden mahrum kalmasına sebep olabileceği düşünülmelidir.



Tablo 11: Ülkelere göre 1 milyon kişi başına düşen MR cihazı sayısı (292)



Kaynak: Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, OECD Health Data 2019

Not: Türkiye verisi 2018 yılına aittir. Ülke verileri 2017 yılına veya en yakın yıla aittir.

Tablo 12: Ülkelere göre bin kişiye düşen MR görüntüleme sayısı (293)

Hastanemizde çekilen tüm ayak bileği MR'ları (travma, tümör, romatolojik hastalık vb.) neredeyse aynı sekans ve özellikte çekilmekte olup, bu durumunda pek çok patolojinin saptanmasını zorlaştırdığını, ön taniya uygun çekim ve kalibrasyon değerleriyle pek çok patolojinin çok daha rahat ortaya çıkarılabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca daha fazla çekim yapabilmek için çekim süresinin kısaltılması ve buna bağlı olarak görüntü kalitesinin düşmesi de yalancı pozitif ve yalancı negatif tanıların konmasına neden olabildiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızın retrospektif olması, MR çekimlerimizin standardize olmaması, çalışmadaki tüm hastaların AOFAS skorlarının olmaması, hastaların travmaları ile MR çekilmesi arasındaki zamanın tam olarak belirlenememiş olması çalışmamızın kısıtlayıcı yanlarından. Daha geniş hasta serilerinde prospektif olarak yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇLAR

Sonuç olarak ayak bileği ligaman patolojilerinin tespitinde MR güvenli ve etkili bir yöntem olup, MR çekme gerekliliğinde AOFAS skorunun kullanılabileceğini böylece gereksiz

MR çekilmesi, zaman ve maddi kaybın önemli ölçüde önlenebileceğini saptadık. Kişi başına MR cihazı sayısında dünyada 24. sırada olmamıza rağmen kişi başına çekilen MR görüntüleme sayısında dünya birincisi olmamız ülkemizde MR çekimin bazı kural veya skorlar kullanılarak düzenlenmesi gerektiğini düşündürmektedir. Biz çalışmamızda ayak bileği burkulması olan ve MR çekimi düşünülen hastada AOFAS skorunun bakılmasını, AOFAS skoru 80 den büyükse ligaman patolojisi olma ihtimalinin daha az olduğunu ve MR çekimi için acele edilmemesini önermekteyiz. Ayak bileği ligaman hasarı olduğu düşünülen hastalarda AOFAS skorunun kullanılmasının gereksiz MR çekimini önlemede etkili olduğunu vurgulamaktayız.



Kaynakça

1. Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med.* 2007;37(1):73-94. doi: 10.2165/00007256-200737010-00006. PMID: 17190537.
2. Hubbard TJ, Kaminski TW, Vander Griend RA, Kovalski JE. Quantitative assessment of mechanical laxity in the functionally unstable ankle. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 May;36(5):760-6. doi: 10.1249/01.mss.0000126604.85429.29. PMID: 15126707.
3. Irgit, Kaan & Topkar, Osman. Sporcularda ayak bileği dış yan bağ yaralanmalarında güncel yaklaşımlar. *TOTBID Dergisi.* 17. 10.14292/totbid.dergisi.2018.01.
4. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin CW, Hiller CE. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2010 Nov;42(11):2106-21. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181de7a8a. PMID: 20351590.
5. Braun BL. Effects of ankle sprain in a general clinic population 6 to 18 months after medical evaluation. *Arch Fam Med.* 1999 Mar-Apr;8(2):143-8. doi: 10.1001/archfami.8.2.143. PMID: 10101985.
6. Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1985 Jun;6(3):180-2. doi: 10.1055/s-2008-1025836. PMID: 4030196.
7. Scillia AJ, Pierce TP, Issa K, Wright C, Callaghan JJ, Festa A, McInerney VK. Low Ankle Sprains: A Current Review of Diagnosis and Treatment. *Surg Technol Int.* 2017 Jul 25;30:411-414. PMID: 28537353.
8. Hunt KJ, Phisitkul P, Pirolo J, Amendola A. High Ankle Sprains and Syndesmotic Injuries in Athletes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015 Nov;23(11):661-73. doi: 10.5435/JAAOS-D-13-00135. PMID: 26498585.

9. Waterman BR, Belmont PJ Jr, Cameron KL, Svoboda SJ, Alitz CJ, Owens BD. *Risk factors for syndesmotic and medial ankle sprain: role of sex, sport, and level of competition. Am J Sports Med.* 2011 May;39(5):992-8. doi: 10.1177/0363546510391462. Epub 2011 Feb.
10. Golanó P, Vega J, de Leeuw PAJ, Malagelada F, Manzanares MC, Götzens V, et al. *Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(4):944-56.
11. Amis AA, de Leeuw PA, van Dijk CN. *Surgical anatomy of the foot and ankle. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(5):555-6.
12. Maceira E, Monteagudo M. *Subtalar anatomy and mechanics. Foot and ankle clinics.* 2015;20(2):195-221.
13. Kelikian AS. *Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle Descriptive, Topographic, Functional. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015.*
14. Yamaguchi R, Nimura A, Amaha K, Yamaguchi K, Segawa Y, Okawa A, et al. *Anatomy of the Tarsal Canal and Sinus in Relation to the Subtalar Joint Capsule. Foot Ankle Int.* 2018.
15. Cahill DR. *The anatomy and function of the contents of the human tarsal sinus and canal. Anat Rec.* 1965;153(1):1-17.
16. Jotoku T, Kinoshita M, Okuda R, Abe M. *Anatomy of ligamentous structures in the tarsal sinus and canal. Foot Ankle Int.* 2006;27(7):533-8.
17. Smith JW. *The ligamentous structures in the canalis and sinus tarsi. J Anat.* 1958;92(4):616- 20.
18. Bali N, Theivendran K, Prem H. *Computed Tomography Review of Tarsal Canal Anatomy with Reference to the Fitting of Sinus Tarsi Implants in the Tarsal Canal. The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2013;52(6):714-6.

19. Rein S, Manthey S, Zwipp H, Witt A. Distribution of sensory nerve endings around the human sinus tarsi: a cadaver study. *J Anat.* 2014;224(4):499-508.
20. Cromeens B. Ligament and joint anatomy of the hindfoot: Variations and clinical implications. In: Reeves RE, Jung M, Kirchhoff C, Motley T, Rosales A, Smith M, editors.: *ProQuest Dissertations Publishing*; 2012.
21. Limarzi G, Scherer K, Porrino J. Visualization of the Ankle Lateral Collateral Ligament Complex. *PM&R.* 2017;9(10):1051-61.
22. Heilman AE, Braly WG, Bishop JO, Noble PC, Tullos HS. An anatomic study of subtalar instability. *Foot Ankle.* 1990;10(4):224-8.
23. Weindel S, Schmidt R, Rammelt S, Claes L, v Campe A, Rein S. Subtalar instability: a biomechanical cadaver study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(3):313-9.
24. Mabit C, Boncoeur-Martel MP, Chaudruc JM, Valleix D, Descottes B, Caix M. Anatomic and MRI study of the subtalar ligamentous support. *Surg Radiol Anat.* 1997;19(2):111-7.
25. Mittlmeier T, Wichelhaus A. Subtalar joint instability. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2015;41(6):623-9.
26. Sangeorzan A, Sangeorzan B. Subtalar Joint Biomechanics: From Normal to Pathologic. *Foot Ankle Clin.* 2018;23(3):341-52.
27. Kim TH, Moon SG, Jung H-G, Kim NR. Subtalar instability: imaging features of subtalar ligaments on 3D isotropic ankle MRI. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:475.
28. Aynardi M, Pedowitz DI, Raikin SM. Subtalar instability. *Foot Ankle Clin.* 2015;20(2):243-52.
29. Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train.* 2002;37(4):364-75.
30. Li S-Y, Hou Z-D, Zhang P, Li H-L, Ding Z-H, Liu Y-J. Ligament Structures in the Tarsal Sinus and Canal. *Foot Ankle Int.* 2013;34(12):1729-36.

