T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

AYAK BİLEĞİ OSTEOKONDRAL LEZYONLARININ TANISINDA DİREKT MANYETİK REZONANS ARTROGRAFİ VE BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ARTROGRAFİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Rüstem Berhan PİRİMOĞLU

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Akın LEVENT

Uzmanlık Tezi
ERZURUM-2015

İÇİNDEKİLER

ONAY ..... **ii**
TEŞEKKÜR ..... **iii**
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KISALTMA VE SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vii**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **viii**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**
2. GENEL BİLGİLER **3**
2.1. Ayak Bileği Embriyolojisi 3
2.2. Ayak Bileği Anatomisi 3
2.2.1. Ayak Bileği Eklemi Kemik Yapısı 4
2.2.2. Ayak Bileği Eklemi Bağları 5
2.2.3. Ayak Bileği Eklemi Önemli Tendonları 9
2.2.4. Ayak Bileği Eklemi Kıkırdak Yapısı 10
2.3. Ayak Bileği Osteokondral Lezyonlar 11
2.4. Ayak Bileği Eklemi Görüntüleme 18
3. GEREÇ VE YÖNTEM **23**
3.1. Hasta Seçimi 23
3.2. Ultrasonografi Eşliğinde Enjeksiyon Tekniğimiz 24
3.3. MRG Artrografi Tekniğimiz 25
3.4. BT Artrografi Tekniğimiz 25
3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi 26
3.6. İstatistiksel Analiz 28
4. BULGULAR **30**
4.1. Hastaların Değerlendirilmesi 30
4.2. Görüntülerin Değerlendirilmesi 30
4.3. Olgulardan Örnekler 39
5. TARTIŞMA **41**
6. SONUÇ **46**
7. KAYNAKLAR **47**

ONAY

‘Ayak Bileği Osteokondral Lezyonlarının Tanısında Direkt Manyetik Rezonans Artrografi ve Bilgisayarlı Tomografi Artrografinin Karşılaştırılması’ isimli tez çalışmamız, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı’nın 03.09.2014 tarih ve 188 sayılı yazısına istinaden, Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Kurulu’nun 24.09.2014 tarih ve 3 sayılı oturumunun 20 sayılı kararı ve Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Komitesi’nin 02.10.2014 tarih ve 8 no’lu oturumunun 6 sayılı kararı ile tez çalışması olarak uygun görülmüş ve onay verilmiştir.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bana mesleğimi öğreten ve sevdiren, tezimin tüm aşamalarında desteğini esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı ve çok değerli tez danışmanım sayın Prof. Dr. Akın LEVENT'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Uzmanlık eğitimim boyunca hiçbir fedakârlıktan kaçınmayıp akademik alandaki tüm tecrübelerini benimle paylaşan, bilimsel çalışmalarımızda bizlere her zaman destek olan ve bize yol gösteren çok değerli hocam sayın Prof. Dr. Abdulmecit KANTARCI'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Anabilim dalımızın değerli öğretim üyeleri Prof. Dr. Fatih ALPER'e, Prof. Dr. Zeki BAKIR'a, Prof. Dr. Suat EREN'e, Doç. Dr. Ümmügülsüm BAYRAKTUTAN'a, Yrd. Doç. Dr. Adem KARAMAN'a, Yrd. Doç. Dr. Irmak DURUR SUBAŞI'ya, Yrd. Doç. Dr. Leyla KARACA'ya, Yrd. Doç. Dr. İhsan YÜCE'ye ve Uzm. Dr. Recep SADE'ye emeklerinden dolayı teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim sırasında beni motive ederek hiçbir fedakarlıktan kaçınmayıp artrografi ve radyoloji alanındaki tecrübelerini benimle paylaşan çok değerli hocam sayın Doç. Dr. Hayri OĞUL'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Birlikte çalıştığım ve aynı mesleği paylaşmaktan büyük onur duyduğum tüm sevgili asistan arkadaşlarıma her şey için teşekkür ederim.

Tez hastalarımın çekiminde emeği geçen Dr. Gökhan POLAT'a, BT-MRG teknisyeni arkadaşlarıma, her konuda desteklerini esirgemeyen sekreterimiz Nermin KUZULUGİL'e, tüm teknisyen, hemşire ve personel arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak; büyük fedakârlıklarla beni yetiştirip bugünlere gelmemi sağlayan anneme, babama ve kardeşime, ayrıca biricik yeğenim Bora' ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmamızda, ayak bileği osteokondral lezyonlarının teşhisinde direkt manyetik rezonans görüntüleme (MRG) artrografi ve bilgisayarlı tomografi (BT) artrografi tekniklerini karşılaştırıp tanıya ve evrelemeye olan katkılarını araştırmayı amaçladık.

Materyal ve method: Eylül 2014 – Mayıs 2015 tarihleri arasında anamnez, fizik muayene ve rutin ayak bileği konvansiyonel MRG bulguları ışığında ayak bileği osteokondral lezyon patolojisi düşünülen 27 hastaya MRG ve BT artrografi yapıldı. 27 olguya artroskopi korelasyonu yapıldı. BT ve MRG artrografi sonuçları artroskopi ile karşılaştırıldı. Hem MRG hem de BT artrografi için sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk değerleri hesaplandı.

Bulgular: MRG artrografinin evre 1 osteokondral lezyonlar için sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %95, %73, %90; evre 2 lezyonlar için sırasıyla, %80, %76, %77; evre 3 lezyonlar için sırasıyla, %78, %68, %75; evre 4 lezyonlar için ise sırasıyla, %100, %100, %100 olarak bulundu. BT artrografinin evre 1 osteokondral lezyonlar için sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdeleri sırasıyla, %96, %79, %81; evre 2 lezyonlar için sırasıyla, %91, %81%, %86; evre 3 lezyonlar için sırasıyla, %90, %83, %89; evre 4 lezyonlar için ise sırasıyla, %100, %100, %100 olarak bulundu. Evre 2 ve 3 lezyonların tespitinde BT artografinin, MRG artrografiye göre biraz daha üstün performans gösterdiği gözlendi (sırasıyla, p=0.041, p=0.038).

Sonuç: Hem MRG hem de BT artrografi ayak bileği osteokondral lezyonların tanısında yüksek diyagnostik performansa sahiptirler, ancak lezyonların doğru tanı ve evrelendirilmesi ile kıkırdak hasarının daha iyi görüntülenmesi açısından çalışmamız BT artrografinin de başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Osteokondral lezyon, Bilgisayarlı Tomografi, Artrografi, Ayak Bileği, Manyetik Resonans Görüntüleme.

ABSTRACT

Objective: In our study, we aimed to compare the additive diagnostic values of the MRI arthrography and CT arthrography for the diagnosis and staging of osteochondral lesions in the ankle joint.

Materials and Methods: Between September 2014 and May 2015, CT and MRI arthrography were performed in 27 patients with suspicious ankle osteochondral lesions according to the findings of the anamnesis, physical examinations and routine conventional ankle MRI examinations. Arthroscopy was performed in all cases. The findings of the MRI and CT arthrography images were compared with arthroscopic findings. Sensitivity, specificity, and accuracy were calculated for both MRI and CT arthrography imaging findings.

Results: For stage I osteochondral lesions; the sensitivity, specificity and accuracy rates of the MRI artrography were 95%, 73%, 90%, respectively; for stage II lesions, the sensitivity, specificity and accuracy rates of the MRI artrography were 80%, 76%, 77%, respectively; for stage III lesions, the sensitivity, specificity and accuracy rates of the MRI artrography were 78%, 68%, 75%; and for stage IV lesions, the sensitivity, specificity and accuracy rates of the MRI artrography were 100%, 100%, 100%. For stage I osteochondral lesions; the sensitivity, specificity and accuracy rates of the CT artrography were 96%, 79%, 81%; for stage II osteochondral lesions; the sensitivity, specificity and accuracy rates of the CT artrography were 91%, 81%, 86%; for stage III osteochondral lesions; the sensitivity, specificity and accuracy rates of the CT artrography were 90%, 83%, 89%; for stage IV osteochondral lesions; the sensitivity, specificity and accuracy rates of the CT artrography were 100%, 100%, 100%. CT arthrography had higher diagnostic performance than MRI arthrography for detection of the stage II and III lesions (p: 0.041 and p: 0.038, respectively).

Conclusion: CT and MRI arthrography had good diagnostic performance for detection of the ankle osteochondral lesions. But, CT arthrography appears to be more reliable than MR arthrography for the accurate detection and staging of osteochondral lesions and imaging of the chondral injury. Concordantly, our study demonstrate that the using CT arthrography in routine daily practice for accurate assessment of the ankle chondrium and osteochondral lesions.

Keywords: Osteochondral lesion, Computed Tomography, Arthrography, Ankle, Magnetic Resonance Imaging.

KISALTMA VE SİMGELER DİZİNİ

BT **:** Bilgisayarlı tomografi

MDBT **:** Multidedektör bilgisayarlı tomografi

MRG **:** Manyetik rezonans görüntüleme

T1A MRG **:** T1 ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme

VIBE **:** Volumetric Interpolated Breath Hold Examination

VRE **:** Volume rendering görüntüleme

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No **Sayfa No**

Şekil 1. Os trigonum varyasyonu (OT: os trigonum) 3
Şekil 2. Ayak Bileği Kemikleri 4
Şekil 3. Talus makroskopik anatomisi..... 5
Şekil 4. Distal tibial kesim inferiordan görünüm. 6
Şekil 5. Ayak bileği stabilizasyonunda rol oynayan tendon ve ligamanlar..... 9
Şekil 6. Ayak bileği kıkırdak yapısının histolojik görünümü..... 11
Şekil 7. Berndt ve Harty sınıflaması şematik görünüm..... 14
Şekil 8. Loomer ve ark'nın sınıflaması, şematik görünüm..... 15
Şekil 9. Hepple ve ark'nın MRG sınıflaması, şematik görünüm.....17
Şekil 10. Tibiotalar eklem talar kıkırdak kompartıman üzerindeki 9 anatomik zon.....25
Şekil 11. Talar Kompartman Mediyal yüz zon 4'te yer alan bir osteokondral lezyon örneği.....28
Şekil 12. BT ve MRG artrografi bulgularına göre lezyonların evreleri.....32
Şekil 13. Talus mediyal domunda evre 4 osteokondral lezyon.....39
Şekil 14. Aynı hastanın sagittal MDBT artrografi görüntüleri.....39
Şekil 15. Aynı hastanın VIBE ağırlıklı MRG artrografi görüntüleri.....40
Şekil 16. Koronal VIBE MRG artrografi (A) ve koronal MDBT artrografi görüntüleri.....40
Şekil 17. Talus mediyal domunda evre 2 lezyon.....41
Şekil 18. Aynı hastanın koronal ve sagittal MDBT artrografi görüntüleri.....42
Şekil 19. Artroskopik olarak Evre 1 lezyon tansı alan hastanın koronal MRG ve BT artrografi görüntüleri.....42
Şekil 20. Koronal VIBE MRG artrografi (A) ve BT artrografide (B) tibiotalar eklem kıkırdağındaki diffüz kayıp gözlenmekte 43

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No **Sayfa No**

Tablo 1. Berndt ve Harty osteokondral lezyon sınıflaması..... 14

Tablo 2. Loomer ve ark'nın osteokondral lezyon sınıflaması..... 15

Tablo 3. Ferkel'in bilgisayarlı tomografi sınıflaması.....17

Tablo 4. Manyetik Rezonans Görüntüleme Sınıflaması. 17

Tablo 5. Anderson ve ark'nın modifiye ettiği osteokondral lezyon sınıflaması.....28

Tablo 6. Evrelere göre MRG artrografinin sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdelerinin gösterimi.....33

Tablo 7. Evrelere göre BT artrografinin sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdelerinin gösterimi.....33

Tablo 8. BT ve MRG artrografi bulgularının birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdeleri.....33

Tablo 9. Değerlendirmeye dahil edilen olgulara ait bilgiler, radyolojik bulgular ve artroskopi sonuçları.....34

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Eklem yüzeyini kaplayan hiyalin kıkırdak ve onun altındaki subkondral kemikte meydana gelen lezyonlar osteokondral lezyonlar olarak adlandırılmaktadır. Bu lezyonlar, osteokondritis dissekans, transkondral fraktür ya da osteokondral fraktür olarak da adlandırılabilmektedir (1). Osteokondral lezyonlar genellikle travmatik kökenli lezyonlardır (2,3). Bu lezyonlar ayak bileğinde en sık talar dom düzeyinde görülmektedir. Tanıda bilgisayarlı tomografi (BT) osteokondral fragmanı göstermede katkı sağlamaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) lezyonun boyutunu, gerçek lokalizasyonunu, kıkırdak bütünlüğünü, fragmanın ayrılıp ayrılmadığını ve serbest fragmanın varlığını değerlendirmede önemli rol oynamaktadır (4-6).

Direkt MRG ve BT artrografi seyreltik kontrast maddeyle genişleyen eklem içerisinde artiküler ve sinovyal yüzeylerin görüntülenmesini belirgin olarak artırmaktadır. Bu teknikle osteokondral lezyonların değerlendirilmesi, evrelendirilmesi ve eklem içi "loose body" lerin görüntülenmesi kolaylaşmaktadır (7-9). Ayak bileği osteokondral lezyonlarının tanısı ve evrelemesinde direkt MRG ve BT artrografi büyük önem taşımakta ve artroskopi öncesi değerlendirmede önemli rol oynamaktadır (3, 5, 6). BT artrografi kemik komponentlerin değerlendirilmesinde büyük rol oynamakta olup osteokonrdal lezyonların tanısına katkı sağlamaktadır (7, 10, 11). Son zamanlarda yağ baskılı Volumetric Interpolated Breath Hold Examination (VIBE) MRG sekansı üç boyutlu görüntüleme, multiplanar ve volüm rendering görüntü rekonstrüksiyonu ve ince kesit inceleme imkanı sunmaktadır. VIBE MRG sekansı sinovyum içerisindeki hemosiderin partiküllerini, osteokondral fragmanı ve kemik-kıkırdak yüzeylerdeki değişiklikleri yüksek rezolüsyon ile detaylı olarak inceleme olanağı sunmaktadır. Bu özelliği ile literatürde omuz eklemi MRG artrografi görüntülemede başarılı olarak kullanılmıştır (9,10).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda da gösterildiği gibi yağ baskılı VIBE sekansı üç boyutlu ve multiplanar görüntüleme ve 0.6 mm'ye kadar varan oranlarda ince kesit görüntüler sağlaması ile direkt MRG artrografi incelemelerinde yerini almaya başlamıştır (9, 10). Literatürde hali hazırda mevcut olan çalışmalar arasında ayak bileği osteokondral lezyonlarının evrelendirilmesi yönüyle BT ve MRG artrografinin

karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle biz bu çalışmamızda, ayak bileği osteokondral lezyonlarının teşhisinde direkt MRG ve BT artrografi tekniklerini karşılaştırıp tanıya ve evrelemeye olan katkılarını araştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ayak Bileği Embriyolojisi

İntrauterin yaşamın 4. haftasının sonunda, 3. ve 5. bel somitleri düzeyinden alt ekstremite tomurcukları seçilmeye baslanır. Baslangıçta ayak plantar yüzeyleri içe ve yukarıya bakarken rotasyona uğrayarak birbirlerine dogru yönelirler. Altıncı haftadan itibaren kemik gelişim bölgeleri arasındaki mezenşim aralıklarından eklemler farklılaşır. Alt ekstremitenin iskeleti uzayan taslak tomurcuğunun ortasında yoğunlaşan somatomezoderm dokusundan farklılaşarak gelişir (11). Kalkaneus iki, diğer tarsal kemikler ise bir merkezden kemikleşir. İntrauterin hayatın 6. ayında kalkaneus, 7. ayında talus ve 9. ayında da os cuboideum kemikleşmeye başlar. Postnatal birinci yılda üçüncü kuneiform, 4. yılda ikinci kuneiform ve navikuler kemik kemikleşmeye başlar. Kalkaneus'un epifiz lokalizasyonunda 10. yılda başlayan ikinci kemikleşme, puberte çağından sonra diğer kısım ile kaynaşır. Talus'un tuberculum laterale'si ayrı bir merkezden kemikleşebilir ve bu durumda os trigonum adı verilen ayrı bir kemik parçası olarak gözlenir (12), Bkz. Şekil 1).



Şekil 1. Os trigonum varyasyonu (OT: Os trigonum).

2.2. Ayak Bileği Anatomisi

Ayak bileği eklemi talus, fibula ve tibia olmak üzere üç kemikten oluşan ginglimus tipi bir eklemdir. Ayak bileği tibia-fibula, tibia-talus ve fibula-talus arasında

fonksiyonel eklem yüzeyleri içeren ve her biri bir grup bağla desteklenen kompleks bir eklemdir (12,13).

2.2.1. Ayak Bileği Eklemi Kemik Yapısı

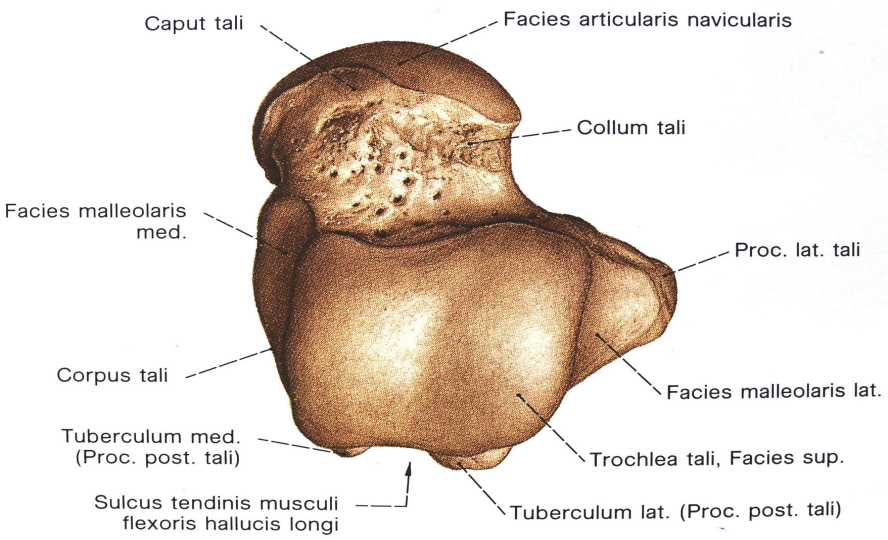
Ayak bileği ekleminde toplam yedi adet kemik bulunur. Bunlardan talus ve kalkaneus proksimal sırada, kuneiform kemikler ve kuboid kemik ise distal sırada bulunur. Ayak bileği mediyal tarafta ve proksimal ile distal sıra arasında ise navikuler kemik yer alır (12).



