



**T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
HASEKİ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KEMİK İLİĞİ STİMÜLASYONU YAPILMIŞ TALUS
OSTEOKONDRAL LEZYONLARINDA (TOL) LOKASYONUN VE
DERİNLİĞİN KLİNİK SONUÇLAR ÜZERİNE ETKİSİ**

DR. KEMAL CAN MİDAM

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2025



**T.C.
SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
HASEKİ EğİTİM VE ARAşTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOğİ ANABİLİM DALI**

**KEMİK İLİğİ STİMÜLASYONU YAPILMIş TALUS
OSTEOKONDRAL LEZYONLARINDA (TOL) LOKASYONUN VE
DERİNLİğİN KLİNİK SONUÇLAR ÜZERİNE ETKİSİ**

DR. KEMAL CAN MİDAM

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

**TEZ DANIşMANI
DR. MEHMET ERSİN**

İSTANBUL/2025

İTHAF

Bu tez çalışmamı aileme ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Bu tezin ortaya çıkmasında emeği büyük olan, bilgi ve tecrübesini benimle her zaman cömertçe paylaşan, yalnızca yetkin bir cerrah değil aynı zamanda müstesna bir insan olan değerli hocam Doç. Dr. Mehmet Ersin'e en içten şükranlarımı sunarım.

Tecrübelerini ve bilgi birikimini paylaşarak uzmanlık eğitimim süresince gelişimime katkı sağlayan, iyi bir cerrah olarak yetişmemde emeği olan değerli klinik şefimiz ve eğitim sorumlumuz Sayın Prof. Dr. Murat Yılmaz'a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Ortopedi ve Travmatoloji alanında her daim yanımda olan, cerrahi becerilerimizin gelişimine katkı sağlayan ve her konuda destek veren kıymetli hocam Prof. Dr. Doğan Atlıhan'a sonsuz saygı ve teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tecrübe ve bilgi birikimlerini tarafımıza her daim aktaran sayın başhekimimiz Prof.Dr. Mesut sönmez hocama teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tıpta uzmanlık eğitimim süresince kendi bildiklerini bize en ayrıntılı şekilde anlatan ve mesleki gelişmemizde katkıları olan değerli hocalarım Doç. Dr. İbrahim Sungur, Doç. Dr. Mehmet Ekinci ve Op.Dr. Ahmet Kamil Ertürke'e teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte bilgi ve deneyimlerini paylaşmaktan kaçınmayan uzman abilerime asistan büyüklerime, gece gündüz demeden her koşulda çalıştığımız kıymetli asistan kardeşlerime ve bizlerle çalışan değerli hemşire, teknisyen ve diğer tüm sağlık personeline de gönülden teşekkür ederim.

Bugüne kadar geldiğim yolda üzerimde büyük emeği olan, kendi ihtiyaçlarından önce beni düşünen, her türlü fedakârlığı tereddütsüz yapan kıymetli aileme; sevgili annem Nilifer Midam, babam Haşim Midam'a ve kardeşim Mert Midam'a en derin teşekkürlerimi gönderiyorum.

Hayat yolculuğumda en büyük destekçim olan, sevgisi, sabrı ve anlayışıyla her zaman yanımda bulunan can yoldaşım, değerli eşim Mevlüde Midam'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

İTHAF.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ÖZET	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. ARTROSKOPİ TARİHÇESİ	3
2.1.1. Ayak Bilek Artroskopisi Tarihçesi	3
2.2. AYAK BİLEK ANATOMİSİ VE EKLEM KIKIRDAK HİSTOLOJİSİ	5
2.2.1. Ayak Bilek Kemik Anatomisi.....	5
2.2.1.1 Distal Fibula:.....	6
2.2.1.2 Distal Tibia:	7
2.2.1.3 Talus:	7
2.2.1.4: Kalkaneus:	7
2.1.2 Eklem Kapsülü.....	8
2.1.3 Ayak Bilek Ligament Anatomisi	8
2.1.3.1 Lateral Ligament Kompleksi	8
2.1.3.2 Medial ligament kompleksi (Deltoid Ligament):	10
2.1.3.3 Tibiofibular sindesmoz:	11
2.1.4 Ayak Bilek Anatomisi Dİğer Yapılar	12
2.1.5 Eklem Kıkırdak Histolojisi	13
2.2 AYAK BİLEK BİYOMEKANİĞİ:	15
2.3 TALUS OSTEOKONDRAL LEZYONLARIN (TOL) TANIMI VE EPİDEMİYOLOJİSİ.....	19
2.4 ETİYOLOJİ VE PATOGENEZ	20
2.5 KLİNİK BULGULAR	21
2.6 GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ VE SINIFLANDIRMA	22
2.6.1 Direkt Grafi.....	22
2.6.2 Bilgisayarlı Tomografi (BT).....	23
2.6.3 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG).....	23
2.6.4 Artroskopi	24