31. Harper MC. *The lateral ligamentous support of the subtalar joint. Foot Ankle. 1991;11(6):354-8.*
32. Yildiz S, Yalcin B. *The anterior talofibular and calcaneofibular ligaments: an anatomic study. Surg Radiol Anat. 2013;35(6):511-6.*
33. Vega J, Malagelada F, Dalmau-Pastor M. *The lateral fibulotalocalcaneal ligament complex: an ankle stabilizing isometric structure. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2018:1-10.*
34. Rein S, Hagert E, Schneiders W, Fieguth A, Zwipp H. *Histological Analysis of the Structural Composition of Ankle Ligaments. Foot Ankle Int. 2015;36(2):211-24.*
35. Rumian AP, Wallace AL, Birch HL. *Tendons and ligaments are anatomically distinct but overlap in molecular and morphological features--a comparative study in an ovine model. J Orthop Res. 2007;25(4):458-64.*
36. Golanó P, Vega J, de Leeuw PA. *Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18:557.*
37. Sarrafian SK, Kelikian AS. *Sarrafian's anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional. 2005; 166 p.*
38. Kelikian AS. *Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle Descriptive, Topographic, Functional. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015.*
39. Bray RC, Leonard CA, Salo PT. *Correlation of healing capacity with vascular response in the anterior cruciate and medial collateral ligaments of the rabbit. J Orthop Res. 2003;21(6):1118-23.*
40. Vavken P, Saad FA, Murray MM. *Age dependence of expression of growth factor receptors in porcine ACL fibroblasts. J Orthop Res. 2010;28(8):1107-12.*
41. Zhao L, Thambyah A, Broom N. *Crimp morphology in the ovine anterior cruciate ligament. J Anat. 2015;226(3):278-88.*

42. Yahia LH, Drouin G. Microscopical investigation of canine anterior cruciate ligament and patellar tendon: collagen fascicle morphology and architecture. *J Orthop Res.* 1989;7(2):243-51.
43. Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourne Y. Chronic ankle instability: biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96(4):424-32.
44. Bray CR, Salo TP, Lo KI, Ackermann BP, Rattner AJ, Hart AD. Normal Ligament Structure, Physiology and Function. *Sports Med Arthrosc.* 2005;13(3):127-35.
45. Alberts B. *Molecular biology of the cell.* 2015.
46. Frank C, Amiel D, Woo SL, Akeson W. Normal ligament properties and ligament healing. *Clin Orthop Relat Res.* 1985(196):15-25.
47. Frank CB. Ligament structure, physiology and function. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2004;4(2):199-201.
48. McKee TJ, Perlman G, Morris M, Komarova SV. Extracellular matrix composition of connective tissues: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2019;9(1):10542.
49. Chen X, Jones IA, Park C, Vangsness CT, Jr. The Efficacy of Platelet-Rich Plasma on Tendon and Ligament Healing: A Systematic Review and Meta-analysis With Bias Assessment. *Am J Sports Med.* 2018;46(8):2020-32.
50. Weiss JA, Gardiner JC, Ellis BJ, Lujan TJ, Phatak NS. Three-dimensional finite element modeling of ligaments: Technical aspects. *Med Eng Phys.* 2005;27(10):845-61.
51. Benjamin M, Kaiser E, Milz S. Structure-function relationships in tendons: a review. *J Anat.* 2008;212(3):211-28.
52. Cromeens B. Ligament and joint anatomy of the hindfoot: Variations and clinical implications. In: Reeves RE, Jung M, Kirchhoff C, Motley T, Rosales A, Smith M, editors.: *ProQuest Dissertations Publishing*; 2012.

53. Kadler KE, Holmes DF, Trotter JA, Chapman JA. Collagen fibril formation. *The Biochemical journal*. 1996;316 (1):1.
54. Attarian DE, McCrackin HJ, DeVito DP, McElhaney JH, Garrett WE, Jr. Biomechanical characteristics of human ankle ligaments. *Foot Ankle*. 1985;6(2):54-8.
55. Annovazzi L, Genna F. An engineering, multiscale constitutive model for fiber-forming collagen in tension. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 2010;92A(1):254-66.
56. Qu D, Lu HH. 15 - Bone–ligament interface: Elsevier Ltd; 2015. p. 363-75 .
57. Pedowitz RA, O'Connor JJ, Akeson WH, Akeson WH, Pedowitz R, O'Connor JJ. *Daniel's Knee Injuries: Ligament and Cartilage Structure, Function, Injury, and Repair*. Philadelphia: Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2003.
58. Birch HL, Thorpe CT, Rumian AP. Specialisation of extracellular matrix for function in tendons and ligaments. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2013;3(1):12-22.
59. Lo IK, Chi S, Ivie T, Frank CB, Rattner JB. The cellular matrix: a feature of tensile bearing dense soft connective tissues. *Histol Histopathol*. 2002;17(2):523-37.
60. Amiel D, Frank C, Harwood F, Fronek J, Akeson W. Tendons and ligaments: a morphological and biochemical comparison. *J Orthop Res*. 1984;1(3):257-65.
61. Jacobson JA. *Fundamentals of musculoskeletal ultrasound*. 2nd ed. Ebsco, editor. Philadelphia, PA: Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders; 2013.
62. Surrao DC, Fan JC, Waldman SD, Amsden BG. A crimp-like microarchitecture improves tissue production in fibrous ligament scaffolds in response to mechanical stimuli. *Acta Biomater*. 2012;8(10):3704-13.
63. Swedberg AM, Reese SP, Maas SA, Ellis BJ, Weiss JA. Continuum description of the Poisson's ratio of ligament and tendon under finite deformation. *J Biomech*. 2014;47(12):3201-9.

64. Landzhov B, Georgiev G, Brainova I. *The Epiligament-The Main Donor of Cells and Vessels during Healing Of the Collateral Ligaments of the Knee* 2015.

65. Georgiev GP, et al. *A comparative study of the epiligament of the medial collateral and the anterior cruciate ligament in the human knee. Immunohistochemical analysis of collagen type I and V and procollagen type III. Annals of Anatomy – Anat. Anz.* 2019.

66. Chowdhury P, Matyas JR, Frank CB. *The "epiligament" of the rabbit medial collateral ligament: a quantitative morphological study. Connect Tissue Res.* 1991;27(1):33-50.

67. Bray RC, Leonard CA, Salo PT. *Vascular physiology and long-term healing of partial ligament tears. J Orthop Res.* 2002;20(5):984-9.

68. McDougall JJ, Giles RW, Bray RC, Hart DA. *Pregnancy-induced changes in rabbit medial collateral ligament vasoregulation. Am J Physiol.* 1998;275(4):R1380-5.

69. Hart DA, Reno C, Frank CB, Shrive NG. *Pregnancy affects cellular activity, but not tissue mechanical properties, in the healing rabbit medial collateral ligament. J Orthop Res.* 2000;18(3):462-71.

70. Benjamin M, Toumi H, Ralphs JR, Bydder G, Best TM, Milz S. *Where tendons and ligaments meet bone: attachment sites ('enthese') in relation to exercise and/or mechanical load. J Anat.* 2006;208(4):471-90.