Şekil 2. Ayak Bileği Kemikleri

Talus: Tarsal kemiklerin kalkaneus'tan sonra ikinci büyük kemiğidir. Aşağıda kalkaneus, yukarıda tibia, dış yanda fibula'nın, iç yanda ise tibia'nın malleolleriyle, ön tarafta ise navikuler kemik ile eklem yapar. Corpus tali, collum tali ve caput tali olmak üzere üç kısma ayrılır. Corpus tali, talus'un arkada kalan büyük parçası olup trochlea tali adı verilen kısmı eklem kıkırdağı ile kaplıdır. Korpusun dış yüzünde, tepesi aşağıda, tabanı yukarıda olan üçgen şeklinde bir eklem yüzü vardır. Korpusun arka yüzü dardır ve buradaki çıkıntı processus posterior tali adını alır. Bu çıkıntı sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi denilen olukla ikiye ayrılmıştır. Bu çıkıntılardan daha büyük olan dış taraftakine tuberculum laterale, iç taraftakine ise tuberculum mediale adı verilir. Tuberculum laterale bezen ayrı bir kemik olarak gelişir ve os trigonum adını alır. Collum tali, talus gövdesi ve başı arasında yer alır. Sulcus tali'nin ön tarafında bulunur.

Ligamanların tutunduğu üst ve iç kısımları pürtüklüdür. Üst yüzünde damar ve sinirlerin geçtiği delikler yer alır. Caput tali, öne ve içe doğru uzanır. Navikuler kemiğin konkav arka yüzü ile eklem yapar. Talus'a birçok ligaman tutunmasına rağmen hiçbir kas yapışmaz (12-14). Talus kemiğinin makroskopik anatomisi şekil 3'te gösterilmektedir.

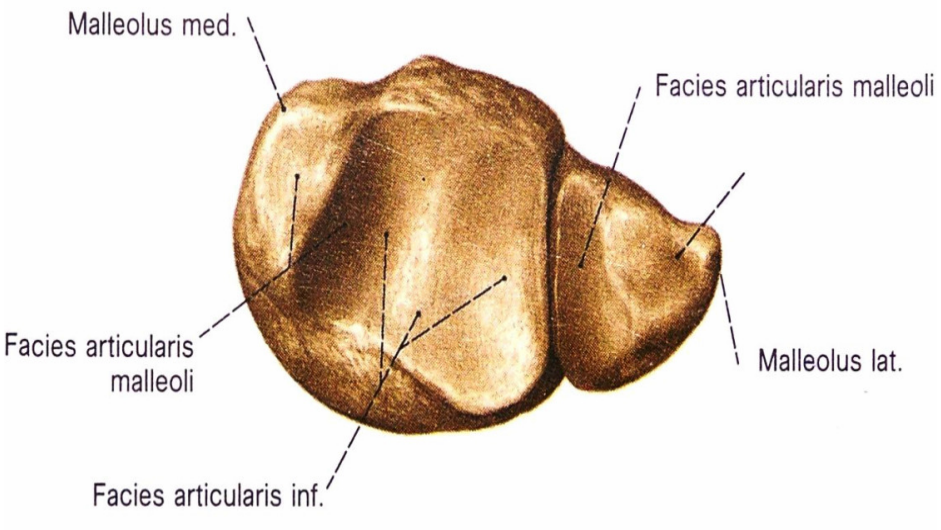


Şekil 3. Talus makroskopik anatomisi

Kalkaneus: Tarsal kemiklerin en büyüğüdür. Topuğu oluşturan kalkaneus kuvvet aktarımında önemli rol oynar. Üst yüzü ön ve arka olmak üzere iki bölüme ayrılır. Arka bölüm hafif pürtüklü, konveks bir saha şeklindedir. Ön bölümde ise üç adet eklem yüzü bulunur. Sulcus calcanei, talus'ta yer alan sulcus tali ile birleşerek sinus tarsi'yi oluşturur. Kalkaneus'un alt yüzünde eklem yüzü bulunmaz. Arka kısmında ligamanların tutunduğu tuber calcanei adı verilen çıkıntı yer alır. Buraya aşil tendonu yapışır. Kalkaneus'un iç yüzü konkavdır ve bacağın arka tarafındaki damar ve sinirler buradan ayak tabanına geçerler. Ön yüzeyi ile kuboid kemik ile eklem yapar (12-14).

Tibia Distal Kesimi: Ayak bileği eklemini olusturan kemiklerden tibia alt kısma doğru genişleyerek, tübüler kortikal özellikten metafizyel spongiozaya dönüsür. Bu bölgeye pilon adı verilir. Tibia distal ucunun alt yüzü eklem yüzeyidir ve tibial plafond olarak adlandırılır. Bu eklem yüzeyi ön-arka ve mediallateral olarak konkav olup; önde

arkaya nazaran daha geniş, lateralde de medial kenardan daha uzundur. Plafond medial tarafta iç malleolün eklem yüzeyi ile devam ederek talusla eklem yapar. İç malleolün arkasında tibialis posterior ve fleksör digitorum longus kas kirişlerinin geçtiği sulkus malleolaris denen oluk şeklinde bir yapı bulunur (Şekil 4) (13-15).



Şekil 4. Distal tibial kesim inferiordan görünüm

Tibia anterior proçesi: Tibianın ön kenarında anterior eklem kapsülünün yapıstıgı yerdir. Lateralindeki çıkıntıya anterior tibial tüberkül adı verilir. Burası Chaput tüberkülü olarak da adlandırılır ve buraya anterior tibiofibuler bağ yapısır (14-16).

Tibia posterior proçesi: Tibianın arka ucunda bulunur. Proçesin lateral parçasına posterior tibial tüberkül (Volkman Tüberkülü) adı verilir. Buraya posterior tibiofibuler bağ yapısır (13-16).

Fibula Distal Kesim: Fibulanın bu parçası dış malleolü olusturur. Ayak bileğinin lateral desteğini saglar. Burası geniş ve konveks bir eklem yüzeyine sahiptir. Dış malleolün eklem yüzeyi yukarıda tibia, asağıda ise talusla eklem yapar. Anterior ve posterior fibuler tüberküller tibial plafond sınırının hemen altında yerleşmiştir. Triangüler alan eklem yüzeyinin hemen üzerindedir (16,17). Distal tibia ve fibula arasındaki eklem tam anlamıyla bir eklem degildir. Sindezmotiktir ve eklem kıkırdağı yoktur. Yine de bu iki kemik arasında bir miktar hareket vardır. Distal uç gittikçe incelir

ve peroneal tendonun geçtigi posterior oluğu olusturur. Bu oluk içinden peroneus longus ve brevis kaslarının kirisleri geçer (12-14).

Eklem Kapsülü: Ayak bileği ekleminin kapsülü her iki eklem yüzünün yakınlarına tutunur. Önde daha asağıya uzanarak talus boynuna yapışır. Yanlarda malleollerin üzerini örtmez. Eklem kapsülü önde geniş ve ince olup, buradan geçen tendon kılıfları ile kaynaşmıştır. Böylece ayağın dorsifleksiyonu sırasında kapsülün eklem aralığında sıkışması önlenir. Arkada ise kapsül oldukça ince olup, lifleri transvers olarak öne uzanarak iki kemik arasında uzanan transvers bağlarla devam eder. Lateralde daha fazla olmak üzere yan taraflarda takviye liflerle kuvvetlendirilmiştir. Sinovyal membran fibröz kapsülün iç yüzünü tamamen döşer (11,14,15).

2.2.2. Ayak Bileği Eklemi Bağları

Ayak bileği ekleminin stablizasyonunda üç grup bağ önemli rol oynar. Bu üç bağ grubu şöyledir: Sindezmotik bağ kompleksi, medial kollateral bağ kompleksi ve lateral kollateral bağ kompleksidir (15-17).

Sindezmotik Bağ Kompleksi: Aksiyel, rotasyonel ve translasyonel kuvvetlere karşı distal tibia ve fibula arasındaki bütünlüğü sağlar. Anterior tibiofibular bağ, posterior tibiofibular bağ, transvers tibiofibular bağ ve interosseöz bağ olmak üzere dört parçadan oluşur (14, 17, 18).

Anterior Tibiofibuler Bağ: Tibianın anterior tüberkülünden ve anterolateral yüzeyinden köken alır ve fibula önüne doğru oblik olarak uzanır (13-15).

Posterior Tibiofibuler Bağ: Tibianın anterior tüberkülünden köken alır ve fibulanın arkasına yapışır. Anterior tibiofibuler bağdan daha kalın ve kısadır. Bu farklılık nedeniyle, torsiyonel kuvvetlerin etkisiyle posterior tibiofibuler bağ sağlam kalırken, genellikle posterior tibial tüberkül kopma kırıkları görülür ve dayanıksız olan anterior tibiofibuler bağ yırtılır (18-20).

Transvers Tibiofibuler Bağ: Sıklıkla posterior tibiofibuler bag kompleksinin bir kısmı olarak kabul edilmektedir. Ayak ve ayak bileği ekleminin arka derin bölümünde bulunur (15,19).

İnterosseöz Bağ: İnterosseöz membranın uzantısı olup tibiofibuler eklemin transvers stabilizatörüdür. Proksimal tibiofibuler eklem seviyesinde fibula ve tibia arasından başlayarak distale doğru devam eder. Fibulayı stabilize eder ve kenarlarına kaslar yapışır (19,20).

Medial Kollateral Bağ Kompleksi: Ayak bileğinin medial bağ desteğini yüzeysel ve derin deltoid bağlar sağlar (20,21).

Yüzeysel Deltoid Bağ: İç malleolün anterior kollikulusundan köken alır. Üç bant halinde naviküler kemik, plantar kalkaneonaviküler bağ ve kalkaneusun sustentakulum tali'si ile talusun medial tüberkülüne uzanır. Yüzeysel deltoid bağ kruris fasyası ve tendon kılıfları tarafından kısmi olarak desteklenir (18-20).

Derin Deltiod Bağ: Anterior kollikulusun arka kenarından, interkolliküler oluk ve posterior kollikulustan başlar. Transvers olarak gider ve talus medialinin eklem yüzü olmayan kısmına yapışır. Derin anterior talotibial bant ve derin posterior talotibial bant olarak 2 bağdan oluşur. İç malleolün fonksiyonunu genişletir (14,15).

Lateral Kollateral Bağ Kompleksi: talusun lateral ve ön-arka planda stabilitesini sağlar. Anterior talofibuler bağ, kalkaneofibuler bağ ve posterior talofibuler bağ olmak üzere üç parçadan oluşur (13,14).

Anterior Talofibuler Bağ: En zayıf bağdır. Talus boynunu fibula önüne bağlar. Ayak bileği plantar fleksiyonda iken talus'un öne subluksasyonunu önler. Bu bağın orta bölümü ayak bileği kapsülü ile birleşir (14,15,19).

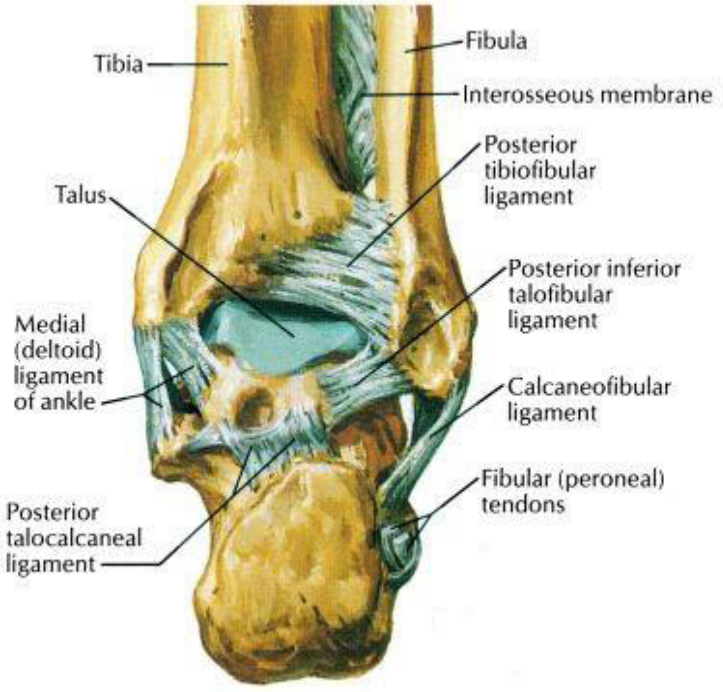
Kalkaneofibuler Bağ: Fibulanın distal arka köşesinden kalkaneusun lateraline ve arka fasetinin hemen distaline bağlanır. Kalkaneusun valgusa yönlenmesi nedeniyle

ayakta dururken gevşektir. Ayağın inversiyonunu sınırlar ve subtalar eklemin primer stabilizatörüdür (19,20).

Posterior Talofibuler Bağ: Arka medial fibulanın eklem dısında kalan yüzünden başlar ve talus'un lateral tüberkülünde sonlanır. Lateral bağların en güçlüsüdür. Talus'un rotasyonel ve arkaya subluksasyonunu önler (20,21).

2.2.3. Ayak Bileği Eklemi Önemli Tendonları

Tendonlar da ayak bileğini dört coğrafi grupta sararak ayak bileğinin stabilitesine katkıda bulunurlar. Ayak bileğinde tibialis posterior, fleksor digitorum longus ve fleksor hallusis longus kaslarının tendonları medial malleolun arkasından; peroneus brevis ve peroneus longus kaslarının tendonları lateral malleolun arkasından; tibialis anterior, ekstensor hallusis longus ve ekstensor digitorum longus kaslarının tendonları ise anteriordan geçer. Ayrıca posteriorda orta hatta da aşil tendonu uzanır. Ayak bileği stabilitesini sağlayan komponentler, talus etrafında halka benzeri bir yapı oluşturmak suretiyle özetlenebilir (Şekil 5). Bu yapılardan herhangi iki ya da daha fazlasının zarar görmesi, halkanın bozularak ayak bileği anstabilitesine yol açar ve eklem fonksiyonlarını olumsuz etkiler (12,22).



Şekil 5. Ayak bileği stabilizasyonunda rol oynayan tendon ve ligamanlar (posteriordan bakış).

2.2.4. Ayak Bileği Eklemi Kıkırdak Yapısı

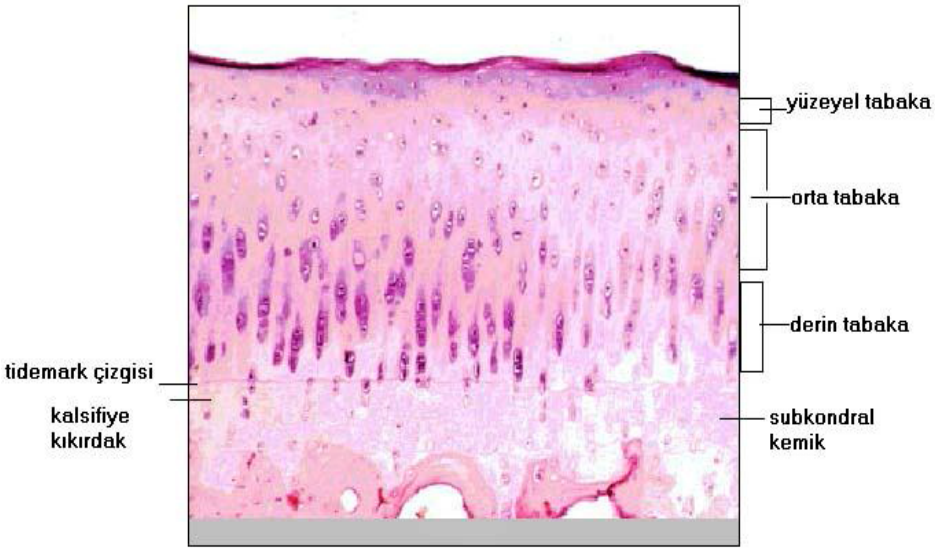
Ayak bileği eklem kıkırdağı hiyalin kıkırdak yapısındadır. Diğer destek doku tiplerinden ayrı olarak eklem kıkırdağı sinir ucu ve kan damarları taşımaz. Yetişkin eklem kıkırdağı yüzeyel tabaka, orta ve derin tabaka, Tidemark tabakası ve kalsifiye tabaka olmak üzere histolojik olarak dört horizontal tabakaya ayrılır (Şekil 6). Bu tabakaların hücre tipleri ve moleküler bileşimleri farklıdır (23,24).

Yüzeyel Tabaka: Yüzeyel tabaka bir ile üç kat yassı hücre içerir. Bu hücreler bütün eklem kıkırdağı hücrelerinin %10'udur. Hücreler kendi ekstrasellüler matriks proteinlerini üretebilirler. Eklemde bazal membran olmadığından yüzeyel tabaka bazal membranla eşdeğerdir. Kıkırdağı çevre dokulardan ve vücut sıvılarından ayırır (23).

Orta ve Derin Tabaka: Bu tabakalar kondrositlerden ve bu hücrelerin etrafını çevreleyen pericelluler matriksten oluşur. Bu hücreler eklem kıkırdağının %80'inden fazlasını meydana getirir. Derin tabakadaki kondrositler; kollajenler, proteoglikanlar, glikoproteinler, hyaluronan ve indirgeyici enzimler gibi ekstrasellüler matriks komponentlerini üretebilirler (20,23).