2.6.5 Sınıflandırma:	25
2.6.5.1: Berndt ve Harty sınıflandırması:	25
2.6.5.2: Ferkel ve Sgaglione sınıflandırması:	26
2.6.5.3 Hepple sınıflandırması:	26
2.6.5.4 Mintz Sınıflandırması:	27
2.6.5.5: Uluslararası Kıkırdak Tamiri Cemiyeti (ICRS) sınıflandırması:	27
2.7 PROGNOSTİK FAKTÖRLER.....	30
2.7.1 Lokalizasyon.....	30
2.7.2 Lezyonun Boyutu.....	31
2.7.3 Lezyon Sınırlılığı (Containment).....	31
2.7.4 Subkondral Kist ve Derinlik:	31
2.7.5 Lezyonun Kondral ya da Osteokondral Olması.....	31
2.7.6 Hastanın Yaşı:	32
2.7.7 Postoperatif Yük Verme:	32
2.8 TEDAVİ YÖNTEMLERİ.....	32
2.8.1 Konservatif Tedavi	33
2.8.2 Cerrahi Tedavi	35
2.8.2.1 Kemik İliği Stimülasyonu (KİS):.....	35
2.8.2.2 Hücresiz Çatı İmplantları (Skafold).....	37
2.8.2.3 Otojen Osteokondral Transplantasyon (AOT).....	38
2.8.2.4 Osteokondral Allograft Transplantasyonu (OAT):.....	41
2.8.2.5 Otolog Kondrosit İmplantasyonu (OKİ):.....	42
2.9 AYAK BİLEK ARTROSKOPİSİ	45
2.9.1 Anterior Ayak Bilek Artroskopisi.....	45
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	51
3.1. ARAŞTIRMANIN ÖZELLİĞİ.....	51
3.2 ARAŞTIRMANIN EVRENİ ÖRNEKLEMİ.....	51
3.3 ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLME VE HARIÇ TUTULMA KRİTERLERİ	51
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	51
3.1.2 Çalışmadan Hariç Tutulma Kriterleri	52
3.3 FİZİK MUAYENE	52
3.4 RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME	53
3.5 KLİNİK DEĞERLENDİRME.....	53
3.6 CERRAHİ TEKNİK.....	53
3.6.1 Kemik İliği Stimülasyonu (KİS).....	53
3.7 REHABİLİTASYON.....	55
3.8 İSTATİSTİK.....	56