71. Apostolakis J, Durant TJ, Dwyer CR, Russell RP, Weinreb JH, Alaei F, et al. *The enthesis: a review of the tendon-to-bone insertion. Muscles Ligaments Tendons J.* 2014;4(3):333-42.

72. Van Holsbeeck M, Introcaso JH. *Musculoskeletal ultrasound. St. Louis, Mo; London: Mosby; 2016.*

73. Bianchi S, Baert AL, Abdelwahab IF, Derchi LE, Martinoli C, Rizzatto G, et al. *Ultrasound of the Musculoskeletal System: Springer Berlin Heidelberg; 2007.*

74. Hauser R, E Dolan E, J Phillips H, C Newlin A, E Moore R, Woldin B. *Ligament Injury and Healing: A Review of Current Clinical Diagnostics and Therapeutics* 2013.

75. Golanó P, Vega J, de Leeuw PAJ, Malagelada F, Manzanares MC, Götzens V, et al. *Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(4):944-56.

76. Milner CE, Soames RW. *Anatomy of the collateral ligaments of the human ankle joint. Foot Ankle Int.* 1998;19(11):757-60.

77. Dijk vCN, Manzanares MC, Malagelada F, Götzens V, Vega J, Leeuw dPAJ, et al. *Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. Endpage.* 2010;18(5):557-69.

78. van den Bekerom MPJ, Oostra RJ, Golanó P, van Dijk CN. *The anatomy in relation to injury of the lateral collateral ligaments of the ankle: A current concepts review. Clin Anat.* 2014;27(7):1119.

79. Williams BT, Ahrberg AB, Goldsmith MT, Campbell KJ, Shirley L, Wijdicks CA, et al. *Ankle Syndesmosis: A Qualitative and Quantitative Anatomic Analysis. The American Journal of Sports Medicine.* 2015;43(1):88-97.

80. Campbell KJ, Michalski MP, Wilson KJ, Goldsmith MT, Wijdicks CA, LaPrade RF, et al. *The Ligament Anatomy of the Deltoid Complex of the Ankle: A Qualitative and Quantitative Anatomical Study* 2014 2014-04-16 00:00:00. e62 p.

81. Taser F, Shafiq Q, Ebraheim NA. *Anatomy of lateral ankle ligaments and their relationship to bony landmarks. Surg Radiol Anat.* 2006;28(4):391-7.

82. Raheem OA, O'Brien M. *Anatomical review of the lateral collateral ligaments of the ankle: a cadaveric study. Anatomical Science International.* 2011;86(4):189-93.

83. van den Bekerom MP, Oostra RJ, Golano P, van Dijk CN. *The anatomy in relation to injury of the lateral collateral ligaments of the ankle: a current concepts review. Clin Anat.* 2008;21(7):619-26.

84. Golanó P, Vega J, de Leeuw PA. *Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:557.
85. Dong P, Gu S, Jiang Y, Yao W, Zhang K, Tao T, et al. *All arthroscopic remnant-preserving reconstruction of the lateral ligaments of the ankle: A biomechanical study and clinical application. Biochem Biophys Res Commun.* 2018;505(4):985-90.
86. Milner CE, Soames RW. *Anatomy of the collateral ligaments of the human ankle joint. Foot Ankle Int.* 1998;19(11):757-60.
87. Seebauer CJ, Bail HJ, Rump JC, Hamm B, Walter T, Teichgraber UK. *Ankle laxity: stress investigation under MRI control. AJR Am J Roentgenol.* 2013;201(3):496-504.
88. Seebauer CJ, Bail HJ, Rump JC, Hamm B, Walter T, Teichgraber UK. *Ankle laxity: stress investigation under MRI control. AJR Am J Roentgenol.* 2013;201(3):496-504.
89. Clifton DR, Koldenhoven RM, Hertel J, Onate JA, Dompier TP, Kerr ZY. *Epidemiological Patterns of Ankle Sprains in Youth, High School, and College Football. The American Journal of Sports Medicine.* 2017;45(2):417-2.
90. Shah S, Thomas AC, Noone JM, Blanchette CM, Wikstrom EA. *Incidence and Cost of Ankle Sprains in United States Emergency Departments. Sports Health: A Multidisciplinary Approach.* 2016;8(6):547-52.
91. Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, Holden S. *Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. Br J Sports Med.* 2017;51(2):113-25.
92. Waterman BR, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ, Jr. *The epidemiology of ankle sprains in the United States. J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(13):2279-84.
93. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. *The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. Sports Med.* 2014;44(1):123-40.

94. Brostrom L. Sprained ankles. V. Treatment and prognosis in recent ligament ruptures. *Acta Chir Scand.* 1966;132(5):537-50.
95. de Asla RJ, Kozánek M, Wan L, Rubash HE, Li G. Function of anterior talofibular and calcaneofibular ligaments during in-vivo motion of the ankle joint complex. *J Orthop Surg Res.* 2009;4:7.
96. Nyska M, Mann G. *The unstable ankle.* Champaign, IL: Human Kinetics; 2002.
97. Khor YP, Tan KJ. The Anatomic Pattern of Injuries in Acute Inversion Ankle Sprains: A Magnetic Resonance Imaging Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2013;1(7):2325967113517078.
98. Matsui K, Takao M, Tochigi Y, Ozeki S, Glazebrook M. Anatomy of anterior talofibular ligament and calcaneofibular ligament for minimally invasive surgery: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(6):1892-902.
99. Ebraheim NA, Taser F, Shafiq Q, Yeasting RA. Anatomical evaluation and clinical importance of the tibiofibular syndesmosis ligaments. *Surg Radiol Anat.* 2006;28(2):142-9.
100. Croy T, Saliba S, Saliba E, Anderson MW, Hertel J. Talofibular interval changes after acute ankle sprain: a stress ultrasonography study of ankle laxity. *J Sport Rehabil.* 2013;22(4):257-63.
101. Martin RL, Davenport TE, Paulseth S, Wukich DK, Godges JJ. Ankle stability and movement coordination impairments: ankle ligament sprains. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(9):A1-40.
102. Klauser AS, Tagliafico A, Allen GM, Boutry N, Campbell R, Court-Payen M, et al. Clinical indications for musculoskeletal ultrasound: a Delphi-based consensus paper of the European Society of Musculoskeletal Radiology. *Eur Radiol.* 2012;22(5):1140-8.
103. Liu K, Gustavsen G, Royer T, Wikstrom EA, Glutting J, Kaminski TW. Increased Ligament Thickness in Previously Sprained Ankles as Measured by Musculoskeletal Ultrasound. *J Athl Train.* 2014.