Tidemark Tabakası: Tidemark 10 mikrometre kalınlığında hücreden bağımsız bir çizgidir. Histolojik boyama ile görünür hale gelir. Kalsifiye ve kalsifiye olmamış kıkırdak arasında yer alır. Sadece kalsiyum içeren mineral depozitlerinin burada biriktiği bilinmektedir. Tidemark'ın metabolik artıkların toplandığı bir bölge olduğu söylenebilir. Tidemark çizgisi yaş arttıkça yukarı yer değiştirir (23).

Kalsifiye Tabaka: Kondrositlerin en derindeki tabakasıdır ve alttaki kemikle bir sınır oluşturur. Kemikten farklı olarak daha seyrek kalsifikasyon içerir. Kemik yapıdaki besinlerin kıkırdağa diffüzyonunda bir bariyer gibi davranır (23,24).



Şekil 6. Ayak bileği kıkırdak yapısının histolojik görünümü.

2.3. Ayak Bileği Osteokondral Lezyonlar

Eklem yüzeyini kaplayan hyaline kıkırdak ve onun altındaki subkonrdal kemikte meydana gelen lezyonlardır (1). Genellikle travma sonrası oluşan lezyonlardır. Osteokondral fraktür, transkondarl fraktür, osteokondritis dissekans ya da kondral fraktür olarak da isimlendirilebilirler (25). Osteokondral lezyonlar vücutta en sık diz ekleminde görülmektedir. (%75-85). Sonra sıklık sırasıyla; dirsek (%4-8), ayak bileği (%4-8) ve nadiren omuz ve kalça eklemi gelmektedir (26,27).

Osteokondral lezyonlarda hem kıkırdak hem de subkondral kemikte defekt vardır. Transkondral, osteokondral fraktürler ve osteokondritis dissekans bu gruba girer. Osteokondritis dissekans tek bir travmadan ziyade tekrarlayan travmalarla meydana gelen ostekondral lezyonlardır. Subkondral lezyonlarda ise artiküler kıkırdak sağlam kalır. Subkondral kemikte kontüzyon, mikrofraktürler ve artiküler yüzde çökme şeklinde ortaya çıkabilir. Eklem yüzeyini kaplayan hiyalin kıkırdak esnek bir yapıya sahiptir. Subkondral kemikle birlikte eklem yüzeyine gelen

basıncı absorbe etmeye çalışır. Aşırı basınç söz konusu olduğunda ise kıkırdak ve kemikte deformasyonlar ve lezyonlar ortaya çıkar. Osteokondral lezyonlar talar domda sık görülür. Talar domda medialdeki lezyonlar inversiyon ve plantar fleksiyon, lateraldeki lezyonlar ise inversiyon ve dorsifleksiyon sonucu oluşmaktadır. Ayrıca özellikle talar domda yer alan lezyonlar, ligaman lezyonları ile birlikte meydana gelebilir (27-29).

Osteokondral lezyonların tanısında direkt grafi, BT, MRG, artrografi ve sintigrafi kullanılır. Direkt radyografik inceleme lezyonların değerlendirilmesinde ilk tercih edilen yöntemdir. Özellikle geç evre lezyonlar direkt grafiler ile saptanabilir. Direkt grafi ve BT serbest osteokondral fragmanı iyi gösterir ve serbest fragmanı göstermede MRG'ye göre üstündür. Ancak direkt grafi ve BT özellikle erken evrede kondral ve subkondral lezyonları göstermede yetersiz kalabilmektedir. Sintigrafi sensitivitesi oldukça yüksek bir yöntem olup ancak artiküler kıkırdak hakkında bilgi veremez (29-31).

MRG gerek erken evre lezyonları gerekse de kondral ve subkondral lezyonları göstermede oldukça başarılıdır. Bu nedenle osteokondral lezyonların tanı ve evrelendirilmesinde kullanılmaktadır. MRG ile lezyonun gerçek boyutunu, lokalizasyonunu, kıkrdak bütünlüğünü, fragmanın ayrılıp ayrılmadığının gösterilmesinde ve varsa serbest fragmanın eklem içindeki yerini değerlendirmede yardımcı olmaktadır. MRG'de osteokondral lezyonun göstergesi, kıkırdak ve kemik iliğini ayıran subkondral siyah hattın bozulmasıdır. Erken evre lezyonlarda bu hat bozulmadan yalnızca subkondral kemikte ya da yalnızca kıkırdakta bozulma olabilir. Akut osteokondral kırıklarda kural olarak izlenen kemik iliği ödemine sıklıkla laterak kollateral hasarı eşlik eder. Osteokondritis dissekans'ta fragman konturu iyi sınırlıdır. Fragman etrafında minimal ödem izlenebilmekle birlikte genellikle osteokondritis dissekans'ta kemik iliği ödemi yoktur (30-33).

MRG'de T1 ağırlıklı görüntüler osteokondral lezyonun saptanması ve boyutunun belirlenmesinde yardımcı olur. Osteokondral lezyonlar T1 ağırlıklı kesitlerde subkondral yerleşimli, sınırları net olarak izlenemeyen hipointens alan

şeklinde görülür. T2 ağırlıklı sekanslar fragman stabilitesinin değerlendirlmesinde kullanılır. Eklem içi efüzyon varlığı kıkırdak bütünlüğünün değerlendirilmesinde yardımcı rol oynamaktadır (5,6,32).

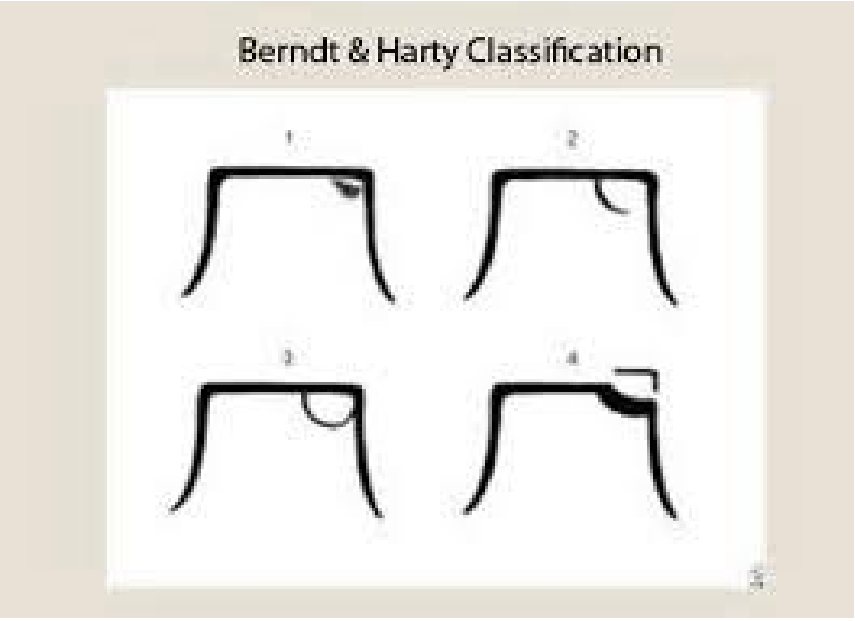
Kıkırdak değerlendirilmesinde doğru ve noninvaziv bir yönteme giderek artan bir ihtiyaç vardır. Çünkü kıkırdağın doğru değerlendirilmesi preoperatif tedavi planlaması ve prognozda çok önemli rol oynar. Gradient eko sekanslar, yağ baskılama ve manyetizasyon transfer yöntemleri üzerinde çalışmalar mevcuttur. Gradient eko sekansta normal kemikle osteokondral fragman arasında izlenen düşük sinyal hat iyileşme ve stabiliteyi gösterirken, alltaki kemik ile aradaki mesafede sıvı intensitesinin görülmesi ya da fragman yerinde kistik değişikliklerin olması osteokondral lezyonun stabil olduğunu düşündürür. Yüzeyel kıkırdağın bozulduğunun kesin göstergesi fragman ile alttaki kemik arasında sıvı izlenmesidir. Bu da artrografi tekniği ile daha da kolay hale gelebilmektedir. Konvansiyonel MRG osteokondral lezyonların evrelendirilmesinde yetersiz kalabilmektedir. Özellikle eklem sıvısının az olduğu ve fragmanın dğerlendirilmesinde konvansiyonel MRG'nin yetersiz kaldığı olgularda BT ve / veya MRG artrografi yönteminin çok yüksek oranlarda başarı sağladığı gösterilmiştir (33-35).

Son yıllarda BT artrografi özellikle eklem kıkırdağına yönelik görüntüleme teknikleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Ayak bileği eklemi kıkırdağı yaklaşık olarak 0.4-2.1 mm kalınlığında olup son yıllarda gelişen multidedektör BT teknolojisi ile 0.5 mm'ye kadar ince kesit kalınlığına sahip görüntüler elde edilebilmektedir. Özellikle üç düzlemde de reformat görüntüler elde edilebilme imkanı kıkırdak görüntülemede tercih edilmeye başlamıştır (33,36).

Osteokondral lezyonlar radyografik olarak, Berndt ve Harty tarafından sınıflandırılmıştır (Şekil 7) (30). Daha sonra bu sınıflamanın modifiye şekli Loomer ve ark'ları tarafından radyolüsen kubbe lezyonlarının evre 5 olarak adlandırılması ile geliştirilmiştir (Şekil 8) (37). Ferkel, bilgisayarlı tomografiye göre sınıflamayı, Anderson ve Hepple MRG'ye göre sınıflandırmayı

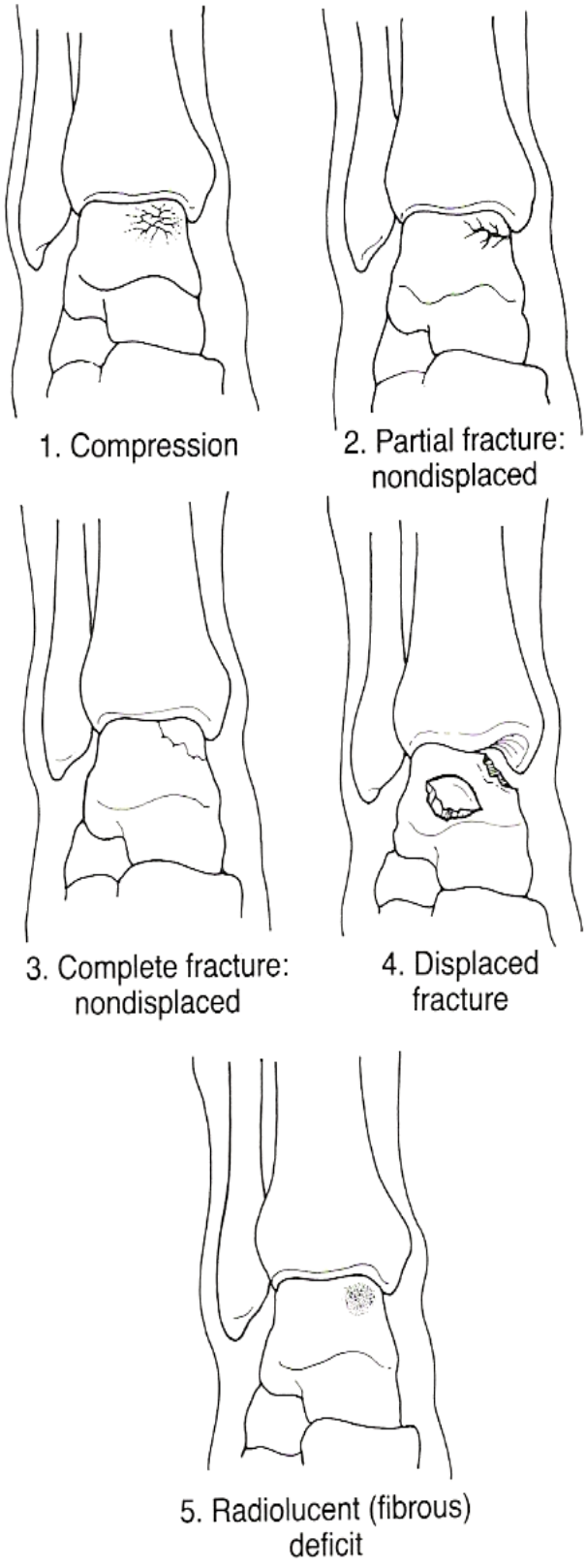
tanımlamışlardır (Şekil 9) (38-40). Tüm bu sınıflandırmalarda amaç tedaviye yön verme amacını gütmektedir. Bugün bu amaçla, Anderson ve ark.'nın MRG sınıflaması en çok kullanılan sınıflama yöntemidir (Şekil 10) (39).

Tablo 1. Berndt ve Harty osteokondral lezyon sınıflaması	
Evre I	Röntgende görüntülenemez (subkondral kompresyon).
Evre II	Fragman görülüyor ancak halen zeminle bağlantılı.
Evre III	Fragman zeminle bağlantısız ancak deplasman yok.
Evre IV	Deplasmanlı fragman mevcut.



Şekil 7. Berndt ve Harty osteokondral lezyon sınıflaması şematik görünüm

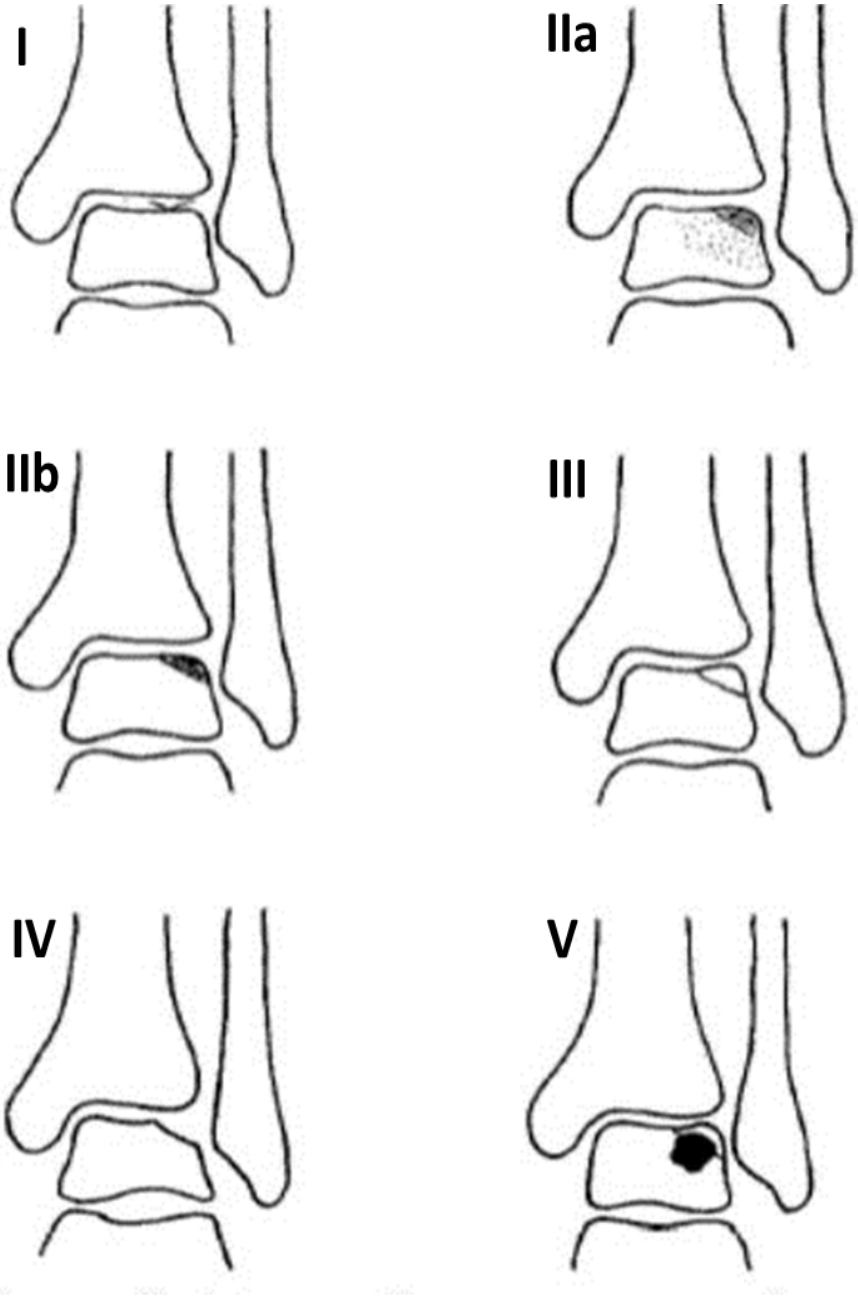
Tablo 2. Loomer ve ark'nın osteokondral lezyon sınıflaması	
Evre I	Subkondral kompresyon
Evre II	Kısmi ayrılma
Evre III	Tam ayrılma ama lezyon yerinde(yüzeyle ilişkili) (non-deplase)
Evre IV	Deplase
Evre V	Radiolusent (fibröz) kubbe lezyonu (Loomer lezyonu)



Şekil 8. Loomer ve ark.'nın osteokondral lezyon sınıflaması, şematik görünüm

Tablo 3. Ferkel'in bilgisayarlı tomografi sınıflaması	
Evre I	Talus kubbesi içerisinde kistik lezyon, tüm kesitlerde eklem ile ilişkisiz
Evre IIA	Talus kubbesinin yüzeyi ile ilişkili kistik lezyon
Evre IIB	Eklem yüzeyine açık ve içinde deplase olmamış fragman olan lezyon
Evre III	Tam olarak ayrılmış ancak deplase olmamış fragman
Evre IV	Deplase fragman

Tablo 4. Manyetik Rezonans Görüntüleme Sınıflaması	
Evre I	Yüzeysel kıkırdak hasarı
Evre II A	Kıkırdak hasarı, subkondral kompresyon kırığı ve kemik ödemi
Evre II B	Kemik ödemi olmaksızın kıkırdak hasarı ve subkondral kompresyon kırığı
Evre III	Ayrışmış fakat deplase olmayan fragman
Evre IV	Ayrışmış ve deplase olmuş fragman
Evre V	Subkondral kist formasyonu



Şekil 9. Hepple ve ark'nın osteokondral lezyon MRG sınıflaması, şematik görünüm

2.4. Ayak Bileği Eklemi Görüntüleme

Direkt Grafi: Ayak bileği patolojilerinin değerlendirilmesinde ilk başvurulacak yöntem rutin radyografik incelemelerdir. Bu incelemelerden elde edilecek bilgiler ışığında ihtiyaç duyulduğu takdirde diğer görüntüleme tekniklerine başvurulmalıdır. Konvansiyonel radyografiler, kırık, çıkık, yumuşak doku

kalsifikasyonları, dejeneratif ve inflamatuar artrit, kemik tümörler, osteokondral lezyonlar gibi patolojileri ortaya koymada kullanışlıdır. Ancak tendon veya ligaman patolojileri, sinoviyal lezyonlar gibi primer olarak yumuşak doku ileilgili patolojilerde yetersiz kalmaktadır. Oblik ve plantar fleksiyonda çekilmiş grafiler tibianın üste gelmesini engelleyerek osteokondral lezyonları düz filmlere göre daha iyi teşhis ederler. Antero-posterior ve yan grafilere ilave olarak; posteromedial lezyonların görülmesi için plantar fleksiyonda, anterolateraldeki lezyonun görülmesi için dorsifleksiyonda grafiler ile lezyonlar süperpozisyondan kurtulur ve daha rahat görünür (41,42).