4. BULGULAR.....	57
5. TARTIŞMA	73
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR	83



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Genel Bilgiler-1	57
Tablo 2: Genel Bilgiler-2	58
Tablo 3: Epidemiyolojik Analizler	59
Tablo 4: Berndt Evresi	60
Tablo 5: Ferkel Evresi	61
Tablo 6: Hepple Evresi	62
Tablo 7: Lokasyon Analizleri	63
Tablo 8 :Skorlamaların Analizleri	64
Tablo 9: Koronal Planda Uzunluk Analizleri	65
Tablo 10: Sagittal Planda Uzunluk Analizleri	66
Tablo 11: Lezyon Derinliği Analizleri	67
Tablo 12: Derinliğin Cut-off Değeri	68
Tablo 13: Lezyon Alanı ve Hacim Analizleri	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1:Bozzini'nin endoskopu[25].....	4
Şekil 2:Watanabe'nin No 21 artroskopu[21].....	5
Şekil 3:Ayak bilek anatomisi görüntüsü[33]	6
Şekil 4:Ayak bilek ligamentleri lateral görüntüsü[33](7-talusun üçgen bölgesi; 8-anterior talofibular ligament; 9-kalkaneofibular ligament; 10-lateral talokalkaneal ligament; 11-kıkırdak kenar; 12-talonavicular ligament).....	9
Şekil 5:Ayak bilek ligament yapısı anterior görünümü[33]	10
Şekil 6:Ayak bilek ligament yapısı medial görünümü[33](1-Tibionavicular ligament; 2-tibiospring ligament; 3-tibiokalkaneal ligament; 4-derin posterior tibiotalar ligament; 5-spring ligament kompleks).....	10
Şekil 7:Ayak bilek sindesmoz anterior ve posterior görünümü[33](1-Anterior tibiofibular ligament, 6-posterior tibiofibular ligament, superfisyal komponent; 7-posterior tibiofibular ligament derin komponent).....	12
Şekil 8:Eklem kıkırdağı görünümü ve zonları[6]	14
Şekil 9:Ayak bilek hareketleri 3 boyutlu görünümü[61]	16
Şekil 10:İmman'ın tariflediği koni modeli[71]	18
Şekil 11:TOL BT kesitleri	23
Şekil 12:TOL MRG kesitleri	24
Şekil 13:TOL Artroskopi görüntüsü[91]	25
Şekil 14:Berndt ve Harty sınıflandırması[4].....	25
Şekil 15:Ferkel ve Sgaglione sınıflandırması[5]	26
Şekil 16:Hepple sınıflandırması[92]	27
Şekil 17:Görüntüleme yöntemlerine göre sınıflandırma[1].....	29
Şekil 18:Raikin'in lokalizasyon için kullandığı 9 kadran[95].....	30
Şekil 19:Mozaikoplasti şematize edilmiş görünümü[14]	39
Şekil 20:Yüzeyel peroneal sinirin deri altındaki görülebilir seyri[143].	47

Şekil 21:Cilt yüzeyinden alınan anatomik işaretler:1: Peroneus tertius tendonu,2: Tibialis anterior tendonu.AL(Anterolateral) ve AM(Anteromedial) portaller[143].....48

Şekil 22:KİS artroskopik görüntüsü[148].....55



SİMGELER VE KISALTMALAR

TOL: Talus Osteokondral Lezyon

BT: Bilgisayarlı Tomografi

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

OKİ: Otolog Kondrosit İmplantasyonu

KİS: Kemik İliği Stimülasyonu

KFL: Kalkaneofibular Ligament

ATFL: Anterior Talobibular Ligament

PTFL: Posterior Talofibular Ligament

AITFL: Anterior İnferior Tibiofibular Ligament

AITFLdf: Anterior İnferior Tibiofibular Ligament distal fasikül

PITFL: Posterior İnferior Tibiofibular Ligament

TTFL: Transvers İnferior Tibiofibular Ligament

FHL: Flexor Hallucis Longus

ECM: Hücre Dışı Matriks

FDA: Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi

ICRS: Uluslararası Kıkırdak Tamiri Cemiyeti

PRP: Trombositten Zengin Plazma

ACS: Otolog Şartlandırılmış Serum

AOT: Otojen Osteokondral Transplantasyon

OAT: Osteokondral Allograft Transplantasyonu

AL: Anterolateral

AM: Anteromedial

AOFAS: Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak Bileği Derneği

FAAM: Ayak ve Ayak bilek Yeterlilik Skoru

VAS: Vizüel Analog Skala

JSSF: Japon Ayak Cerrahisi Derneği



KEMİK İLİĞİ STİMÜLASYONU YAPILMIŞ TALUS OSTEOKONDRAL LEZYONLARINDA LOKASYONUN VE DERİNLİĞİN KLİNİK SONUÇLAR ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, kemik iliği stimülasyonu (KİS) ile tedavi edilen talus osteokondral lezyonlarında (TOL) lezyon derinliği ve lokalizasyonunun klinik sonuçlar üzerine etkisini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Ocak 2014 – Mayıs 2023 tarihleri arasında kliniğimizde TOL tanısıyla artroskopik KİS uygulanan, 18–65 yaş arası toplam 59 hasta retrospektif olarak incelendi. Tüm hastalar polikliniğe çağrılarak güncel fizik muayeneleri yapıldı, klinik skorlamaları dolduruldu. Preoperatif dönemde direkt grafi, BT ve MRG ile lezyon boyutları değerlendirildi, kontrol vizitlerinde görüntülemeler tekrar edilerek lezyonların ilerleme veya iyileşme durumları gözlemlendi. Klinik değerlendirmeler en az 10 yıllık deneyime sahip bir ayak-ayak bileği cerrahı ve bir kıdemli asistan tarafından gerçekleştirildi.