104. Stephens MM, Sammarco GJ. *The stabilizing role of the lateral ligament complex around the ankle and subtalar joints. Foot Ankle. 1992;13(3):130-6.*
105. Ugurlu M, Bozkurt M, Demirkale I, Comert A, Acar HI, Tekdemir I. *Anatomy of the lateral complex of the ankle joint in relation to peroneal tendons, distal fibula and talus: a cadaveric study. Eklem Hastalik Cerrahisi. 2010;21(3):153-8.*
106. Milner CE, Soames RW. *Anatomical variations of the anterior talofibular ligament of the human ankle joint. J Anat. 1997;191(3):457-8.*
107. Khawaji B, Soames R. *The anterior talofibular ligament: A detailed morphological study. The Foot. 2015;25(3):141-7.*
108. Burks RT, Morgan J. *Anatomy of the lateral ankle ligaments. Am J Sports Med. 1994;22(1):72-7.*
109. Siegler S, Block J, Schneck CD. *The mechanical characteristics of the collateral ligaments of the human ankle joint. Foot Ankle. 1988;8(5):234-42.*
110. Neuschwander TB, Indresano AA, Hughes TH, Smith BW. *Footprint of the Lateral Ligament Complex of the Ankle. Foot Ankle Int. 2013;34(4):582-6.*
111. Clanton TO, Campbell KJ, Wilson KJ, Michalski MP, Goldsmith MT, Wijdicks CA, et al. *Qualitative and Quantitative Anatomic Investigation of the Lateral Ankle Ligaments for Surgical Reconstruction Procedures. J Bone Joint Surg Am. 2014;96(12):e98.*
112. Choo HJ, et al. *Multibanded Anterior Talofibular Ligaments in Normal Ankles and Sprained Ankles Using 3D Isotropic Proton Density–Weighted Fast Spin-Echo MRI Sequence. American Journal of Roentgenology. 2013;202(1):W87-W94.*
113. Margetic P, Pavic R. *Comparative assessment of the acute ankle injury by ultrasound and magnetic resonance. Coll Antropol. 2012;36(2):605-10.*
114. Edama M, Kageyama I, Kikumoto T, Nakamura M, Ito W, Nakamura E, et al. *Morphological features of the anterior talofibular ligament by the number of fiber bundles. Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger. 2018;216:69-74.*

115. Supare M, Pandit S, Bagul A. Estimation of stature from hand length and hand breadth in medical students of Maharashtra, India. *International Journal of Health & Allied Sciences*. 2015;4(3):154-9.
116. Edama M, Ikezu M, Kaneko F, Kikumoto T, Takabayashi T, Hirabayashi R, et al. Morphological features of the bifurcated ligament. *Surg Radiol Anat*. 2018:1-5.
117. Van Holsbeeck M, Introcaso JH. *Musculoskeletal ultrasound*. St. Louis, Mo; London; Mosby; 2016.
118. Martinoli C. *Musculoskeletal ultrasound: technical guidelines. Insights into Imaging*. 2010;1(3):99-141.
119. Meehan TM, Martinez-Salazar EL, Torriani M. Aftermath of Ankle Inversion Injuries: Spectrum of MR Imaging Findings. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2017;25(1):45-61.
120. Kitsoulis P, Marini A, Pseftinakou A, Iliou K, Galani V, Paraskevas G. Morphological study of the calcaneofibular ligament in cadavers. *Folia Morphol (Warsz)*. 2011;70(3):180-4.
121. Panagiotakis E, Mok K-M, Fong DT-P, Bull AMJ. Biomechanical analysis of ankle ligamentous sprain injury cases from televised basketball games: Understanding when, how and why ligament failure occurs. *J Sci Med Sport*. 2017;20(12):1057-61.
122. Fong DT, Chan YY, Mok KM, Yung P, Chan KM. Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2009;1:14.
123. Kreitner KF, Ferber A, Grebe P, Runkel M, Berger S, Thelen M. Injuries of the lateral collateral ligaments of the ankle: assessment with MR imaging. *Eur Radiol*. 1999;9(3):519-24;70(3):180-4.
124. Gomez JE, Ross SK, Calmbach WL, Kimmel RB, Schmidt DR, Dhanda R. Body fatness and increased injury rates in high school football linemen. *Clin J Sport Med*. 1998;8(2):115-20.

125. van Putte-Katier N, van Ochten JM, van Middelkoop M, Bierma-Zeinstra SMA, Oei EHG. *Magnetic resonance imaging abnormalities after lateral ankle trauma in injured and contralateral ankles. Eur J Radiol.* 2015;84(12):2586-92.
126. Akatsuka Y, Teramoto A, Takashima H, Watanabe K, Yamashita T. *Morphological evaluation of the calcaneofibular ligament in different ankle positions using a three-dimensional MRI sequence. Surg Radiol Anat.* 2019;41(3):307-11.
127. Trouilloud P, Dia A, Grammont P, Gelle MC, Autissier JM. [Variations in the calcaneo-fibular ligament (lig. calcaneofibulare). Application to the kinematics of the ankle]. *Bull Assoc Anat (Nancy).* 1988;72(216):31-5.
128. Yoshizuka H, Shibata K, Asami T, Kuraoka A. *Anatomical variation in the form of inter- and intra-individual laterality of the calcaneofibular ligament. Anatomical Science International.* 2018;93(4):495-501.
129. Muhle C, Frank LR, Rand T, Yeh L, Wong EC, Skaf A, et al. *Collateral ligaments of the ankle: high-resolution MR imaging with a local gradient coil and anatomic correlation in cadavers. Radiographics.* 1999;19(3):673-83.
130. Wu X, Song W, Zheng C, Zhou S, Bai S. *Morphological study of mechanoreceptors in collateral ligaments of the ankle joint. J Orthop Surg Res.* 2015;10:92.
131. Muhle C, Frank LR, Rand T, Yeh L, Wong EC, Skaf A, et al. *Collateral ligaments of the ankle: high-resolution MR imaging with a local gradient coil and anatomic correlation in cadavers. Radiographics.* 1999;19(3):673-83.
132. Altchek D, DiGiovanni CW, Dines JS, Positano RG. *Foot and ankle sports medicine. Philadelphia, Pa: Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins Health;* 2013.
133. Kerkhoffs GM, Struijs PA, van Dijk CN. *Acute treatment of inversion ankle sprains: immobilization versus functional treatment. Clin Orthop Relat Res.* 2007;463:250-1.

134. Döring S, Provyn S, Marcelis S, Shahabpour M, Boulet C, de Mey J, et al. Ankle and midfoot ligaments: Ultrasound with anatomical correlation: A review. *Eur J Radiol.* 2018;107:216-26.
135. Boonthathip M, Chen L, Trudell D, Resnick D. Lateral ankle ligaments: MR arthrography with anatomic correlation in cadavers. *Clin Imaging.* 2011;35(1):42-8.
136. Wenny R, Duscher D, Meytap E, Weninger P, Hirtler L. Dimensions and attachments of the ankle ligaments: evaluation for ligament reconstruction. *Anatomical Science International.* 2015;90(3):161-71.
137. Savage-Elliott I, Murawski CD, Smyth NA, Golano P, Kennedy JG. The deltoid ligament: an indepth review of anatomy, function, and treatment strategies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(6):1316-27.
138. Campbell KJ, Michalski MP, Wilson KJ, Goldsmith MT, Wijdicks CA, LaPrade RF, et al. The ligament anatomy of the deltoid complex of the ankle: a qualitative and quantitative anatomical study. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(8):e62.
139. Earll M, Wayne J, Brodrick C, Vokshoor A, Adelaar R. Contribution of the deltoid ligament to ankle joint contact characteristics: a cadaver study. *Foot Ankle Int.* 1996;17(6):317-24.
140. Harper MC. Deltoid ligament: an anatomical evaluation of function. *Foot Ankle.* 1987;8(1):19-22.
141. Harper MC. The deltoid ligament. An evaluation of need for surgical repair. *Clin Orthop Relat Res.* 1988(226):156-68.
142. Lauge-Hansen N. Ligamentous ankle fractures; diagnosis and treatment. *Acta Chir Scand.* 1949;97(6):544-50.
143. Lee SH, Jacobson J, Trudell D, Resnick D. Ligaments of the ankle: normal anatomy with MR arthrography. *J Comput Assist Tomogr.* 1998;22(5):807-13.