Ultrasonografi: Klinikte ayak bileği ultrasonografisi, ligaman, tendon ve kas yaralanmalarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Deneyimli radyolog ultrasonografi ile ayak bileğinin mediyal ve lateral ligamanları ile, ayak bileğini çaprazlayan uzun tendonları rahatça görebilir. Ultrasonografi ile gerçek zamanlı dinamik değerlendirme diğer modalitelerde olmayan avantajı sağlar. Çevre tehlikeler açık olduğundan, ayak bileğinin travmatik yaralanmalarında yabancı cisimler izlenebilir. Radyografilerde izlenmeyen tahta veya plastik gibi radyoopak olmayan yabancı cisimler ultrasonografide tespit edilebilir. Ultrasonografi probu, ayak bileği ve ayak yüzeyiyle daha iyi teması sağlamak için, tercihen küçük kapsama alanı olan yüksek frekanslı prob olmalıdır (43).

Son yıllarda ayak bileği anterolateral impingement sendromu tanısında sono-artrografi adı verilen eklem içi kontrast madde enjeksiyonu sonrası elde olunan ultrasonografi tekniği de kullanılmaktadır. Böylece eklem aralığı distandü hale getirilip hem eklem sinoviyası hem de kıkırdak yapıların değerlendirilmesinde gerçek zamanlı dinamik inceleme fırsatı yakalanabilmektedir (44).

Bilgisayarlı Tomografi: Bilgisayarlı tomografi, özellikle kemik yapıların değerlendirilmesinde etkili bir yöntemdir. Kemik dokusu, atrit, neoplaziler, kırıklar, osteokondral lezyonları direkt grafilerden daha iyi gösterirler. Ayrıca yumuşak dokular arasındaki farklılıkları da direkt grafilere göre daha iyi değerlendirme imkanı sunmaktadır. Temeli röntgen cihazına dayanmakla birlikte, röntgenden farklı olarak X ışını demetinin inceltilerek, vücuda çizgisel şekilde düşürülmesiyle, iki boyutlu kesitsel

görüntüleme sağlayan bir yöntemdir. BT cihazlarında, ilk üretildiğinden günümüze kadar geçen sürede, geliştirilme ve rutinde kullanılma aşamalarında çok büyük değişiklikler yapılmıştır. İlk tarayıcılar, tek dedektörlü ya da az sayıda dedektörden ibaret iken, yeni geliştirilen tarayıcılarda çok sayıda ve hatta tek sıra olmayan dedektör dizinleri kullanılmaktadır. Böylelikle gelişen multidetektör BT (MDBT) teknolojisi ile kesit kalınlığı düşürülerek daha yüksek uzaysal rezolüsyon sağlanabilmekte ve hiçbir görüntü rezolüsyon kaybı olmaksızın multiplanar görüntüler elde edilebilmektedir. Ve bir rotasyon süresinde kesit alma işlemi 0,5 ile 1 saniye arasında olabilmektedir. Eklem içerisine kontrast madde enjeksiyonu ile yapılan MDBT artrografide yumuşak dokular ve eklem kıkırdağı ile ilgili daha ayrıntılı inceleme yapılabilmektedir (36,37,39, 45,46).

Manyetik Rezonans Görüntüleme: Manyetik rezonans görüntülemenin çalışma prensibi, sabit manyetik alan içinde dokuya gönderilen radyo dalgalarının dokudaki hidrojen atomlarını saptırması ve bu sapmanın her doku için farklılık taşımasına bağlı değişik sinyallerin görüntü haline getirilmesine dayanmaktadır (46).

Yüksek kontrast çözünürlüğü, üç düzlemde görüntüleme kapasitesi ve iyonizan radyasyon içermemesi ile MRG ayak bileği tendon ve ligamanlarının incelenmesinde önemli yer tutmaktadır. Kullanılan sekanslardan bağımsız olarak tendon ve ligamanlar tüm sekanslarda lineer, sinyalsiz yapılar olarak izlenir. Tendonlar, ligaman ve retinakulumlara göre daha kalın olmaları nedeniyle daha kolay tanınırsa da vücudun her tarafında olduğu gibi bu yapıların incelenmesinde iyi bir fonksiyon ve anatomi bilgisi gereklidir (18-20).

Manyetik rezonans görüntüleme ile ayak bileği aksiyel, koronal ve sagittal planda taranır. Kullanılan faz array koiller ile yüksek rezolüsyona sahip görüntüler elde edilebilir. Hasta sırt üstü pozisyonda yatarken görüntüler alınır ve kullanılan cihazın özelliklerine göre değişen puls sekanslar kullanılabilir. Konvansiyonel MRG ile her planda ayak bileğinin kemik ve yumuşak doku patolojilerinin çoğu direkt olarak görülebilir. Aksiyel ve koronal yağ baskısız T1 ağırlıklı görüntülerde ayak bileği tendon ve ligamanlarının bütünlüğü patolojik sinyal içerip içermemesi, anteromediyal ve anterolateral impingement sendromu bulguları değerlendirilebilmektedir. Aksiyel yağ

baskılı T2 ağırlıklı görüntülerde tendon içerisinde sıvı ile uyumlu yüksek sinyal intensitesi görülmesiyle tenosinovit ya da rüptürlerin tanısının konulmasında yardımcı olmaktadır (45,47,48).

Son zamanlarda yağ baskılı Volumetric Interpolated Breath Hold Examination (VIBE) MRG sekansı üç boyutlu görüntüleme, multiplanar ve volüm rendering görüntü rekonstrüksiyonu ve ince kesit (0.6 mm'ye varan) inceleme imkanı sunmaktadır. VIBE MRG sekansı sinovyum içerisindeki hemosiderin partiküllerini, osteokondral fragmanı ve kemik-kıkırdak yüzeylerdeki değişiklikleri yüksek rezolüsyon ile detaylı olarak inceleme olanağı sunmaktadır. VIBE sekansı ile multiplanar imaj rekonstrüksiyonu ve volüm rendering görüntüler elde edilebilmektedir. Bu sekans ile MRG artrografide eklem kıkırdağı ve çevre dokular arasında iyi bir kontrast rezolüsyonu sağalanabilmektedir. Ayrıca VIBE sekansı kullanılarak elde edilen MRG artrografi görüntülerde enjeksiyon işlemi esnasında oluşan intraartiküler hava baloncuklarının oluşturduğu susseptibilite artefaktı belirgin derecede azalmaktadır (9,10).

Artrografi: Eklem içi sıvının az olmasına bağlı olarak anatomik yapıların birbirine yakın durması MRG ile bazı patolojilere tanı konulmasını güçleştirmektedir. Bu güçlüğü ortadan kaldırmak ve daha iyi görüntü elde etmek amacı ile artrografi tekniği kullanılmaktadır. Artrografi öncesinde eklem içine enjekte edilen kontrast madde ile eklem distandü hale geldiğinden, konvansiyonel MRG ile atlanabilme şansı olan ligamantöz, sinoviyal yapılar görüntülenebilmekte ve kıkırdak patolojileri ile ilgili daha fazla bilgi elde edilmektedir. Bu teknik ile osteokondral yaralanmaların değerlendirilmesi ve evrelendirilmesi ve eklem içi loose body'lerin görüntülenmesi kolaylaşmaktadır. Eklem kapsülü, intraartiküler tendon, ligaman ve fibrokartilajinöz yapılara ait yırtıklar seyreltik kontrast maddenin yırtık içine uzanımı ile çok net olarak görüntülenebilmektedir (49-51).

Artrografi işlemi öncesi tüm hastalar septik artrit ya da osteomiyelit gibi kontraendikasyon oluşturabilecek patolojiler açısından dikkatlice sorgulanmalı ve gerekirse rutin konvansiyonel MRG ile görüntülenmeye alınmalıdır. MRG-BT

artrografi işlemi iki basamaktan oluşmaktadır. Birinci basamak kontrast madde enjeksiyonu, ikinci basamak ise enjeksiyonun ardından MRG-BT görüntüleme işlemidir. Kontrast madde enjeksiyonu için dilüe edilmiş 0.5 mmol/L gadolinyum bazlı MRG kontrast madde ve iyotlu BT kontrast madde 1:200 konsantrasyon olacak şekilde (0.1 ml kontrast + 20 ml serum fizyolojik ile karıştırılarak) hazırlanabilir. Eklem içi enjeksiyon floroskopi, ultrasonografi ya da MRG kılavuzluğunda veya herhangi bir görüntüleme yönteminin kılavuzluğu olmaksızın doğrudan da yapılabilir. Ayak bileğinde enjeksiyon yeri genellikle anteriorda ektansör hallusis longus tendonu medialinden tibiotalar eklem hedef alınarak gerçekleştirilir. Kontrast madde enjeksiyonundan sonra elde edilen eklem distansiyonunun kaybedilmeden görüntüler alınabilmesi için eğer MRG artrografi yapılacak ise MRG tetkiki; eğer BT artrografi yapılacak ise BT tetkiki enjeksiyondan sonraki 30 dakika içinde gerçekleştirilmelidir. MRG artrografi'de enjeksiyon sonrası aksiyel T1 ağırlıklı yağ baskılı ve yağ baskısız, koronal T1 ağırlıklı yağ baskısız ve sagittal planda VIBE sekansı alınır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda da gösterildiği gibi yağ baskılı VIBE sekansı üç boyutlu ve multiplanar görüntüleme ve 0.6 mm'ye kadar varan oranlarda ince kesit görüntüler sağlaması ile direkt MRG artrografi incelemelerinde yerini almaya başlamıştır. MDBT artrografi'de ise enjeksiyon sonrası multiplanar reformasyona uygun, ince kesit ve her üç düzlemi de içerecek şekilde görüntüler elde edilebilmektedir (9,10,52-55).

MRG ve BT artrografide en sık karşılaşılan tuzak kontrast maddenin eklem dışına ekstravazasyonudur. Hatalı enjeksiyon nedeniyle ya da eklem mesafesinin aşırı derecede distansiyonuna bağlı ortaya çıkabilir ve kapsüler devamsızlık ile karışabilir. Bu yüzden işlem esnasında yüksek basınç ile enjeksiyondan kaçınılmalı ve mutlaka bir görüntüleme kılavuzluğunda eklem içerisine girilmelidir. Enjeksiyon esnasında eklem mesafesine hava kabarcıkları kaçırılır ise bunlar loose body'leri taklit edebilir ya da manyetik duyarlılık (susceptibility) artefaktına neden olabilir. Bu artefakt son yıllarda MRG artrografi incelemelerinde yerini almaya başlayan VIBE sekansı ile azalmaya başlamıştır. Eklem içi loose body şüphesi olan durumlarda MDBT artrografi de tanıya büyük ölçüde yardımcı omaktadır. Ayak bileği MRG ve BT artrografisi ile, anterolateral impingement sendromu, kronik ayak bileği instabilitesi ve osteokondral lezyonlar çok net olarak değerlendirilebilmektedir (9,36,53,56-58).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

Çalışmamıza, Eylül 2014 ile Mayıs 2015 tarihleri arasında hastanemizin Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı polikliniğine başvuran, anamnez, fizik muayene ve rutin ayak bileği konvansiyonel MRG bulguları ışığında ayak bileği osteokondral lezyon patolojisi düşünülen hastalar dahil edildi. Mevcut kriterleri taşıyan toplam 32 olgu BT ve MRG artrografi ile değerlendirildi. 27 olguya artroskopi korelasyonu yapıldı. Çeşitli sebeplerden dolayı artroskopiye kabul etmeyen bu beş olgu değerlendirmeye dahil edilmedi. Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların cinsiyete göre yüzde dağılımı, genel ve cinsiyete göre yaş ortalamaları hesaplandı.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri: Son bir ay içinde artroskopi veya eklem içi enjeksiyon yaptırmamış olmak, fizik muayene, anamnez ve rutin ayak bileği konvansiyonel MRG verileri ışığında ayak bileği osteokondral lezyon açısından destekleyen bulgular taşımak olarak belirlendi.

Hastaların çalışmadan çıkarılma kriterleri: Eklem içi steroid enjeksiyonu yapılmış olması, ayak bileği üzerinde döküntülü veya döküntüsüz deri lezyonu olanlar, skar dokusu veya açık yarası olanlar, hamile bayanlar, septik artritin olması, ciddi düzeyde nefes darlığı olan hastalar, klostrofobisi olan hastalar, immünsüpresif hastalar, kalp pili olan hastalar, antikoagülan tedavisi alan veya kanama diyatezi öyküsü olması, BT ya da MRG artrografi çekimi esnasında tüm görüntüleme parametrelerinin tamamlanamamış olması ve hastaların kendi isteği ile çalışmaya katılmak istememesi olarak belirlendi.

Fakültemiz dahili tıp bilimleri kurulu ve etik kurul komitesinden çalışmamız için gereken yazılı onay alındı. BT ve MRG artrografi tetkiki öncesi her hastaya Dünya Tabipler Birliği Helsinki Deklarasyonu çerçevesinde intraartiküler enjeksiyon yapmanın gerekliliği ve yapılış tekniği hakkında detaylı bilgi verilerek çalışmaya dahil edilen tüm hastaların yazılı onam formu alındı. Çalışmaya dahil edilen her hastaya enjeksiyon sonrası herhangi şikayetinin olup olmadığı sorgulandı.

3.2. Ultrasonografi Eşliğinde Enjeksiyon Tekniğimiz

BT ve MRG artrografi işlemi öncesinde hastalar ultrasonografi ünitemize alındı. İntraartiküler enjeksiyon işlemi için hasta sedye üzerinde oturur pozisyonda ayağı sedye üzerinde olacak şekilde diz eklemi fleksiyona ve ayak bileği ise plantar fleksiyona getirildi. Hastaya bu pozisyon verilerek işlem boyunca sabit kalması sağlandı. Daha sonra, 7.5 MHz lineer transdüser prob (Toshiba Applio 500, Tokyo, Japonya) kullanılarak ayak bileği anterior kesiminde tibialis anterior tendonu mediyal kesiminden tibiotalar ekleme girilebilecek, vasküler elemanlardan yoksun ve tibiotalar eklemin ultrasonografik olarak rahatlıkla vizüalize edilebildiği en uygun lokalizasyon belirlendi ve bu lokalizasyona işaret konuldu. İşaretlenen seviye merkez alınarak batikon ile geniş bir cilt temizliği sonrası lokal anestezi uygulandı. Lokal aneztezi için %2'lik lidokain'den 1-3 cc kullanıldı.

Artrografi enjeksiyonu için, 100 cc serum fizyolojik içerisine 0.9 ml gadobutrol (Gadovist, Bayer Schering Pharma, Berlin, Almanya) insülin enjektörü vasıtası ile ilave edilerek dilüe paramanyetik kontrast madde solüsyonu hazırlandı. Aynı seansta hem BT hem de MRG artrografi görüntüler elde etmek amacıyla literatür verileri ışığında non-iyonik iyotlu kontrast madde iopromide'den (Ultravist 370 mg / ml, Bayer Schering Pharma, Berlin, Almanya) 10 cc'lik enjektör içerisine 4 cc kadar çekildi. Mevcut dilüe paramanyetik kontrast madde solüsyonundan ise 6 cc kadar çekilip 10 cc'lik BT ve MRG artrografi enjeksiyon solüsyonu hazırlandı (52,53).

Enjeksiyon için 20 gauge numaralı spinal iğne tercih edildi. Ultrasonografi kılavuzluğunda anterior yaklaşım kullanılarak tibiotalar eklem içerisine iğnenin yönü eklem içerisine doğru olacak şekilde enjeksiyon yapıldı. Hazırlanan BT ve MRG artrografi solüsyonundan olgunun yaşına ve kilosuna uygun olacak şekilde 4-6 cc kadar tatbik edildi. Enjeksiyondan sonra ultrasonografi ile eklem kapsülünün distansiyonu gözlenerek kontrast maddenin eklem aralığı içerisine verildiğinden ve ekstravazasyon olmadığından emin olundu.