Bulgular: Ortalama takip süresi $36,6 \pm 16,3$ ay (24–84 ay) idi. Yaş, cinsiyet, önceki enjeksiyon öyküsü ve preoperatif bekleme süresinin klinik sonuçlar üzerine anlamlı etkisi bulunmadı. Lezyon lokalizasyonu açısından en sık 4. zon saptanmış olup, prognoz üzerinde tek başına anlamlı bir etkisi gözlenmedi. Başarılı sonuç elde edilen grupta (AOFAS ≥ 90), preoperatif ve postoperatif lezyon alanı başarısız gruptan anlamlı derecede daha küçüktü ($p < 0.05$). Her iki grupta da postoperatif dönemde lezyon alanında anlamlı küçülme izlendi ($p < 0.05$), ancak başarılı gruptaki küçülme başarısız gruptan anlamlı olarak daha fazlaydı ($p < 0.05$). Başarılı grupta preop ve postop lezyon derinliği de başarısız gruba kıyasla anlamlı olarak daha düşüktü ($p < 0.05$). ROC analizi, lezyon derinliğinin operasyon başarısını ayırt etmede anlamlı bir prediktör olduğunu gösterdi [EAA: 0.876 (0.771–0.981)]. Lezyon derinliği için 6.85 mm eşik değerinde duyarlılık %100, özgüllük %73.9, pozitif kestirim değeri %85.7 ve negatif kestirim değeri %100 olarak bulundu.

Sonuç: TOL’da lezyon lokalizasyonu tek başına prognostik belirleyici değildir; klinik sonuçlar üzerinde etkili olabilmesi için diğer faktörlerle birlikte değerlendirilmelidir. Özellikle 1.5 cm²’nin altındaki lezyonlarda KİS ile başarılı sonuçlar elde edilebilmesi için hem lezyon alanı hem de derinliğinin birlikte dikkate alınması gereklidir. Lezyon derinliği 6.85 mm’nin üzerinde olan olgularda ise ek cerrahi prosedürlerin uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Talus Osteokondral Lezyon, Derinlik, Kemik İliği Stimülasyonu, Lokasyon



THE IMPACT OF LESION LOCATION AND DEPTH ON CLINICAL OUTCOMES IN TALAR OSTEOCHONDRAL LESIONS (TOL) TREATED WITH BONE MARROW STIMULATION

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the impact of lesion depth and localization on clinical outcomes in patients with talar osteochondral lesions (TOL) treated with bone marrow stimulation (BMS).

Materials and Methods: A total of 59 patients aged 18–65 years who underwent arthroscopic BMS for TOL between January 2014 and May 2023 were retrospectively reviewed. Patients were invited for follow-up, underwent physical examination, and completed clinical scoring forms. Lesion dimensions were assessed preoperatively using plain radiographs, CT, and MRI, and re-evaluated postoperatively during outpatient visits to monitor progression or healing. Clinical assessments were performed by a foot and ankle surgeon with over 10 years of experience and a senior resident.

Results: The mean follow-up period was 36.6 ± 16.3 months (range, 24–84 months). Age, sex, previous injection history, and preoperative waiting time had no significant effect on clinical outcomes. The most common lesion site was zone 4, which showed no prognostic value when considered alone. In the successful outcome group (AOFAS ≥ 90), both preoperative and postoperative lesion areas were significantly smaller than in the unsuccessful group ($p < 0.05$). While both groups demonstrated significant postoperative reduction in lesion size ($p < 0.05$), the reduction was significantly greater in the successful group ($p < 0.05$). Pre- and postoperative lesion depth was also significantly lower in the successful group ($p < 0.05$). ROC analysis demonstrated that lesion depth was a significant predictor of surgical success [AUC: 0.876 (0.771–0.981)]. A threshold lesion depth of 6.85 mm yielded a sensitivity of 100%, specificity of 73.9%, positive predictive value of 85.7%, and negative predictive value of 100% for distinguishing successful from unsuccessful outcomes.