144. Zhao HM, Lu J, Zhang F, Wen XD, Li Y, Hao DJ, et al. *Surgical treatment of ankle fracture with or without deltoid ligament repair: a comparative study. BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):543.
145. Yu GR, Zhang MZ, Aiyer A, Tang X, Xie M, Zeng LR, et al. *Repair of the acute deltoid ligament complex rupture associated with ankle fractures: a multicenter clinical study. J Foot Ankle Surg.* 2015;54(2):198-202.
146. Guerra-Pinto F, Fabian A, Mota T, Díaz T, Monzo M, Martin Oliva X. *The tibiocalcaneal bundle of the deltoid ligament – Prevalence and variations. Foot Ankle Surg.* 2020.
147. Crim JR, Beals TC, Nickisch F, Schannen A, Saltzman CL. *Deltoid ligament abnormalities in chronic lateral ankle instability. Foot Ankle Int.* 2011;32(9):873-8.
148. McCollum GA, van den Bekerom MP, Kerkhoffs GM, Calder JD, van Dijk CN. *Syndesmosis and deltoid ligament injuries in the athlete. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(6):1328-37.
149. van den Bekerom MP, Mutsaerts EL, van Dijk CN. *Evaluation of the integrity of the deltoid ligament in supination external rotation ankle fractures: a systematic review of the literature. Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(2):227-35.
150. Mengiardi B, Pfirrmann CWA, Vienne P, Hodler J, Zanetti M. *Medial Collateral Ligament Complex of the Ankle: MR Appearance in Asymptomatic Subjects. Radiology.* 2007;242(3):817-24.
151. Roach CJ, Haley CA, Cameron KL, Pallis M, Svoboda SJ, Owens BD. *The Epidemiology of Medial Collateral Ligament Sprains in Young Athletes. The American Journal of Sports Medicine.* 2014;42(5):1103-9.
152. Jeong MS, Choi YS, Kim YJ, Kim JS, Young KW, Jung YY. *Deltoid ligament in acute ankle injury: MR imaging analysis. Skeletal Radiol.* 2014;43(5):655-63.
153. Nazarenko A, Beltran LS, Bencardino JT. *Imaging evaluation of traumatic ligamentous injuries of the ankle and foot. Radiol Clin North Am.* 2013;51(3):455-78.

154. Fenech MA, Hughes, S., Wearing, S. C., Reed, L. *Deltoid ligament involvement in ankle sprains in an athletic population. ESSR 2016 / P-0037. 2016.*
155. Roemer FW, Jomaah N, Niu J, Almusa E, Roger B, D'Hooghe P, et al. *Ligamentous Injuries and the Risk of Associated Tissue Damage in Acute Ankle Sprains in Athletes. The American Journal of Sports Medicine. 2014;42(7):1549-57.*
156. Gerber JP, Williams GN, Scoville CR, Arciero RA, Taylor DC. *Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. Foot Ankle Int. 1998;19(10):653-60.*
157. Waterman BR, Belmont PJ, Jr., Cameron KL, Svoboda SJ, Alitz CJ, Owens BD. *Risk factors for syndesmotic and medial ankle sprain: role of sex, sport, and level of competition. Am J Sports Med. 2011;39(5):992-8.*
158. Panchani PN, Chappell TM, Moore GD, Tubbs RS, Shoja MM, Loukas M, et al. *Anatomic Study of the Deltoid Ligament of the Ankle. Foot Ankle Int. 2014;35(9):916-21.*
159. Boss AP, Hintermann B. *Anatomical study of the medial ankle ligament complex. Foot Ankle Int. 2002;23(6):547-53.*
160. Pankovich AM, Shivaram MS. *Anatomical basis of variability in injuries of the medial malleolus and the deltoid ligament. I. Anatomical studies. Acta Orthop Scand. 1979;50(2):217-23.*
161. Cromeens BP, Kirchhoff CA, Patterson RM, Motley T, Stewart D, Fisher C, et al. *An attachment-based description of the medial collateral and spring ligament complexes. Foot Ankle Int. 2015;36(6):710-21.*
162. Clanton TO, Williams BT, James EW, Campbell KJ, Rasmussen MT, Haytmanek CT, et al. *Radiographic Identification of the Deltoid Ligament Complex of the Medial Ankle. The American Journal of Sports Medicine. 2015;43(11):2753-62.*
163. Bonnin JG. *Injury to the ligaments of the ankle. J Bone Joint Surg Br. 1965;47(4):609-11.*

164. Close JR. *Some applications of the functional anatomy of the ankle joint. J Bone Joint Surg Am.* 1956;38-a(4):761-81.
165. Oburu E, Myerson MS. *Deltoid Ligament Repair in Flatfoot Deformity. Foot and Ankle Clinics of North America.* 2017;22(3):503-14.
166. Chhabra A, Subhawong TK, Carrino JA. *MR Imaging of Deltoid Ligament Pathologic Findings and Associated Impingement Syndromes. Radiographics.* 2010;30(3):751-61.
167. Milner CE, Soames RW. *The medial collateral ligaments of the human ankle joint: anatomical variations. Foot Ankle Int.* 1998;19(5):289-92.
168. Alves T, et al. *Normal and Injured Ankle Ligaments on Ultrasonography With Magnetic Resonance Imaging Correlation. Journal of ultrasound in medicine: official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine.* 2019;38(2):513.
169. Omar SMMH, El-Kalaa FA, Ali ESF, Abd El-Karim AA, El Sekily NM. *Anatomical and magnetic resonance imaging study of the medial collateral ligament of the ankle joint. Alexandria Journal of Medicine.* 2016;52(1):73-81.
170. Hogan MV, Dare DM, Deland JT. *Is deltoid and lateral ligament reconstruction necessary in varus and valgus ankle osteoarthritis, and how should these procedures be performed? Foot Ankle Clin.* 2013;18(3):517-27.
171. Tornetta P, 3rd. *Competence of the deltoid ligament in bimalleolar ankle fractures after medial malleolar fixation. J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(6):843-8.
172. Rasmussen O, Kromann-Andersen C, Boe S. *Deltoid ligament. Functional analysis of the medial collateral ligamentous apparatus of the ankle joint. Acta Orthop Scand.* 1983;54(1):36-44.
173. Crim J. *Medial-sided Ankle Pain: Deltoid Ligament and Beyond: Deltoid Ligament and Beyond. Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2017;25(1):63-77.

174. Yamine K. *The Morphology and Prevalence of the Deltoid Complex Ligament of the Ankle. Foot Ankle Spec.* 2017;10(1):55-62.

175. Bartonicek J. *Anatomy of the tibiofibular syndesmosis and its clinical relevance. Surg Radiol Anat.* 2003;25(5-6):379-86.

176. Zalavras C, Thordarson D. *Ankle syndesmotic injury. J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15(6):330- 9.

177. Williams GN, Jones MH, Amendola A. *Syndesmotic Ankle Sprains in Athletes. The American Journal of Sports Medicine.* 2007;35(7):1197-207.

178. Morvan G, Busson J, Wybier M, Mathieu P. *Ultrasound of the ankle. Eur J Ultrasound.* 2001;14(1):73-82.

179. de Cesar PC, Avila EM, de Abreu MR. *Comparison of magnetic resonance imaging to physical examination for syndesmotic injury after lateral ankle sprain. Foot Ankle Int.* 2011;32(12):1110-4.

180. Lui TH, Ip K, Chow HT. *Comparison of radiologic and arthroscopic diagnoses of distal tibiofibular syndesmosis disruption in acute ankle fracture. Arthroscopy.* 2005;21(11):1370.

181. Wright RW, Barile RJ, Surprenant DA, Matava MJ. *Ankle syndesmosis sprains in national hockey league players. Am J Sports Med.* 2004;32(8):1941-5.

182. Mei-Dan O, Carmont M, Laver L, Nyska M, Kammar H, Mann G, et al. *Standardization of the functional syndesmosis widening by dynamic U.S examination. BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2013;5:9.