3.3. MRG Artrografi Tekniğimiz

İntraartiküler enjeksiyonu takiben en geç 15 dakika içerisinde hastalar MRG artrografi görüntülerinin alınması için önce MRG ünitesine alındı. Hasta supin pozisyonda ayak bileği nötral pozisyonda yüzeyel ayak bileği koilleri kullanılarak aksiyel, koronal ve sagittal düzlemlerde MRG (3 Tesla Siemens, Magnetom Skyra, Erlangen, Germany) artrografi görüntüleri alındı. Aksiyel yağ baskılı ve yağ baskısız, koronal yağ baskısız hızlı spin eko T1 ağırlıklı görüntüler TR: 650 msn, TE:15 msn, kesit kalınlığı 3 mm, kesit aralığı 0.3 mm, Field of View (FOV) 15 cm^2 ve matriks 256x256 görüntüleme parametreleri kullanılarak elde edildi. Sagittal düzlemde ise 3D VIBE sekansı TR:13.2 msn, TE: 4.7 msn, kesit kalınlığı 0.6 mm, flip angle: 11^0, matriks 512x512, FOV 16 cm^2 görüntüleme parametreleri kullanılarak elde edildi. 3D VIBE sekansını sagittal planda elde etmemize rağmen mevcut sagittal görüntüler vasıtasıyla iş istasyonumuzda herhangi bir rezolüsyon kaybı olmadan multiplanar inceleme imkanı bulduk.

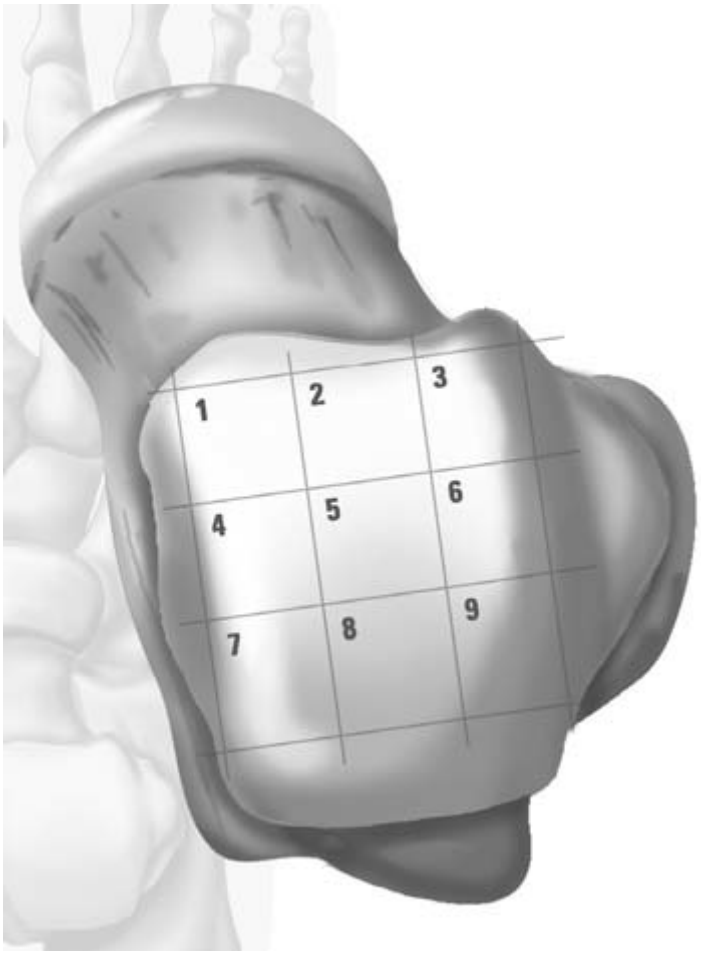
3.4. BT Artrografi Tekniğimiz

MRG artrografi görüntüleme işlemi tamamlandıktan sonra hastalarımız 5 dakika içerisinde BT ünitemize alındı. Multiplanar 3D modunda MDBT artrografi (Somatom Definiton Flash, Siemens, Erlangen, Almanya) görüntüler alınması için hastalar BT masasına supin pozisyonda yatırıldı. Her hastadan önce standart skenografi görüntüler alınarak daha sonraki ayak bileğini kapsayacak şekilde kesit pozisyonu belirlendi. MDBT artrografi görüntü çekimi aşağıdaki teknik parametreler kullanılarak gerçekleştirildi: Tüp voltajı 80 kVp, tüp akımı 100 mAs, tarama zamanı 1.5 s, toplam tarama süresi 45 s, gantri rotasyon zamanı 0.28 s, kolimasyon 0.625 mm, rekontrüksiyon kesit kalınlığı 0.5 mm, pitch 1.375, dedektör konfigürasyonu 128 mm×0.6 mm olup dedektör için z uçan fokal spot tekniği kullanıldı. Yumuşak doku kerneli (B20f) kullanılarak kesit kalınlığı 0.5 mm ve kesit aralığı 1 mm olacak şekilde görüntülerin rekonstrüksiyonu sağlandı.

3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi

BT ve MRG artrografi görüntüleme sonucu elde edilen veriler daha sonra değerlendirme yapılabilmesi amacı ile özel bir iş istasyonuna gönderildi (Syngovia, Siemens, Medikal Sistemler, Erlangen, Almanya). Tüm BT ve MRG artrografi görüntüleri kas iskelet görüntüleme üzerinde yedi yıllık tecrübeye sahip (H.O) ve üç yıllık tecrübeye sahip (B.P) tarafından ortak bir konsensus ile artroskopi sonuçları bilinmeden bağımsız olarak değerlendirildi.

Her hasta için tibiotalar eklem kıkırdağı talar kompartımanı medial, lateral ve santral zon olmak üzere üç ana kompartımana ayrıldı. Bu üç ana kompartıman ise her biri kendi arasında üç zona ayrılarak toplam dokuz adet zon elde edildi (59, şekil 11). Tibial kıkırdak kompartımanı ise medial, lateral ve santral yüzey olmak üzere üç zona ayrıldı. Fibular kıkırdak ise tibiotalar ekleme bakan yüzeyi ile tek bir zon olarak ele alındı (36).

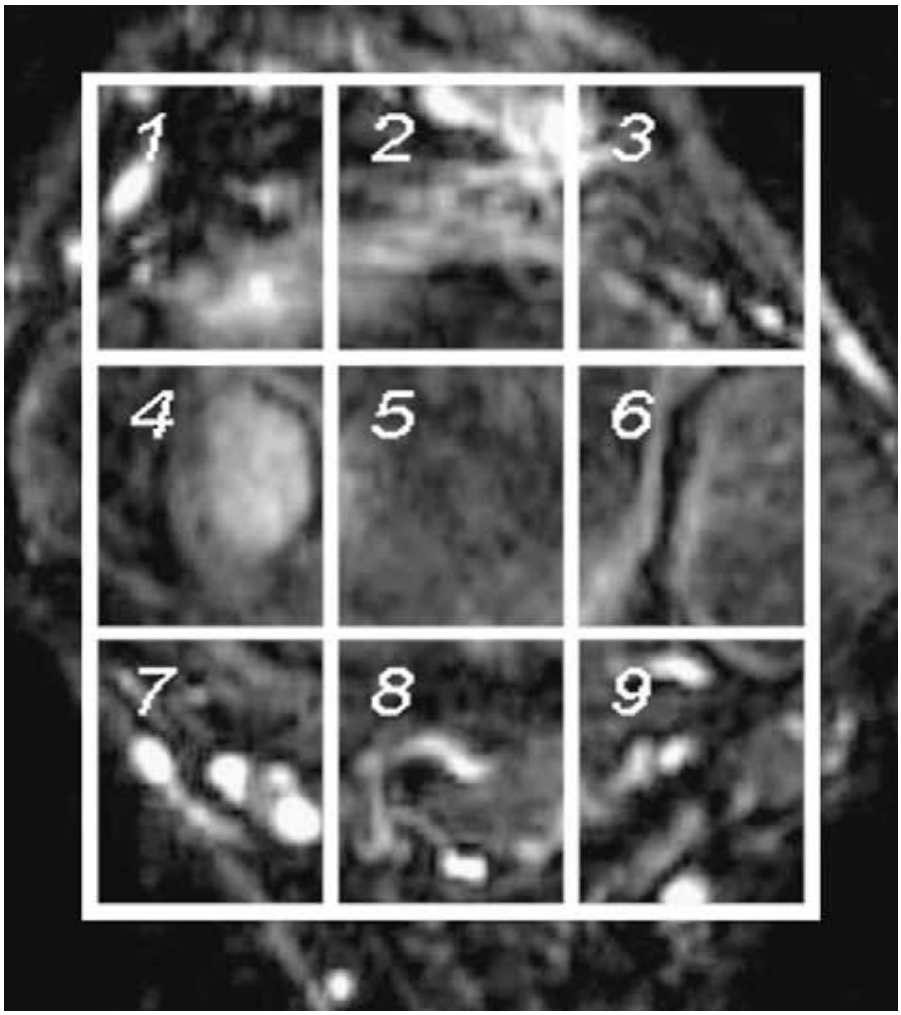


Şekil 10. Tibiotalar eklem talar kıkırdak kompartıman üzerindeki 9 anatomik zon.

Her hasta için BT ve MRG artrografi görüntüleri ile elde edilen veriler ayak bileği osteokondral lezyonlarının evrelendirilmesinde bugün için radyoloji pratiğinde en sık kullanılan sınıflama olan Anderson ve ark'nın modifiye ettiği sınıflama tercih edildi (39, Tablo 4). Her bir olgu için artrografi görüntüleri eklem kapsülü, artiküler kıkırdak yüzeyleri, osteokondral lezyonların tibiotalar eklem kompartımanlarındaki lokalizasyonları (Şekil 12) ve lezyonları eklem aralığı ile ilişkilerine, subkondral kemik yapıların etkilenip etkilenmediğine, kontrast madde ekstravazasyonunun olup olmadığına bakılarak lezyonun evresi değerlendirildi.

Tablo 5. Anderson ve ark'nın modifiye ettiği osteokondral lezyon sınıflaması	
Evre I	Subkondral trabeküler kompresyon ve kıkırdakta yüzeyel düzensizlikler
Evre II	Fragmanda inkomplet ayrılma
Evre III	Ayrışma var ancak displase olmamış fragman
Evre IV	Displase olmuş fragman, loose body görülmesi

Tablo 5. Anderson ve ark'nın modifiye ettiği osteokondral lezyon sınıflaması



Şekil 11. Talar Kompartman Mediyal yüz zon 4'te yer alan bir osteokondral lezyon örneği.

3.6. İstatistiksel Analiz

Sürekli değişkenler ortalama ± standart sapma olarak belirtildi. Ayak bileği osteokondral lezyonlarının tanısında hem MRG artrografi hem de BT artrografi teknikleri için sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdeleri hesaplandı.

Ayrıca BT ve MRG artrografi teknikleri arasında tanısal performans yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığının tespiti açısından BT ve MRG artrografi sonrası elde edilen kategorik veriler non-parametrik McNemar testi kullanılarak değerlendirildi.

Tüm bildirilen p değerleri iki yönlü olarak hesaplanmış olup 0.05 ten daha küçük p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler bilgisayar ortamında istatistik yazılımı kullanılarak yapılmıştır (SPSS software, 18, Chicago, IL, USA).

4. BULGULAR

4.1. Hastaların Değerlendirilmesi

Çalışmamıza Ortopedi ve Travmatoloji polikliniğine fizik muayene, anamnez ve rutin ayak bileği konvansiyonel MRG verileri ışığında ayak bileği osteokondral lezyon açısından destekler bulgular eşliğinde başvuran toplam 32 hasta kabul edildi. Toplam 27 olguya artroskopi korelasyonu yapıldı. Kalan 5 olgu artroskopi işlemini kabul etmedi. Bu bağlamda artroskopi korelasyonu yapılabilen 15'i erkek (% 55.6) 12'si kadın (% 44.4) olmak üzere toplam 27 hasta çalışmamıza dahil edildi. Hastaların yaşları 19-61 arasında değişmekteydi. Yaş ortalaması erkeklerde 30.3 ± 5.2, kadınlarda 35.3 ± 2.5 olup genel yaş ortalaması 38.1 ± 6.3 olarak bulundu. Erkeklerle kadınların yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p=0,324).

Toplam 27 olguya tamamına başarılı bir şekilde ayak bileği enjeksiyonu yapıldı. 5 olguya (% 18.5) bilateral ayak bileği enjeksiyonu yapıldı. Enjeksiyon esnasında muhtemelen tibiotalar eklem kapsülünün gerilmesine bağlı olarak 5 (% 18.5) olguda ağrı ve basınç hissi tarfi edildi. Söz konusu olguların sadece 1 (% 0.3)' i ağrı şikayetinin bir gün devam ettiğini ve doktoruna danışarak analjezik kullanmak zorunda kaldığını ifade etti. Geriye kalan 4 olgu (% 14.8) herhangi bir ilaç kullanmaya gerek kalmadan mevcut şikayetlerinin birkaç saat içerisinde tamamen kaybolduğunu sözel olarak ifade ettiler. Olgularımızın hiçbirinde uzun vadede komplikasyon görülmedi.

4.2. Görüntülerin Değerlendirilmesi

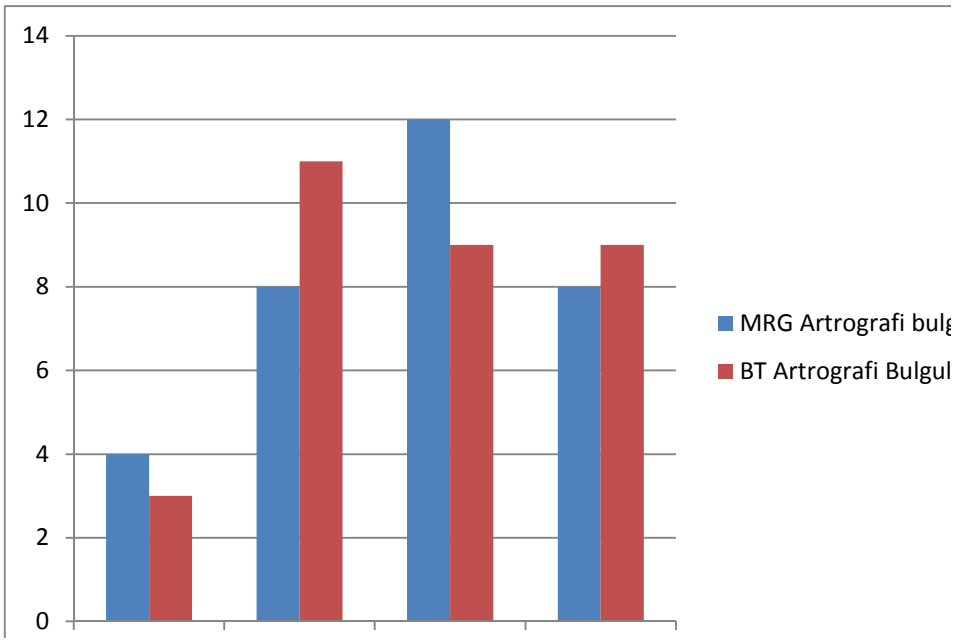
Çalışmaya dahil edilen 27 olgu üzerinden toplam 32 adet ayak bileği osteokondral lezyonu değerlendirildi (5 olguya (% 18.5) bilateral enjeksiyon yapıldığından). Tüm ayak bileği osteokondral lezyonları Anderson ve ark'larının (39) modifiye ettği evreleme sistemine göre BT ve MRG artrografi verileri ışığında değerlendirilip evrelendirildi. Aynı zamanda tüm lezyonların tibiotalar eklem kompartımanındaki yerleşim gösterdikleri anatomik zonlar ve kemik kompartımanları tespit edildi.

Olguların sadece 1 (% 0.3)' inde iğnenin tibiotalar eklem kapsülüne giriş yerinde cilt altı fasyal planlar arasına ve kapsül dışına minimal kontrast madde ekstravazasyonu izlendi ancak mevcut minimal düzeydeki bu ekstravazasyon diagnostik kaliteyi olumsuz etkilemediği için bu olgumuz değerlendirme kapsamı dışında bırakılmadı.

MRG artrografi verileri doğrultusunda toplam 32 adet ayak bileği osteokondral lezyonunun 4'ü (% 12.5) evre I, 8'i (% 25) evre II, 12'si (% 37.5) evre III ve 8 (% 25) tanesi ise evre IV osteokondral lezyon tanısı aldı. Ancak artroskopik korelasyon yapılan hastalarda evre I olarak değerlendirilen lezyonlardan 1 tanesi (% 25) evre II olarak, evre II olarak değerlendirilen lezyonlardan 3'ü (% 37.5) evre III olarak, evre III olarak değerlendirilen lezyonlardan 3' ü (% 25) evre II olarak tanı aldı. Evre IV lezyonlarda artroskopik olarak belirgin diskordans gözlenmedi.

BT artrografi verileri doğrultusunda ise toplam 32 adet ayak bileği osteokondral lezyonunun 3' ü (% 9.3) evre I, 11' i (% 34.4) evre II, 10' u (% 31.3) evre III ve 8 (% 25) tanesi ise evre IV osteokondral lezyon tanısı aldı. Artroskopik korelasyon yapılan hastalarda evre II olarak değerlendirilen lezyonlardan 1' i (% 0.9) evre III olarak, evre III olarak değerlendirilen lezyonlardan ise 2'si (% 20) ise evre II olarak, evre I olarak değerlendirilen lezyonlardan 1'i (% 33.3) ise evre II lezyon olarak tanı aldı. Evre IV lezyonlarda belirgin diskordans izlenmedi.

Şekil 12'te lezyonların evrelerine göre BT ve MRG artrografi bulguları grafik halinde verilmiştir.



Şekil 12. BT ve MRG artrografi bulgularına göre lezyonların evreleri

Mevcut osteokondral lezyonların anatomik zona ve tibiotalar eklem kıkırdak kompartımanlarına göre dağılımlarında elde edilen veriler:

Lezyonların 22'si (% 68.7) talar mediyal komponentte, 8'i (% 25) talar lateral komponentte ve kalan 2'si (% 6.3) ise tibial mediyal komponentte yerleşim göstermekteydi. Çalışmamıza dahil ettiğimiz olguların hiçbirinde tibial lateral ve santral komponentte, talar santral komponentte ve fibular komponente yerleşim gösteren lezyon tespit edilmedi. Talar mediyal komponentteki lezyonlardan 9'u (% 40.9) zon 1'de kalan 13'ü (% 59.1) ise zon 4' te yer almaktaydı. Talar lateral komponentteki lezyonlardan 3'ü (% 37.5) zon 3'te kalan 5'i (% 62.5) ise zon 6' da yer almaktaydı. Tibial komponentteki 2 lezyonun hepsi (%100) de mediyal komponette yer almaktaydı.

Tablo 6 ve 7' da sırasıyla MRG ve BT artrografi tekniklerinin ayak bileği osteokondral lezyonlarının tespitinde sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdeleri gösterilmiştir.

Tablo 6. MRG artrografi tekniği sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdeleri			
	Sensitivite	Spesifite	Tanısal Doğruluk
Evre I	% 95	% 73	% 90
Evre II	% 80	% 76	% 77
Evre III	% 78	% 68	% 75
Evre IV	% 100	% 100	% 100

Tablo 6. Evrelere göre MRG artrografinin sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdelerinin gösterimi (Artroskopik korelasyon eşliğinde).

Tablo 7. BT artrografi tekniği sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdeleri			
	Sensitivite	Spesifite	Tanısal Doğruluk
Evre I	% 96	% 79	% 91
Evre II	% 91	% 81	% 86
Evre III	% 90	% 83	% 89
Evre IV	% 100	% 100	% 100

Tablo 7. Evrelere göre BT artrografinin sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdelerinin gösterimi (Artroskopik korelasyon eşliğinde).

Tanısal performans açısından McNemar testi kullanılarak yapılan değerlendirmede evre I ve IV lezyonların tespiti açısından BT ve MRG artrografi teknikleri arasında belirgin istatistiksel fark gözlenmedi (sırasıyla, p=0.323, p=0.341). ancak evre II ve III lezyonların tespitinde BT artografinin, MRG artrografiye göre biraz daha üstün performans gösterdiği gözlendi (sırasıyla, p=0.041, p=0.038). BT artrografinin evre II ve III lezyonları tespit etmedeki başarısı, MRG artrografinin yer yer evre II lezyonları evre III şeklinde egzajere etmesine bağlandı. BT ve MRG artrografi bulguları birlikte değerlendirildiğinde lezyonlar daha yüksek doğrulukta evrelendirilebilmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. BT ve MRG artrografi bulgularının birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdeleri			
	Sensitivite	Spesifite	Tanısal Doğruluk
Evre I	%97	%80	%91
Evre II	%93	%83	%87
Evre III	%92	%85	%91
Evre IV	%100	%100	%100

Çalışmaya dahil edilen tüm vakalara ait demografi, MRG artrografi, BT artrografi ve artroskopi bulguları özet halinde tablo 9' de gösterilmiştir.

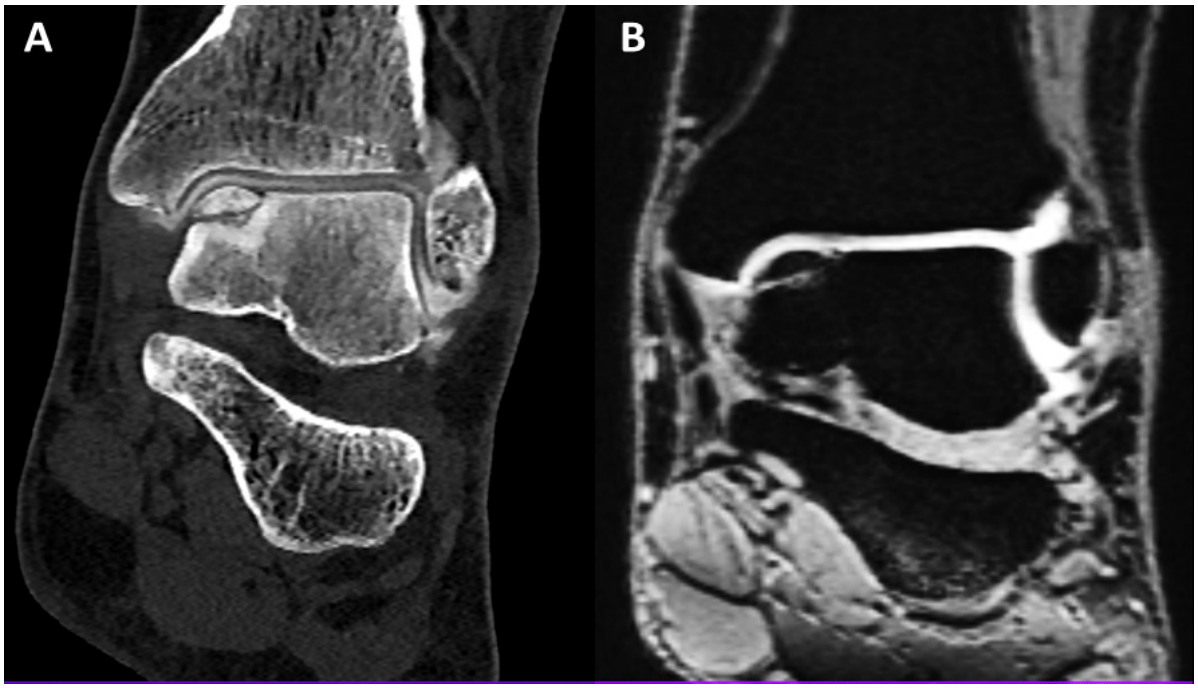
Olgu No	İsim	Yaş, cinsiyet ve ayak bileği yönü	MRG artrografi bulgusu	BT artrografi bulgusu	Artroskopik tanı
1	A.D	34 yaş, erkek, sağ ayak bileği	Evre II lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
2	R.S	19 yaş, kadın, sol ayak bileği	Evre I lezyon	Evre I lezyon	Evre I lezyon
3	B.Y	24 yaş, erkek, sağ ayak bileği	Evre III lezyon	Evre III lezyon	Evre III lezyon
4	D.Y	33 yaş, erkek, sol ayak bileği	Evre II lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
5	L.H	41 yaş, kadın, her iki ayak bileği	Sağ evre III lezyon Sol evre IV lezyon	Sağ evre III lezyon Sol evre IV lezyon	Sağ evre III lezyon Sol evre IV lezyon
6	A.S.K	37 yaş, erkek, sol ayak bileği	Evre I lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
7	E.G	50 yaş, kadın, sağ ayak bileği	Evre III lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
8	T.N	44 yaş, erkek, sol ayak bileği	Evre II lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
9	U.Ç	49 yaş, kadın, her iki ayak bileği	Sağ evre IV lezyon Sol evre III lezyon	Sağ evre IV lezyon Sol evre III lezyon	Sağ evre IV lezyon Sol evre III lezyon
10	F.H.B	53 yaş, kadın, sağ ayak bileği	Evre II lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
11	Y.C	30 yaş, erkek, sol ayak bileği	Evre III lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
12	M.H	37 yaş, kadın, sol ayak bileği	Evre I lezyon	Evre I lezyon	Evre II lezyon
13	K.P	28 yaş, erkek, sağ ayak bileği	Evre III lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
14	Y.U	31 yaş, erkek, sağ ayak bileği	Evre II lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
15	G.F.N	26 yaş, kadın, her iki ayak bileği	Sağ evre III lezyon Sol evre IV lezyon	Sağ evre III lezyon Sol evre IV lezyon	Sağ evre III lezyon Sol evre IV lezyon
16	S.O	29 yaş, erkek, sağ ayak bileği	Evre II lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
17	Y.Ş	35 yaş, kadın,	Sağ evre IV	Sağ evre IV	Sağ evre IV

		her iki ayak bileği	lezyon Sol evre III lezyon	lezyon Sol evre III lezyon	lezyon Sol evre III lezyon
18	Y.Y	49 yaş, erkek, sağ ayak bileği	Evre IV lezyon	Evre IV lezyon	Evre IV lezyon
19	U.V	44 yaş, kadın, sol ayak bileği	Evre III lezyon	Evre II lezyon	Evre II lezyon
20	N.Ç	41 yaş, erkek, sol ayak bileği	Evre II lezyon	Evre III lezyon	Evre II lezyon
21	B.V	39 yaş, erkek, her iki ayak bileği	Sağ evre IV lezyon Sol evre III lezyon	Sağ evre IV lezyon Sol evre III lezyon	Sağ evre IV lezyon Sol evre III lezyon
22	T.Ş	49 yaş, erkek, sağ ayak bileği	Evre IV lezyon	Evre IV lezyon	Evre IV lezyon
23	P.F	33 yaş, kadın, sağ ayak bileği	Evre II lezyon	Evre III lezyon	Evre III lezyon
24	F.N	45 yaş, erkek, sol ayak bileği	Evre III lezyon	Evre III lezyon	Evre III lezyon
25	H.K	61 yaş, erkek, sağ ayak bileği	Evre IV lezyon	Evre IV lezyon	Evre IV lezyon
26	G.L	47 yaş, kadın, sağ ayak bileği	Evre III lezyon	Evre III lezyon	Evre III lezyon
27	N.İ	21 yaş, kadın, sağ ayak bileği	Evre I lezyon	Evre I lezyon	Evre I lezyon

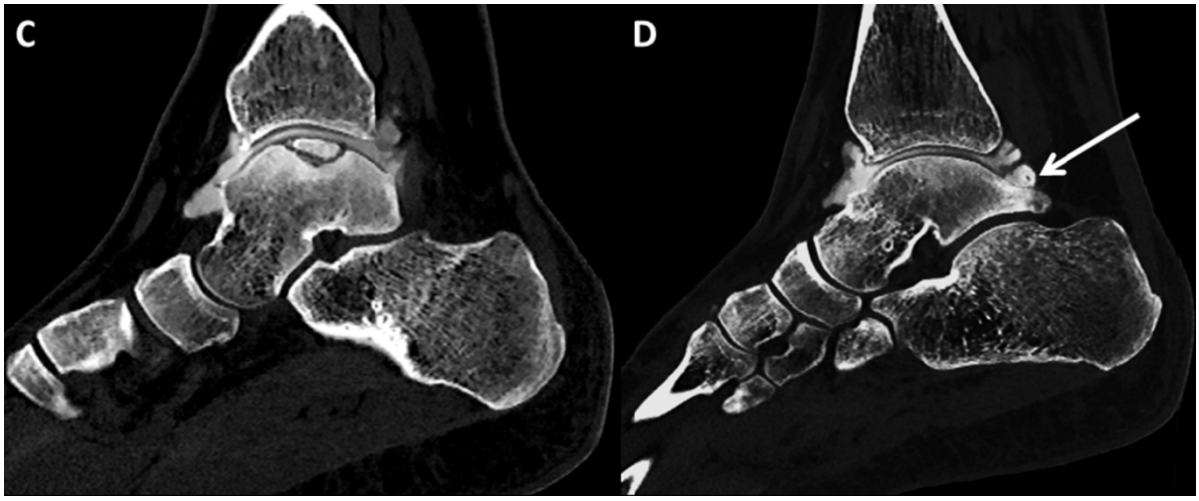
Tablo 9. Değerlendirmeye dahil edilen olgulara ait bilgiler, radyolojik bulgular ve artroskopi sonuçları

4.3. OLGU ÖRNEKLERİ

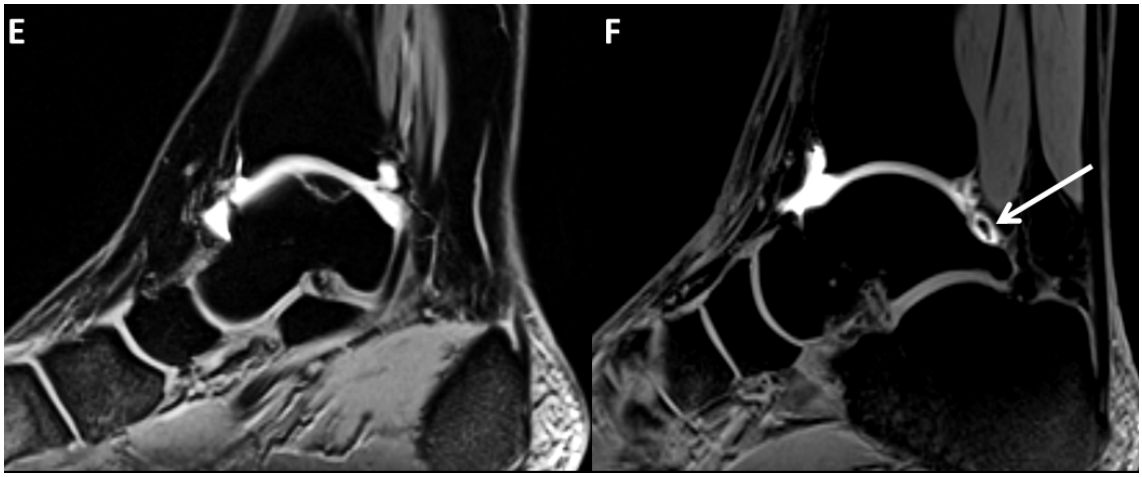
Olgu 1: 33 yaşında bayan erkek hasta travma sonrası talus mediyal domunda evre IV osteokondral lezyon.



Şekil 13. Kontrast maddenin lezyon içerisine tamamen sızdığı fragmanın subkondral kemikten ayrıldığı gözlenmekte. A) Koronal ince kesit MDBT artrografi görüntüsü. B) Koronal VIBE MRG artrografi görüntüsü.

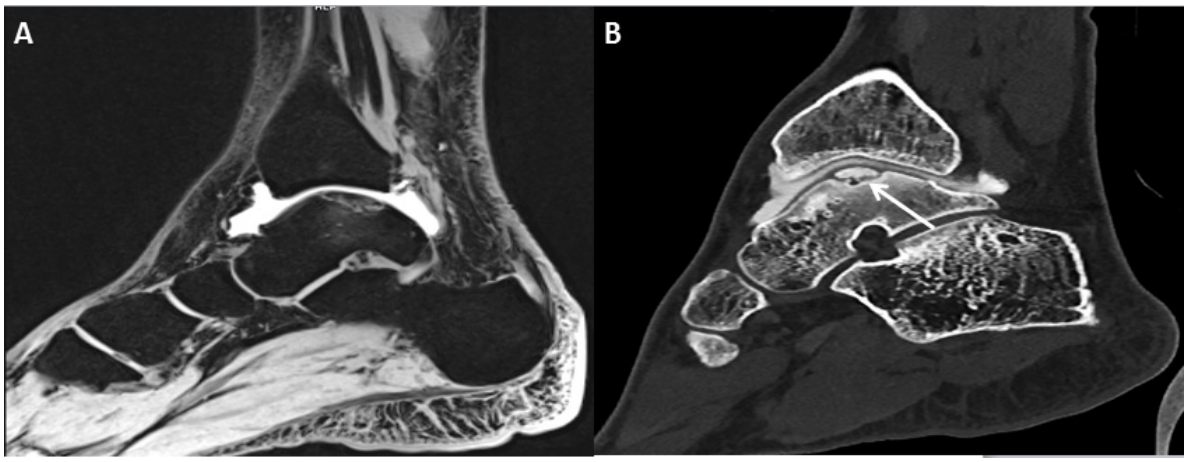


Şekil 14. Olgu 1’ deki hastanın sagittal MDBT artrografi gröntüleri. C) Talus domundaki evre IV lezyon görülmekte. D) Tibitalar eklem posterordaki milimetrik loose body görülmekte (ok).



Şekil 15. Olgu 1’ deki hastanın sagittal VIBE ağırlıklı MRG artrografi görüntüleri. E) Talus domundaki evre IV lezyon görülmekte. F) Tibitalar eklem posterordaki milimetrik loose body görülmekte (ok).

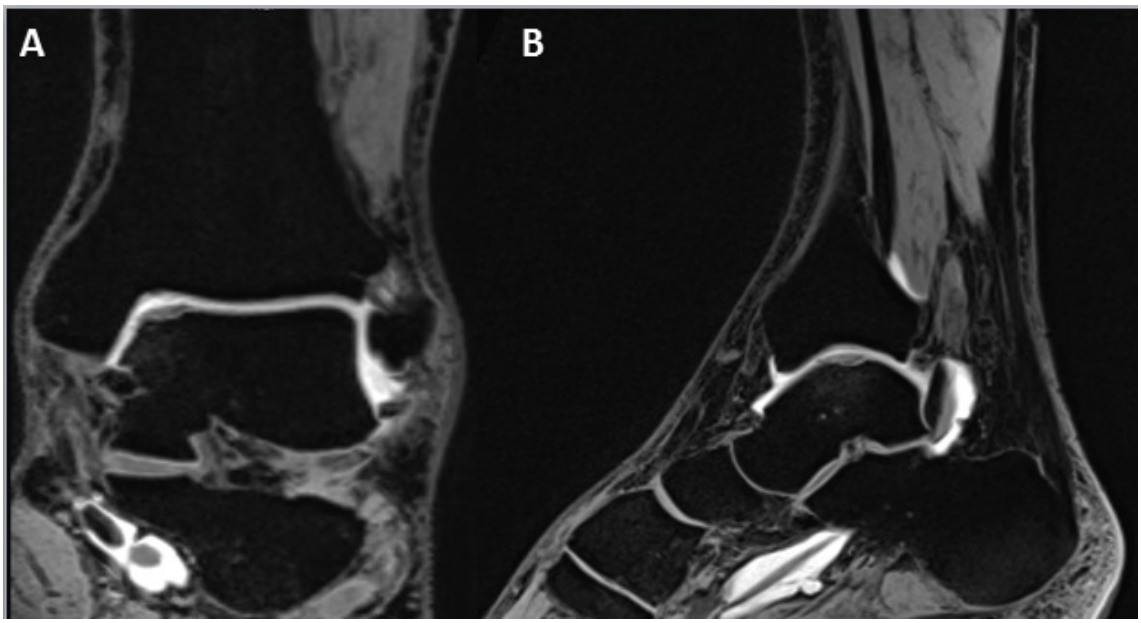
Olgu 2: 43 yaşında bayan hasta burkulma sonrası evre III ostekondral lezyon.