183. Scheyerer MJ, Helfet DL, Wirth S, Werner CM. *Diagnostics in suspicion of ankle syndesmotic injury. Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2011;40(4):192-7.

184. Großerlinden LG, Hartel M, Yamamura J, Schoennagel B, Bürger N, Krause M, et al. *Isolated syndesmotic injuries in acute ankle sprains: diagnostic significance of clinical examination and MRI. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(4):1180-6.

185. Hermans JJ, Beumer A, de Jong TA, Kleinrensink GJ. *Anatomy of the distal tibiofibular syndesmosis in adults: a pictorial essay with a multimodality approach. J Anat.* 2010;217(6):633-45.
186. Lilyquist M, Shaw A, Latz K, Bogener J, Wentz B. *Cadaveric Analysis of the Distal Tibiofibular Syndesmosis. Foot Ankle Int.* 2016;37(8):882-90.
187. Oh CS, Won HS, Hur MS, Chung IH, Kim S, Suh JS, et al. *Anatomic variations and MRI of the intermalleolar ligament. AJR Am J Roentgenol.* 2006;186(4):943-7.
188. Turkey M, Menon KV, Saeed K. *Arthroscopic Grading of Injuries of the Inferior Tibiofibular Syndesmosis. The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2018;57(6):1125-9.
189. Rammelt S, Zwipp H, Grass R. *Injuries to the distal tibiofibular syndesmosis: an evidencebased approach to acute and chronic lesions. Foot Ankle Clin.* 2008;13(4):611-33.
190. Chantelle van N, Barbara van D. *Dynamic ultrasound evaluation of the syndesmosis ligamentous complex and clear space in acute ankle injury, compared to magnetic resonance imaging and surgical findings. South African Journal of Radiology.* 2017;21(1):e1-e8.
191. Acevedo JI, Ortiz C, Golano P, Nery C. *ArthroBroström Lateral Ankle Stabilization Technique: An Anatomic Study. The American journal of sports medicine.* 2015;43(10):2564.
192. Mak MF, Gartner L, Pearce CJ. *Management of syndesmosis injuries in the elite athlete. Foot Ankle Clin.* 2013;18(2):195-214.
193. Nikolopoulos CE, Tsirikos AI, Sourmelis S, Papachristou G. *The Accessory Anteroinferior Tibiofibular Ligament as a Cause of Talar Impingement: A Cadaveric Study. The American Journal of Sports Medicine.* 2004;32(2):389-95.
194. Liu GT, Ryan E, Gustafson E, VanPelt MD, Raspovic KM, Lalli T, et al. *Three-Dimensional Computed Tomographic Characterization of Normal Anatomic Morphology and Variations of the Distal Tibiofibular Syndesmosis. J Foot Ankle Surg.* 2018;57(6):1130-6.

195. Subhas N, Vinson EN, Cothran RL, Santangelo JR, Nunley JA, 2nd, Helms CA. *MRI appearance of surgically proven abnormal accessory anterior-inferior tibiofibular ligament (Bassett's ligament). Skeletal Radiol.* 2008;37(1):27-33.
196. Akseki D, Pinar H, Yaldiz K, Akseki NG, Arman C. *The anterior inferior tibiofibular ligament and talar impingement: a cadaveric study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2002;10(5):321-6.
197. Yammine K. *Published Human Cadaveric Measurements Are Strongly Biased Toward the Elderly Population. Clin Anat.* 2020;33(5):804-8.
198. Golano P, Vega J, Perez-Carro L, Gotzens V. *Ankle anatomy for the arthroscopist. Part II: Role of the ankle ligaments in soft tissue impingement. Foot Ankle Clin.* 2006;11(2):275-96.
199. Bridgman SA, et al. *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. Emerg Med J.* 2003;20(6):508-10.
200. Fernandez WG, Yard EE, Comstock RD. *Epidemiology of lower extremity injuries among U.S. high school athletes. Acad Emerg Med.* 2007;14(7):641-5.
201. Holmer P, Sondergaard L, Konradsen L, Nielsen PT, Jorgensen LN. *Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. Foot Ankle Int.* 1994;15(2):72-4.
202. Lee SH, Yun SJ. *The feasibility of point-of-care ankle ultrasound examination in patients with recurrent ankle sprain and chronic ankle instability: Comparison with magnetic resonance imaging. Injury.* 2017;48(10):2323-8.
203. Haraguchi N, Armiger RS, Myerson MS, Campbell JT, Chao EY. *Prediction of threedimensional contact stress and ligament tension in the ankle during stance determined from computational modeling. Foot Ankle Int.* 2009;30(2):177-85.
204. Verhagen RA, de Keizer G, van Dijk CN. *Long-term follow-up of inversion trauma of the ankle. Arch Orthop Trauma Surg.* 1995;114(2):92-6.

205. Hootman JM, Dick R, Agel J. *Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train.* 2007;42(2):311-9.
206. Slaughterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP, Clark RJ, Xu K, Starch DW, et al. *The Menstrual Cycle, Sex Hormones, and Anterior Cruciate Ligament Injury. Journal of athletic training.* 2002;37(3):275-8.
207. Beynnon BD, Renstrom PA, Alosa DM, Baumhauer JF, Vacek PM. *Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. J Orthop Res.* 2001;19(2):213-20.
208. Charlton WP, Coslett-Charlton LM, Ciccotti MG. *Correlation of estradiol in pregnancy and anterior cruciate ligament laxity. Clin Orthop Relat Res.* 2001(387):165-70.
209. Shafiei SE, Peyvandi S, Kariminasab MH, Shayesteh Azar M, Daneshpoor SMM, Khalilian A, et al. *Knee Laxity Variations in the Menstrual Cycle in Female Athletes Referred to the Orthopedic Clinic. Asian J Sports Med.* 2016;7(4):e30199.
210. Belanger MJ, Moore DC, Crisco JJ, 3rd, Fadale PD, Hulstyn MJ, Ehrlich MG. *Knee laxity does not vary with the menstrual cycle, before or after exercise. Am J Sports Med.* 2004;32(5):1150-7.
211. Leblanc DR, Schneider M, Angele P, Vollmer G, Docheva D. *The effect of estrogen on tendon and ligament metabolism and function. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology.* 2017;172:106-16.
212. McHugh MP, Tyler TF, Tetro DT, Mullaney MJ, Nicholas SJ. *Risk Factors for Noncontact Ankle Sprains in High School Athletes: The Role of Hip Strength and Balance Ability. The American Journal of Sports Medicine.* 2006;34(3):464-70.
213. Fallat L, Grimm DJ, Saracco JA. *Sprained ankle syndrome: prevalence and analysis of 639 acute injuries. J Foot Ankle Surg.* 1998;37(4):280-5.