Şekil 16. Koronal VIBE MRG artrografi (A) ve koronal MDBT artrografi görüntüleri (B). Evre III osteokondral lezyon. A) Talus domunda evre III lezyonu düşündüren fragmanın tamamen deplase olmadığı lezyon imajı. B) BT artrografide

kontrast maddenin lezyon içerisine geçisi (ok) ve fragmanın tamamen deplase olmadığı evre III lezyon imajı.

Olgu 3: 38 yaşında erkek hasta düşme sonrası talus mediyal domunda evre II lezyon.

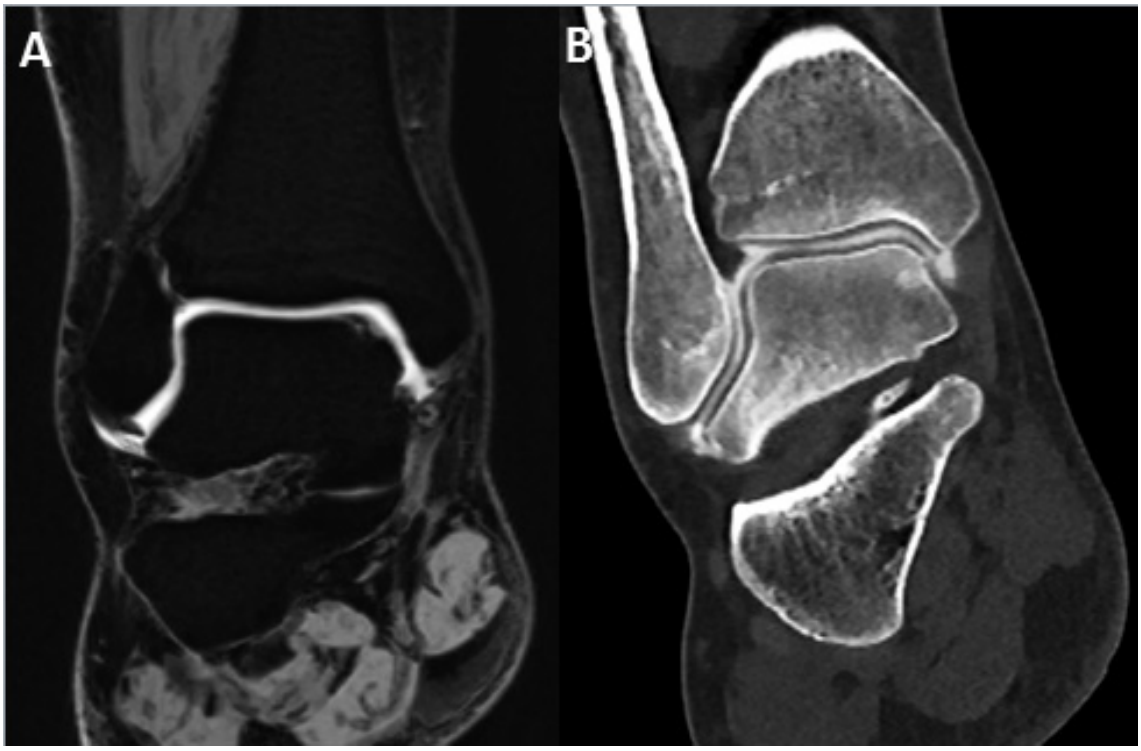


Şekil 17. A) Koronal VIBE MRG artrografide talus mediyal domunda bir miktar kemik iliği ödeminin eşlik ettiği evre II lezyon. B) Sagittal VIBE MRG artrografide talus mediyal domunda bir miktar kemik iliği ödeminin eşlik ettiği evre II lezyon.



Şekil 18. Olgu 3'teki hastanın koronal (C) ve sagittal (D) MDBT artrografi görüntüleri, evre II lezyon (oklar).

Olgu 4: 22 yaşında profesyonel buz pateni yapan bayan hasta.



Şekil 19. Hastada artroskopik olarak Evre I lezyon tanısı alan hastanın koronal MRG ve BT artrografi görüntüleri.

A) Koronal VIBE MRG artrografide lezyon evre I olarak görülmektedir. VIBE evre I lezyonu evre II olarak egzajere etmektedir. B) Koronal BT artrografide lezyon evre I olarak görülmektedir.

Olgu 5: 63 yaşında bayan hasta, tekrarlayan mikrotravma öyküsü mevcut.



Şekil 20. Koronal VIBE MRG artrografi (A) ve koronal BT artrografide (B) tibiotalar eklem kıkırdağındaki diffüz kayıp gözlenmekte. BT artrografi kıkırdak hasarını daha yüksek çözünürlük ile gösterebilmektedir.

5. TARTIŞMA

Ayak bileği osteokondral lezyon ilk kez 1922 yılında Kappis tarafından talus domunda gösterilmiştir (60, 61). Söz konusu lezyonun etyolojisinde travma, iskemi, genetik faktörler, anormal vaskülarite ve metabolik değişikliklerin rol oynayabileceği belirtilmektedir. Bugün için ayak bileği osteokondral lezyonların gelişiminde travma etkisinin çok önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir. Erkekler kadınlara göre daha yüksek risk altında olup, ayak bileği osteokondral lezyonları tüm vücutta görülen osteokondral lezyonların %4' ünü teşkil etmektedir (58, 62-67).

Osteokondral lezyonlar ayak bileğinde en sık talus domunda görülmektedir. Elias ve ark' ları 424 hasta üzerinde yaptığı çalışmada talar domda yer alan osteokondral lezyonları dokuz anatomik zona ayırarak incelemişlerdir (59). Biz de çalışmamızda talar domda yer alan lezyonları bu zonlara göre sınıfladık. Elias ve ark'ları mediyal talar dom lezyonlarını % 62 oranında lateral dom lezyonlarını ise % 34 oranında bulmuşlardır (59). Biz de çalışmamızda % 68.7 oranında mediyalde % 25 oranında ise lateralde lezyon tespit ettik. Talar dom, osteokondral lezyonların ayak bileğinde en sık yerleşim yeri olmakla birlikte talus başı, tibial plafond, kuboid kemik, navikuler kemik, subtalar eklem ve çeşitli metatars başlarında da osteokondral lezyonlar görülebilmektedir (60, 68).

Ayak bileği osteokondral lezyonların patofizyolojisinde çeşitli mekanizmalar rol oynamaktadır. Ayak bileği lateral kesimde oluşan osteokondral lezyonlarda genellikle akut gelişen travmatik bir epizod ve daha sıklıkla gerçek bir osteokondral ya da transkondral fraktür oluşumu izlenmektedir. Oysa ki ayak bileği mediyal kesimde oluşan osteokondral lezyonlarda genellikle yakın zamanda ortaya çıkan travma öyküsüne daha az sıklıkla rastlanılmaktadır. Vakaların %10 – 25' inde osteokondral lezyonlar her iki ayak bileğinde ortaya çıkmaktadır (64, 66). İnjürinin primer mekanizması ayak bileği inversiyonu nedeniyle ortaya çıkan talus domu impaksiyonudur. Ayak bileği lateral kesim osteokondral lezyonları genellikle fibulaya karşı talus domu anterolateral yüzeyinin impaksiyonun eşlik ettiği dorsifleksiyon ve inversiyon mekanızması ile oluşmaktadır. Ayak bileği mediyal kesim osteokondral lezyonları ise genellikle inversiyon, plantar fleksiyon ve talus mediyal yüzü ile tibia

posteromediyal kesiminin impaksiyonunun eşlik ettiği eksternal rotasyon mekanizması ile oluşmaktadır (36, 66, 67).

Osteokondral lezyonlar eklem kıkırdağı ve kıkırdağa komşu kemik yapının etkilenmesine bağlı olarak eklem stabilitesinin kaybına, bu bağlamda eklem hareket açıklığının belirgin olarak azalmasına neden olmakta ve ilerleyen dönemde ise prematür osteoartrit gelişimine zemin hazırlamaktadır. Akut dönemde travma sonrası eklemde şiddetli ağrı, eklemde şişkinlik ve hareket disfonksiyonuna yol açarken kronik dönemde ise artık dejeneratif eklem hasarına doğru seyir göstermektedir. Bu açıdan osteokondral lezyonların erken tanı alması özellikle akut dönemde ağrı ve eklem hareketlerindeki kısıtlamayı giderecek şekilde en uygun tedavi yönteminin seçilmesinde ve bu bağlamda uzun dönemde eklem fonksiyonlarının korunması açısından oldukça büyük önem arz etmektedir (58, 60, 62).

Ayak bileği osteokondral lezyonların görüntüleme ile yüksek doğrulukta tespiti klinik ve radyolojik açıdan çok büyük önem taşımaktadır. Doğru tanı ve evreleme; osteokondral lezyonun kesin yerinin belirlenerek drilling ya da fragmantasyon gibi cerrahi prosedürlerin belirlenmesinde, kıkırdak yüzeydeki hasarın belirlenmesi ile otolog kemik greftleme, anterograd ya da posterograd yaklaşımın tespit açısından ve artroskopik prosedürün ortopedist tarafından oluşturulmasında çok büyük önem arz etmektedir. Anteroposterior ve lateral pozisyonlar ile elde edilen konvansiyonel radyografiler osteokondral lezyon şüphesi olan hastalarda başlangıç yöntemi olarak kullanılmaktadır. Ancak direkt grafiler subkondral kemikte belirgin patolojik değişiklik oluşturmayan lezyonlarda (özellikle evre I ve II lezyonlar) genellikle insensitif bir teknik olarak kabul edilmektedir. Son yirmi yıl içerisinde BT ve MRG incelemeler ayak bileği osteokondral lezyonların tanısında ve evrelendirilmesinde çok büyük rol oynar hale gelmiştir (36, 60, 69). MRG radyografik olarak okkült lezyonlarda yüksek sensitiviteye sahip bir modalite olup, eklem kıkırdak yüzeyinin incelenmesine de imkan tanımaktadır. MRG aynı zamanda osteokondral fragmanın viabilitesi hakkında da yorum yapabilmemize fırsat sağlamakta olup nekrotik fragmanlar hem T1AG hem de T2AG görüntülerde hipointens sinyal kaybı göstermektedir (18, 70). Ayrıca son yıllarda gelişen MDBT teknolojisi ile okkült osseöz lezyonlar multiplanar rekonstrüksiyonlar yardımı ile ve aynı zamanda 3D VRE teknolojisiyle yüksek sensitivite ile tespit

edilebilmektedir. MDBT teknolojisinin sağladığı ince kesit görüntüleme ile aynı zamanda intra ya da ekstraartiküler yerleşim gösteren loose body' ler de belirgin olarak saptanabilmektedir (39, 60).

MRG artrografi eklem kıkırdağının, intraartiküler loose body'lerin ve osteokondral lezyonların evrelendirilmesinde konvansiyonel MRG' ye göre daha üstün başarı göstermektedir. MRG artrografi aynı zamanda da artroskopik öncesi değerlendirmeye çok önemli katkılar sağlayarak özellikle evre II ve III lezyonların ayırıcı tanısında intraartiküler kontrast maddenin lezyon ile ilişkisine göre yüksek tanısal doğrulukta bilgiler sunmaktadır (36, 71). MRG artrografi eklem kıkırdak yüzeyinin değerlendirilmesinde mükemmel rezolüsyon sağlamakla birlikte yüksek evreli osteokondral lezyonların tespitinde çok iyi ayrım yapabilme olanağı sunmaktadır. Özellikle evre I lezyonlardaki kontür defekti ve irregülariteleri de tespit etmemizde faydalı bilgiler sağlamaktadır. Volumetric Interpolated Breath Hold Examination sekansının MRG artrografide kullanıma girmeye başlamasıyla ince kesit ve yüksek rezolüsyon kapasitesine sahip MRG artrografi görüntüleri elde edilebilmektedir. Volumetric Interpolated Breath Hold Examination sekansı ile sinovyum içerisindeki hemosiderin partiküllerini, loose body'leri, osteokondral fragmanı ve kemik-kıkırdak yüzeylerdeki değişiklikleri yüksek rezolüsyon ile detaylı olarak inceleme olanağı sunmaktadır. Volumetric Interpolated Breath Hold Examination sekansı ile multiplanar imaj rekonstrüksiyonu ve VRE görüntüler elde edilebilmektedir. Bu sekans ile MRG artrografide eklem kıkırdağı ve çevre dokular arasında iyi bir kontrast rezolüsyonu sağalanabilmektedir. Ayrıca VIBE sekansı kullanılarak elde edilen MRG artrografi görüntülerde enjeksiyon işlemi esnasında oluşan intraartiküler hava baloncuklarının oluşturduğu susseptibilite artefaktı belirgin derecede azalmaktadır (8-10, 65, 72).

Son yıllarda gelişen multidetektör BT teknolojisi ile MDBT artrografi görüntülerde kesit kalınlığı düşürülerek daha yüksek uzaysal rezolüsyon sağalanabilmekte ve hiçbir görüntü rezolüsyon kaybı olmaksızın multiplanar görüntüler elde edilebilmektedir. Ve bir rotasyon süresinde kesit alma işlemi 0,5 ile 1 saniye arasında olabilmektedir. MDBT artrografide özellikle ayak bileği eklemi gibi ince kalınlıkta kıkırdağa sahip eklemlerde, eklem kıkırdak yüzeyi, loose body varlığı ve osteokondral lezyonların evrelemesi ile ilgili daha ayrıntılı inceleme yapılabilmektedir

(36, 37, 39, 45, 46). Schmid ve ark' ları ayak bileği kıkırdak lezyonlarının tespitinde MRG ve BT artrografi tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmada; sırasıyla MRG artrografi sensitivite ve spesifite yüzdelerini %88 ve %88, sırasıyla BT artrografi sensitivite ve spesifite yüzdelerini ise %90 ve %94 olarak göstermişlerdir. Ancak bu çalışmada osteokondral lezyonlar evrelendirilmemiş sadece lokalizasyona (talar, tibial ya da fibular kompartman) göre tespiti değerlendirlmiştir (36). Biz de çalışmamızda evre I lezyonlar için sırasıyla MRG ve BT artrografi sensitivite ve spesifite yüzdelerini %95, %73 ve %96, %79 olarak; evre II lezyonlar için sırasıyla MRG ve BT artrografi sensitivite ve spesifite yüzdelerini %80, %76 ve %91, %81 olarak, evre III lezyonlar için sırasıyla MRG ve BT artrografi sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdelerini %78, %68% ve %90, %83 olarak; evre IV lezyonlar için ise hem MRG hem de BT artrografi sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdelerini %100 olarak tespit ettik. Sonuçlarımız ortalama olarak Schmid ve ark'larının çalışması (36) ile paralel olarak gözlendi.

Bir başka çalışmada ise Chemouni ve ark'ları 10 tane kadaverik spesmende ayak bileği kıkırdak lezyonlarının tanısında yassı panel BT artrografi ve MDBT artrografi tekniklerinin tanısal performanslarını karşılaştırmışlardır. Yassı panel BT artrografi için sırasıyla sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdelerini %80, %98, %84 olarak, MDBT artrografi için ise sırasıyla sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk yüzdelerini ise %55, %98, % 88 olarak hesaplamışlardır. Bu bağlamda sonuç olarak yassı panel BT artrografiyi MDBT' ye alternatif olarak ifade etmişlerdir (73). Biz ise çalışmamızda 256 dedektörlü MDBT artrografi kullanarak daha yüksek çözünürlük ve görüntü kalitesi ile Chemouni ve ark'larının çalışmasına göre daha yüksek sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk değerleri elde ettik.

Yakın zamanda Omoumi ve ark'ları omuz eklemi kıkırdak lezyonlarının tespiti için MDBT artrografi ve 1.5 Tesla MRG artrografi tekniklerini karşılaştırmışlardır. MDBT artrografinin tanısal performansının MRG artrografiye göre istatistiksel olarak daha üstün olduğunu rapor etmişlerdir (74). Bizim çalışmamızda MDBT artrografi ve 3 Tesla MRG artrografi teknikleri arasında evre I ve IV lezyonların tespiti açısından BT ve MRG artrografi teknikleri arasında belirgin istatistiksel fark gözlenmedi. Ancak evre II ve III lezyonların tespitinde MDBT artrografinin, MRG artrografiye göre biraz daha

üstün performans gösterdiği gözlendi. Çalışmamızda olgularımızın bazılarında özellikle VIBE sekansı görüntülerinin evre II ve III olgularda yer yer osteokondral lezyonları morfolojik olarak egzajere ettiği bu olgularda MDBT artrografinin daha doğru sonuç verdiği gözlendi. Çalışmamızda evre IV lezyonların tespiti açısından MDBT ve MRG artrografi açısından belirgin fark bulunmamasını evre IV lezyonların komşu subkondral kemikten tamamen displase olması ve morfolojik olarak BT ve MRG artrografide ayrımında belirgin diskordans oluşturmamasına bağlıyoruz. Volumetric Interpolated Breath Hold Examination sekansı ile MRG artrografide de BT' de olduğu gibi loose body tespit etme imkanı oldukça yüksek oaranlara ulaşmaktadır. Ancak evre II ve III osteokondral lezyonların tespitinde MDBT artrografinin MRG artrografiye göre daha başarılı olduğunu, özellikle eklem kıkırdağındaki kayıp ve irregülariteleri görüntülemede daha iyi rezolüsyon sağladığını düşünüyoruz.