214. McHugh MP, Tyler TF, Tetro DT, Mullaney MJ, Nicholas SJ. Risk Factors for Noncontact Ankle Sprains in High School Athletes: The Role of Hip Strength and Balance Ability. *The American Journal of Sports Medicine*. 2006;34(3):464-70.
215. Tyler TF, McHugh MP, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ. Risk factors for noncontact ankle sprains in high school football players: the role of previous ankle sprains and body mass index. *Am J Sports Med*. 2006;34(3):471-5.
216. de Noronha M, Franca LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23(5):541-7.
217. Zonfrillo MR, Seiden JA, House EM, Shapiro ED, Dubrow R, Baker MD, et al. The association of overweight and ankle injuries in children. *Ambulatory pediatrics : the official journal of the Ambulatory Pediatric Association*. 2008;8(1):66-9.
218. Gribble PA, Terada M, Beard MQ, Kosik KB, Lepley AS, McCann RS, et al. Prediction of Lateral Ankle Sprains in Football Players Based on Clinical Tests and Body Mass Index. *The American Journal of Sports Medicine*. 2015;44(2):460-7.
219. Faude O, Junge A, Kindermann W, Dvorak J. Risk factors for injuries in elite female soccer players. *Br J Sports Med*. 2006;40(9):785-90.
220. van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RM, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med*. 2008;121(4):324-31.
221. McGowan RW, Pierce EF, Williams M, Eastman NW. Athletic injury and self diminution. *J Sports Med Phys Fitness*. 1994;34(3):299-304.
222. Galhoum AE, Wiewiorski M, Valderrabano V. Ankle instability: Anatomy, mechanics, management and sequelae. *Sports Orthopaedics and Traumatology*. 2017;33(1):47-56.
223. Baumhauer JF, O'Brien T. Surgical Considerations in the Treatment of Ankle Instability. *J Athl Train*. 2002;37(4):458-62.

224. Li H, et al. *Activity Level and Function 2 Years After Anterior Talofibular Ligament Repair: A Comparison Between Arthroscopic Repair and Open Repair Procedures. The American Journal of Sports Medicine.* 2017;45(9):2044-51.

225. Hupperets MD, et al. *Potential savings of a program to prevent ankle sprain recurrence: economic evaluation of a randomized controlled trial. Am J Sports Med.* 2010;38(11):2194-200.

226. Kerkhoffs GM, van den Bekerom M, Elders LA, van Beek PA, Hullegie WA, Bloemers GM, et al. *Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: an evidence-based clinical guideline. Br J Sports Med.* 2012;46(12):854-60.

227. Nussbaum ED, Hosea TM, Sieler SD, Incremona BR, Kessler DE. *Prospective evaluation of syndesmotic ankle sprains without diastasis. Am J Sports Med.* 2001;29(1):31-5.

228. Bach BR, Jr., DeFranco MJ, Carl R. *High ankle sprains require a high index of suspicion: careful clinical assessment is needed to provide appropriate care. The Journal of Musculoskeletal Medicine.* 2008;25(12):564.

229. Tegner Y, Lysholm J. *Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. Clin Orthop Relat Res.* 1985(198):43-9.

230. Coughlin MJ, Saltzman CL, Anderson RB. *Mann's surgery of the foot and ankle.* 2014.

231. Ferran NA, Maffulli N. *Epidemiology of sprains of the lateral ankle ligament complex. Foot Ankle Clin.* 2006;11(3):659-62.

232. Cheung Y, Rosenberg ZS. *MR imaging of ligamentous abnormalities of the ankle and foot. Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2001;9(3):507-31.

233. Gaebler C, Kukla C, Breitenseher MJ, Nellas ZJ, Mittlboeck M, Trattnig S, et al. *Diagnosis of lateral ankle ligament injuries. Comparison between talar tilt, MRI and operative findings in 112 athletes. Acta Orthop Scand.* 1997;68(3):286-90.

234. Nie B, Forman JL, Panzer MB, Mait AR, Donlon J-P, Kent RW. Fiber-based modeling of in situ ankle ligaments with consideration of progressive failure. *J Biomech.* 2017;61:102-10.

235. Kannus P, Renstrom P. Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73(2):305-12.

236. Temponi EF, de Carvalho Júnior LH, Sonnery-Cottet B, Chambat P. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Revista brasileira de ortopedia.* 2015;50(1):9- 15.

237. Colombet P, Dejour D, Panisset JC, Siebold R. Current concept of partial anterior cruciate ligament ruptures. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96(8 Suppl):S109-18.

238. Sonnery-Cottet B, Barth J, Graveleau N, Fournier Y, Hager JP, Chambat P. Arthroscopic identification of isolated tear of the posterolateral bundle of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy.* 2009;25(7):728-32.

239. Ptaszniak R, Hennessy O. Abnormalities of the biceps tendon of the shoulder: sonographic findings. *AJR Am J Roentgenol.* 1995;164(2):409-14.

240. Vuurberg G, Hoorntje A, Wink LM, van der Doelen BFW, van den Bekerom MP, Dekker R, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med.* 2018;52(15):956.

241. Polzer H, Kanz KG, Prall WC, Haasters F, Ockert B, Mutschler W, et al. Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm. *Orthop Rev (Pavia).* 2012;4(1):e5.

242. Shi L, Rui YF, Li G, Wang C. Alterations of tendons in diabetes mellitus: what are the current findings? *Int Orthop.* 2015;39(8):1465-73.

243. Parker R, Jelsma J. *The prevalence and functional impact of musculoskeletal conditions amongst clients of a primary health care facility in an under-resourced area of Cape Town. BMC Musculoskelet Disord.* 2010;11:2.
244. Shirley ED, DeMaio M, Bodurtha J. *Ehlers-Danlos Syndrome in Orthopaedics: Etiology, Diagnosis, and Treatment Implications. Sports Health.* 2012;4(5):394-403.
245. Bachmann LM, Kolb E, Koller MT, Steurer J, ter Riet G. *Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot: systematic review. BMJ.* 2003;326(7386):417.
246. Stiell IG, McKnight RD, Greenberg GH, McDowell I, Nair RC, Wells GA, et al. *Implementation of the Ottawa ankle rules. JAMA.* 1994;271(11):827-32.
247. Perry JJ, Stiell IG. *Impact of clinical decision rules on clinical care of traumatic injuries to the foot and ankle, knee, cervical spine, and head. Injury.* 2006;37(12):1157-65.
248. Hubbard TJ, Cordova M. *Mechanical Instability After an Acute Lateral Ankle Sprain. Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(7):1142-6.
249. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin CW, Hiller CE. *Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(11):2106-21.
250. van Dijk CN, et al. *Diagnosis of ligament rupture of the ankle joint. Physical examination, arthrography, stress radiography and sonography compared in 160 patients after inversion trauma. Acta Orthop Scand.* 1996;67(6):566-70.
251. Frick H. *[Diagnosis, therapy and results of acute instability of the syndesmosis of the upper ankle joint (isolated anterior rupture of the syndesmosis)]. Orthopade.* 1986;15(6):423-6.
252. Hopkinson WJ, St Pierre P, Ryan JB, Wheeler JH. *Syndesmosis sprains of the ankle. Foot Ankle.* 1990;10(6):325-30.

253. Kiter E, Bozkurt M. *The crossed-leg test for examination of ankle syndesmosis injuries. Foot Ankle Int.* 2005;26(2):187-8.
254. Tan DW, Teh DJW, Chee YH. *Accuracy of magnetic resonance imaging in diagnosing lateral ankle ligament injuries: A comparative study with surgical findings and timings of scans. Asia-Pacific J Sport Med, Arthr, Rehab and Tech.* 2017;7:15-20.
255. Cao S, Wang C, Ma X, Wang X, Huang J, Zhang C. *Imaging diagnosis for chronic lateral ankle ligament injury: a systemic review with meta-analysis. J Orthop Surg Res.* 2018;13.
256. Van Reeth E, Tham IWK, Tan CH, Poh CL. *Super-resolution in magnetic resonance imaging: A review. Concepts in Magnetic Resonance Part A.* 2012;40A(6):306-25.
257. González Ballester MA, Zisserman AP, Brady M. *Estimation of the partial volume effect in MRI. Med Image Anal.* 2002;6(4):389-405.
258. Kumar V, Triantafyllopoulos I, Panagopoulos A, Fitzgerald S, van Niekerk L. *Deficiencies of MRI in the diagnosis of chronic symptomatic lateral ankle ligament injuries. Foot Ankle Surg.* 2007;13(4):171-6.
259. Park HJ, Cha SD, Kim SS, Rho MH, Kwag HJ, Park NH, et al. *Accuracy of MRI findings in chronic lateral ankle ligament injury: comparison with surgical findings. Clin Radiol.* 2012;67(4):313- 8.
260. Kwon DG, Sung KH, Chung CY, Park MS, Kim TW, Lee SH, et al. *Associations between MRI Findings and Symptoms in Patients with Chronic Ankle Sprain. The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2014;53(4):411-4.
261. Hunt KJ, Hurwit D, Robell K, Gatewood C, Botser IB, & Matheson G. *Incidence and epidemiology of foot and ankle injuries in elite collegiate athletes. American Journal of Sports Medicine,* 2017;45(2):426–433.