Çalışmamızdaki limitasyonlarımızından ilki hasta popülasyonumuzun göreceli olarak düşük olmasıdır. Hasta açısından önemli bir klinik antite olan ayak bileği osteokondral lezyonlarının tespiti açısından BT ve MRG artrografi tekniklerinin daha optimal olarak karşılaştırılabilmesi açısından daha fazla sayıda hasta popülasyonuna ihtiyaç olduğu aşikardır. İkincisi ise tüm olgularımıza artroskopik olarak korelasyonun yapılamamış olmasıdır. Çalışmamıza hastalarımızı gönüllülük esasına göre dahil ettiğimizden sadece beş hastamıza artrografi sonrası cerrahi açıdan korelasyon sağlayamadık, çok küçük bir hasta grubunda bu durum söz konusu olduğundan sonuçlarımız istatistiksel olarak etkilenmedi.

6. SONUÇ

Ayak bileği osteokondral lezyonları klinik açıdan hasta hayatını olumsuz yönde etkileyen erken dönemde ve doğru tanı konulamaz ise ilerleyen dönemde osteoartrit ve belirgin eklem hareket kısıtlılığına yol açma potansiyeli taşıyan bir klinik antitedir. Artrografi yöntemi konvansiyonel BT ve MRG tetkiklerine göre lezyonların tanı ve evrelemesinde belirgin bir üstünlüğe sahip olup ultrasonografi kılavuzluğunda yapılabiliyor olması ile de hasta ve radyolog açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Son zamanlarda literatürde yapılan birkaç çalışma ve mevcut tez çalışmamızda olduğu gibi MDBT artrografi eklem kıkırdağını etkileyen patolojilerde yüksek tanısal performansı ile tanıda önemli bir yer tutmaya başlamıştır. MDBT özellikle MRG'yi tolere edemeyen klostrofobik hastalarda hem yüksek çözünürlük hem de yüksek hızlı görüntüleme ile çok büyük avantaj sağlamaktadır. Ayrıca testis, tiroid ya da meme gibi rasyasyona duyarlı dokulardan uzak ışınlama yapılması ve multidedektör teknolojisi ile hastaya verilen dozu da azaltmaktadır. Ayak bileği osteokondral lezyonlarının doğru tanı ve evrelendirilmesi hastaya uygulanacak olan cerrahi tedaviyi şekillendireceği için özellikle evre II ve III lezyonların tespitinde MDBT artrografi yüksek tanısal doğrulukta bilgiler sağlamaktadır. Böylelikle invaziv bir prosedür olan artroskopi öncesi non-invaziv olan MDBT artrografi ile yüksek tanısal doğruluk oranlarına ulaşabilmiş durumdayız. Tez çalışamamız ayak bileği ostekondral lezyonların tanı ve evrelendirilmesinde MDBT ve MRG artrografi tekniklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirmesi yönüyle mevcut literatürde bu alandaki ilk çalışma özelliğini taşımaktadır. Sonuç olarak ayak bileği osteokondral lezyonlarının tespitinde özellikle evre II ve III lezyonlarda kıkırdak hasarını optimal olarak değerlendirebilmek açısından MDBT artrografi birçok avantajı bir arada sunarak artroskopik tedavi öncesi faydalı bir tetkik olarak rutin kullanımda tercih edilmelidir.

7. KAYNAKLAR

1. Daffner RH. Ankle trauma. Radiol Clin North Am. 1990;28:395-421.
2. De Smet AA, Fisher DR, Burnstein MI, Graf BK, Lange RH. Value of MR imaging in staging osteochondral lesions of the talus (osteocondritis dissecans): Results in 14 patients. AJR Am J Roentgenol. 1990;154:555-558.
3. Stoller DW, Ferkel RD. The Ankle and Foot. In: Stoller DW. Magnetic Resonance imaging in Orthopedics and Sports Medicine. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, 1997;443-593.
4. Klein MA, Spreitzer AM,. MR imaging of the tarsal sinus and canal: Normal anatomy, pathologic findings, and features of the tarsal sinus syndrome. Radiology. 1993;186:233-240.
5. DeSmet AA, Ilahi OA, Graf BK. Reassessment of the MR criteria for stability of osteocondritis dissecans in the knee and ankle. Skeletal Radiol. 1996;25:159-163.
6. DeSmet AA, Fisher DR, Graf BK, Lange RH. Osteocondritis dissecans of the knee: value of MR imaging in determining lesion stability and the presence of articular cartilage defects. AJR Am J Roentgenol. 1990;155:549-553.
7. Grainger AJ, Elliott JM, Campbell RSD, et al. Direct MR arthrography : A review of current use. Clin Radiol. 2000;55:163-176.
8. Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer ME. MR arthrography. Radiographics. 2002;22:1223-1246.
9. Ogul H, Karaca L, Can CE, et al. Anatomy, Variants, and Pathologies of the Superior Glenohumeral Ligament: Magnetic Resonance Imaging with Three-Dimensional Volumetric Interpolated Breath-Hold Examination Sequence and Conventional Magnetic Resonance Arthrography. Korean J Radiol. 2014;15:508-522.

10. Vandevenne JE, Vanhoenacker F, Mahachie John JM, Gelin G, Parizel PM. Fast MR arthrography using VIBE sequences to evaluate the rotator cuff. Skeletal Radiol. 2009;38:669-674.

11. Ege R. Ayak bileği yaralanmaları. Ege R (Ed). Ayak ve Ayak Bileği Sorunları. 2. baskı, Türk Hava Kurumu Basımevi, Ankara, 1999: 707–795.

12. Arıncı K, Elhan A. Anatomi 1.Cilt, Kemikler, Eklemler, Kaslar, İç Organlar. 3.Baskı, Güneş Tıp Kitabevi, 2001;26-30.

13. Jahss MH. Examination. In: Jahss MH (Ed). Disorders of the Foot and Ankle. Medical and Surgical Management. 2nd edition, W.B. Saunders, Philadelphia, Vol.1, Chapter-2, 1992: 41-51.

14. Hartwig WC. Fundamental Anatomy. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008, 305-307.

15. Pankovich AM. Trauma to the Ankle. In: Jahss MH (Ed). Disorders of the Foot and Ankle. Medical and Surgical Management. 2nd edition, W.B. Saunders, Philadelphia, 1992: 2361-414.

16. O'Leary C, Ward FJ. A unique closed abduction-external rotation ankle fracture. J Trauma. 1989;29:119-121.

17. Michelson JD, Varner KE, Checcone M. Diagnosing deltoid injury in ankle fractures: the gravity stress view. Clin Orthop Relat Res. 2001; 387:178-182.

18. Rosenberg ZS, Beltran J, Bencardino JT. MR imaging of the ankle and foot. RadioGraphics. 2000;20:153-179.

19. Muhle C, Frank LR, et al. Collateral ligaments of the ankle: high-resolution MR imaging with a local gradient coil and anatomic correlation in cadavers. RadioGraphics. 1999;19: 673-683.

20. Stoller DW, Ferkel RD. The ankle and foot. In: Stoller DW ed. Magnetic Resonance Imaging in Orthopedics and Sports Medicine. Lippincot-Raven Philadelphia. 1997;443-595.

21. Marsh JL, Saltzman CL. Ankle Fractures. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM (Eds). Rockwood and Green's Fractures in Adults. 6th edition, Lippincott, Philadelphia, Vol.2, 2006:2148-2149.

22. Abu-Laban RB, Ho K. Ankle and Foot. In: Marx JA, Hockberger RS, Walls RM, Adams JG, Barsan WG. Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice. Philadelphia: Elsevier, 2010, 677-678.

23. Mollenhauer J, Kuettner KE. Articular Cartilage. In: Dee R.(ed.) Principles of Orthopaedic Practice. 2nd edition. McGraw-Hill. 1997;85-98.

24. Buckwalter JA: Current understanding of osteoarthritis. In symposia handouts 1999, AAOS 66th Annuel Meeting Proceedings. 1999;417-421.

25. Yulish BS, Mulopulos GP, Goodfellow DB, et al. MR imaging of osteochondral lesions of talus. J Comput Assist Tomogr. 1987;11:296-301.

26. Bohay DR, Anderson JG. Osteochondral defects of the talar dome: debridement and drilling. Techniques in Foot and Ankle Surgery. 2004; 3: 40-44.

27. Chew KTL, Tay E, Wong YS. Osteochondral Lesions of the Talus. Ann Acad Med Singapore. 2008; 37: 63-68.

28. Stone JW. Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the talar dome. Sports Medicine and Arthroscopy Review. 2000; 8: 343-353.

29. Benthien RA, Sullivan RJ, Aronow MS. Adolescent osteochondral lesion of the talus. Ankle arthroscopy in pediatric patients. Foot Ankle Clin. 2002; 7:651-667.

30. Bohndrof K. Imaging of acute injuries of the articular surfaces (chondral, osteochondral and subchondral fractures). Skeletal Radiol. 1999;28:545-560.

31. Klein MA, Spreitzer AM. MR imaging of the tarsal sinus and canal: Normal anatomy, pathologic findings and features of the sinus tarsi syndrome. Radiology. 1993;186:233-240.

32. Schneider T, Fink B, Jerosch J, Assheuer J, Ruther W. The value of magnetic resonance imaging as postoperative control after arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans. Arch Orthop Trauma Surg. 1998;117:235–239.

33. Rand T, Brossmann J, Pedowitz R, Ahn JM, Haghigi P, Resnick D. Analysis of patellar cartilage: comparison of conventional MR imaging and MR and CT arthrography in cadavers. Acta Radiol. 2000; 41:492–497.

34. Kramer J, Stigelbauer R, Engel A, Rayer L, Imhof H. MR contrast arthrography (MRA) in osteochondritis dissecans. J Comput Assist Tomogr. 1992;16:254.

35. Kramer J, Recht MP, Imhof H, Stiglbauer R, Engel A. Postcontrast MR arthrography in assessment of cartilage lesions. J Comput Assist Tomogr. 1994; 18:218–224.

36. Schmid MR, Pfirrmann CW, Hodler J, Vienne P, Zanetti M. Cartilage lesions in the ankle joint: comparison of MR arthrography and CT arthrography. Skeletal Radiol. 2003;32:259-265.

37. Loomer R, Fisher C, Lloyd-Smith R, Sisler J, Cooney T. Osteochondral lesions of the talus. Am J Sports Med. 1993;21:13-19.

38. Ferkel RD,Sgaglione NA,Del Pizzo W,et al.: Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the talus: Technique and results. Orthop Trans. 1990;14:172-173.

39. Anderson IF, Crichton KJ, Grattan-Smith T, Cooper RA, Brazier D. Osteochondral fractures of the dome of the talus. J Bone Joint Surg Am. 1989;71:1143-1152.

40. Hepple S, Winson IG, Glew D. Osteochondral lesions of the talus: a revised classification. Foot Ankle Int. 1999;20:789-793.

41. Geiderman JM, Katz D. General Principles of Orthopedic Injuries. In: Marx JA, Hockberger RS, Walls RM, Adams JG, Barsan WG. Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice. Philadelphia: Elsevier. 2010: 467.

42. Lund PJ, Krupinski EA, Pereles S, Mockbee B. Comparison of conventional and computed radiography: Assessment of image quality and reader performance in skeletal extremity trauma. Academic Radiology. 1997; 4: 570-576.

43. Dogra VS, Gaitini D. MRG ile Karşılaştırmalı Kas-İskelet Ultrasonografisi. Çeviri Editörü: Cemal Yüce. Dünya Tıp Kitabevi. 2012:106-107.

44. Cochet H, Pelé E, Amoretti N, Brunot S, Lafenêtre O, Hauger O. Anterolateral ankle impingement: diagnostic performance of MDCT arthrography and sonography. AJR Am J Roentgenol. 2010;194:1575-1580.

45. Tuncel E. Klinik radyoloji. 2. Baskı İstanbul: Nobel-Güneş2002:40-6.

46. Oyar O, Gülsoy U.K. Tıbbi görüntüleme fiziği. Ankara. Rekmay 2003:235-266.

47. Narvaez JA, Cerezal L, Narvaez J. MRI of sports-related injuries of the foot and ankle: Part 2. Curr Probl Diagn Radiol. 2003;177-193.

48. Treitz CC, Garret WE, Miniavi A, Lee MH, Mann RA. Tendon problems in the athletic individuals. J Bone Joint Surg Am. 1997;79:138-152.

49. Grainger AJ1, Elliott JM, Campbell RS, Tirman PF, Steinbach LS, Genant HK. Direct MR arthrography: a review of current use. Clin Radiol. 2000;55:163-176.

50. Helgason JW, Chandnani VP, Yu JS. MR arthrography: a review of current technique and applications. AJR Am J Roentgenol. 1997;168:1473-1480.

51. Helgason JW, Chandnani VP. MR arthrography of the ankle. Radiol Clin North Am. 1998;36:729-738.

52. Chundru U, Riley GM, Steinbach LS. Magnetic resonance arthrography. Radiol Clin North Am. 2009;47:471-494.

53. Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer ME. Special focus session. MR arthrography. Radiographics. 2002;22:1223-1246.

54. DeMouy EH, Menendez CV Jr, Bodin CJ. Palpation-directed (non-fluoroscopically guided) saline-enhanced MR arthrography of the shoulder. AJR Am J Roentgenol. 1997;169:229-231.

55. Hilfiker PR, Weishaupt D, Schmid M, Dubno B, Hodler J, Debatin JF. Real-time MR-guided joint puncture and arthrography: preliminary results. Eur Radiol. 1999;9:201-204.

56. Robinson P, White LM, Salonen DC, Daniels TR, Ogilvie-Harris D. Anterolateral ankle impingement: mr arthrographic assessment of the anterolateral recess. Radiology. 2001 ;221:186-190.

57. Robinson P, White LM. Soft-tissue and osseous impingement syndromes of the ankle: role of imaging in diagnosis and management. Radiographics. 2002;22:1457-1469.

58. Robinson P. Impingement syndromes of the ankle. Eur Radiol. 2007;17:3056-3065.

59. Elias I, Zoga AC, Morrison WB, Besser MP, Schweitzer ME, Raikin SM. Osteochondral lesions of the talus: localization and morphologic data from 424 patients using a novel anatomical grid scheme. Foot Ankle Int. 2007;28:154-161.

60. Naran KN, Zoga AC. Osteochondral lesions about the ankle. Radiol Clin North Am. 2008;46:995-1002.

61. Kappis M. Weitere beitrage zur traumatisch-mechanischen entstehung der "spontanen" knorpela biosungen. Dtsch Z Chir. 1922;171:13-29.

62. Loredo R, Sanders TG. Imaging of osteochondral injuries. Clin Sports Med. 2001;20:249–278.

63. Mosher TJ. MRI of osteochondral injuries of the knee and ankle in the athlete. Clin Sports Med. 2006;25:843–866.

64. Schachter AK, Chen AL, Reddy PD, et al. Osteochondral lesions of the talus. J Am Acad Orthop Surg. 2005;13:152–158.

65. Cerezal L, Llopis E, Canga A, Rolón A. MR arthrography of the ankle: indications and technique. Radiol Clin North Am. 2008;46:973-994.

66. Stone JW. Osteochondral lesions of the talar dome. Am J Orthop. 2007;36:643–646.

67. Zengerink M, Szerb I, Hangody L, et al. Current concepts: treatment of osteochondral ankle defects. Foot Ankle Clin. 2006;11:331–359.

68. Kavanagh EC, Zoga AC. MRI of trauma to the foot and ankle. Semin Musculoskeletal Radiol. 2006;10:308–327.

69. Wright RW, Boyce RH, Michener T, Shyr Y, McCarty EC, Spindler KP. Radiographs are not useful in detecting arthroscopically confirmed mild chondral damage. Clin Orthop & Relat Res. 2006;442:245–251.

70. Bencardino J, Rosenberg ZS, Delfaut E. MR imaging in sports injuries of the foot and ankle. Magn Reson Imaging Clin N Am. 1999;7:131–149.

71. Kramer J, Recht MP. MR arthrography of the lower extremity. Radiol Clin North Am. 2002;40:1121–1132.

72. Ogul H, Kantarci M, Topal M, et al. Extra-articular contrast material leaks into locations unrelated to the injection path in shoulder MR arthrography. Eur Radiol. 2014;24:2606-2613.

73. Chemouni D, Champsaur P, Guenoun D, Desrousseaux J, Pauly V, Le Corroller T. Diagnostic performance of flat-panel CT arthrography for cartilage defect detection in the ankle joint: comparison with MDCT arthrography with gross anatomy as the reference standard. AJR Am J Roentgenol. 2014;203:1069-1074.

74. Omoumi P, Rubini A, Dubuc JE, Vande Berg BC, Lecouvet FE. Diagnostic performance of CT-arthrography and 1.5T MR-arthrography for the assessment of glenohumeral joint cartilage: a comparative study with arthroscopic correlation. Eur Radiol. 2015;25:961-969.

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZİN ADI

Ayak Bileği Osteokondral Lezyonlarının Tanısında Direkt Manyetik Rezonans Artrografi ve Bilgisayarlı Tomografi Artrografinin Karşılaştırılması

Dr. R.Berhan PİRİMOĞLU

Uzmanlık Eğitimine Başlama Tarihi : 14.03.2011

Uzmanlık Eğitimini Bitirme Tarihi : 06.08.2015

Uzmanlık Sınavı Tarihi : 06.08.2015

Tez Yöneticisi : Prof.Dr.Akın LEVENT

Prof.Dr.Akın LEVENT'in tez yöneticiliğinde Dr.R.Berhan PİRİMOĞLU'nun hazırlamış olduğu

"Ayak Bileği Osteokondral Lezyonlarının Tanısında Direkt Manyetik Rezonans Artrografi ve Bilgisayarlı Tomografi Artrografinin Karşılaştırılması"

konulu tezi Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesinin hazırlamış olduğu tez yazım kurallarına biçimsel olarak uygundur.

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Akın LEVENT

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Abdulmecit KANTARCI

Jüri Üyesi : Doç.Dr.Mustafa KOPLAY

Anabilim Dalı Başkanı : Prof.Dr.Akın LEVENT

AĞUSTOS 2015
ERZURUM