262. Roos KG, et al. *The epidemiology of lateral ligament complex ankle sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. American Journal of Sports Medicine*, 2017;45(1):201–209.
263. Waterman BR, Belmont PJ, Cameron KL, Deberardino TM, & Owens BD. *Epidemiology of ankle sprain at the United States Military Academy. American Journal of Sports Medicine*, 2010;38(4):797–803.
264. Frisch A, Seil R, Urhausen A, Croisier JL, Lair ML, & Theisen D. *Analysis of sex-specific injury patterns and risk factors in young high-level athletes. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2009;19(6):834–841.
265. Atilla OD, et al. *The accuracy of bedside ultrasonography as a diagnostic tool for fractures in the ankle and foot. Academic Emergency Medicine*, 2014;21(9):1058-1061.
266. Chun KY, et al. *Deltoid ligament and tibiofibular syndesmosis injury in chronic lateral ankle instability: Magnetic resonance imaging evaluation at 3t and comparison with arthroscopy. Korean Journal of Radiology*, 2015;16(5):1096–1103.
267. Frank RM, Hsu AR, Gross CE, Walton DM, & Lee S. *Open and Arthroscopic Surgical Anatomy of the Ankle. Anatomy Research International*, 2013;1–9.
268. Hertel J. *Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. Journal of Athletic Training*, 2002;37(4):364–375.
269. Kramer J, Karantanas A, editors. *MRI Foot & Ankle. Horn, Austria: Breitenseher Publisher*; 2016.
270. Nery C, et al., *Prospective study of the “Inside-Out” arthroscopic ankle ligament technique: Preliminary result. Foot and Ankle Surgery*, 2018;24(4):320-325.
271. Yeo ED, et al., *Comparison of all-inside arthroscopic and open techniques for the modified Broström procedure for ankle instability. Foot & ankle international* 2016;37(10):1037-1045.

272. Chandnani PV, Harper TM, Ficke RJ, Gagliardi AJ, Rolling L, Christensen PK, Hansen FM: Chronic ankle instability. Evaluation with MR Arthrography, MR imaging, Stress radiography. *Radiolog*, 1994;192:189-194.

273. Netterström-Wedin F, Bleakley C. Diagnostic accuracy of clinical tests assessing ligamentous injury of the ankle syndesmosis: A systematic review with meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2021 May;49:214-226. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.03.005. Epub 2021 Mar 20. .

274. UçarM.,CeritM.N. Görüntü Optimizasyonu ve Hızlı Görüntüleme Teknikleri *TürkRadyolojiSeminerleri*,vol.8,pp.200-213,2020.

275. Ryan LP, Hills MC, Chang J, Wilson CD. The lambda sign: a new radiographic indicator of latent syndesmosis instability. *Foot Ankle Int*. 2014 Sep;35(9):903-8. doi: 10.1177/1071100714543646. Epub 2014 Jul 18. PMID: 25037708.

276. Del Buono, A., Florio, A., Boccanera, M.S. et al. Syndesmosis injuries of the ankle. *Curr Rev Musculoskelet Med* 6, 313–319 (2013). <https://doi.org/10.1007/s12178-013-9183-x>.

277. Ferkel RD: Differential diagnosis of chronic ankle sprain pain in the athlete. *Sports Med Arthroscopy Review* 1994;2:274- 283.

278. Wolin I, Glassman F, Sideman S, et al. Internal derangement of the talofibular component of the ankle. *Surg Gynecol Obstet* 1950;91:193-220.

279. Ferkel RD, Karzel RP, Del Pizzo W, Friedman MJ, et al. Arthroscopic treatment of anterolateral impingement of the ankle. *Am J Sport Med* 1991;19:440-6.

280. Bassett FH, Gates HS, Billys JB, Morris HB, et al. Talar impingement by anteroinferior tibiofibular ligament. A cause of chronic pain in the ankle after inversion sprain. *J Bone Joint Surg* 1990;72:55-9.

281. Chandnani PV, Harper TM, Ficke RJ, Gagliardi AJ, Rolling L, Christensen PK, Hansen FM: Chronic ankle instability. Evaluation with MR Arthrography, MR imaging, Stress radiography. *Radiolog*, 1994;192:189-194.

282. Hajek CP, Baker LL, Sartoris JD, Neumann HC, Resnick D. MR Arthrography Anatomic pathologic investigation. *Radiology*. 1987;163:141-147.

283. Marder R: Current methods for the evaluation of ankle ligament injuries. *J Bone Joint Surg* 1994;76:1103-11.

284. Meyer JM, Garcia J, Hoffmeyer P, Fritschy P, Fritschy D. The subtalar sprain. A roentgenographic study. *Clin Orthop* 1988;226:169-173.

285. Margetić P, Pavić R. Comparative assessment of the acute ankle injury by ultrasound and magnetic resonance. *Coll Antropol*. 2012 Jun;36(2):605-10. PMID: 22856251.

286. Schneck DC, Mesgarzadeh M, Bonakdarpour A. MR imaging of the most commonly injured ankle ligaments. Part 2. Ligament injuries. *Radiology* 1992;184:507-512.

287. Rijke MA, Goitz HT, McCue FC, Dee PM: Magnetic resonance imaging of injury to the lateral ankle ligament. *Am J Sport Med* 1993;21:528-534.

288. Sajid IM, Parkunan A, Frost K. Unintended consequences: quantifying the benefits, iatrogenic harms and downstream cascade costs of musculoskeletal MRI in UK primary care. *BMJ Open Qual*. 2021 Jul;10(3):e001287. doi: 10.1136/bmjopen-2020-001287. PMID: 3421565.

289. Lee G, Hooker M, Harpstrite K. Magnetic resonance imaging in a military setting: a utilization analysis. *Mil Med*. 2001 Feb;166(2):126-31. PMID: 11272709.

290. Sungur, C. (2018). *TIBBİ GÖRÜNTÜLEME HİZMETLERİNİN GEREKSİZ KULLANIMI VE BUNA KARŞI ÇÖZÜM ÖNERİLERİ* . Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 8 (1) , 67-86 . Retrieved from <http://iibfdergisi.ksu.edu.tr/tr/pub/>.

291. 2019, Elif Avaner. Fair Sharing Of Advanced Technology Medical Devices And Limited Resources Example Of Magnetic Resonance(MR) And Computerized Tomographic(CT) Devices. *Turkish Journal of Bioethics*. ve 100-108, 6(3):.

292. OECD (2021), *Magnetic resonance imaging (MRI) units (indicator)*. doi: 10.1787/1a72e7d1-en (Accessed on 19 September 2021).

293. T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI SAĞLIK İSTATİSTİKLERİ YILLIĞI 2018 Berrak BORA BAŞARA, İrem SOYTUTAN ÇAĞLAR, Asiye AYGÜN, Tuğcan Adem ÖZDEMİR Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü Sağlık Bakanlığı, Ankara 2019 .