Conclusion: Lesion localization alone does not appear to be a prognostic factor in TOL; instead, it should be considered in conjunction with other parameters. For lesions

smaller than 1.5 cm², favorable outcomes with BMS depend on combined evaluation of lesion area and depth. In particular, lesions deeper than 6.85 mm may require additional surgical procedures to achieve satisfactory results.

Key Words: Talar Osteochondral Lesion, Depth, Bone Marrow Stimulation, Location



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Talus osteokondral lezyonları (TOL), talus kemiğinin ayak bileği eklem yüzeyinde yer alan kıkırdak ve altındaki subkondral kemik yapının birlikte etkilendiği patolojik durumlardır. Her ne kadar kesin nedeni tam olarak bilinmese de, travma en sık sorumlu tutulan faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu lezyonlar travmatik olaylar sonrasında ya da idiopatik olarak gelişebilir. En yaygın belirtiler arasında uzun süreli ağrı, eklemden sıvı birikimi (efüzyon), şişlik, hareket kısıtlılığı ve eklemden takılma hissi yer alır[1-3].

Klinik değerlendirme sonrasında osteokondral lezyondan şüphelenilen olgularda tanıyı netleştirmek için çeşitli görüntüleme yöntemlerinden yararlanılır. Tanı koyma ve tedavi planlamasında en sık başvuru görüntüleme teknikleri arasında direkt radyografiler, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulunur. MRG; kıkırdak bütünlüğü, yumuşak doku lezyonları ve kemik iliği ödemi gibi patolojileri değerlendirmede oldukça hassas olup, osteokondral lezyonların saptanmasında en değerli noninvazif yöntem olarak kabul edilir[3-5].

Kıkırdak doku, yapısı gereği damar, lenf kanalları ve sinirlerden yoksundur; bu da onu avasküler doku haline getirir. Hücreli metabolizması oldukça yavaş olduğu için, kendini onarma yetisi son derece sınırlıdır. Hasar durumlarında, bu dokunun doğal iyileşme yanıtı çoğunlukla yetersiz kalır. Oluşan yeni doku, orijinal kıkırdağın mekanik dayanıklılığına ulaşamaz ve zamanla bozulmaya uğrayarak dejeneratif değişimlere maruz kalır[6].

Tanı süreci tamamlandıktan sonra, tedavi planı konservatif yaklaşımlar ile cerrahi müdahaleler arasında hastaya özel olarak şekillendirilir. Bu kararda, lezyonun büyüklüğü, derinliği ve yerleşim yeri gibi morfolojik özellikler kadar, hastanın yaşı, mevcut sistemik hastalıkları, günlük fiziksel aktivite düzeyi, vücut kitle indeksi ve tedaviye yönelik beklentileri gibi bireysel etkenler de dikkate alınır. Kıkırdak dokusunun kendini onarma kapasitesi oldukça kısıtlı olduğu için, zamanında ve uygun bir şekilde tedavi edilmediği takdirde bu lezyonlar sıklıkla dejeneratif eklem patolojilerine ilerleme riski taşır. Bu nedenle, tedavi seçimi multidisipliner bir değerlendirmeyle titizlikle yapılmalıdır[4, 7-10].

Konservatif tedavinin başarısı günümüzde halen netlik kazanmamış bir konudur. Ancak genel görüş, cerrahi seçeneklere yönelmeden önce 3 ila 6 aylık bir konservatif tedavi sürecinin denenmesi yönündedir. Bu süre içinde semptomlarında anlamlı bir düzelme sağlanamayan ve özellikle aktif yaşam tarzına sahip bireylerde cerrahi girişim düşünülmelidir[11-13].

Talus osteokondral lezyonlarının tedavisinde açık cerrahi ve artroskopik teknikler dahil olmak üzere birçok farklı cerrahi yaklaşım geliştirilmiştir ve klinik uygulamada yaygın biçimde kullanılmaktadır. Ancak bu tekniklerin hangi hastalar için daha uygun olduğu, sağladığı klinik faydalar ve karşılaşılan olası dezavantajlar konusunda fikir birliği henüz oluşmamıştır. Dolayısıyla, tüm hastalar için geçerli olacak standart bir tedavi protokolü şu an için mevcut değildir[3, 4].

Talus osteokondral lezyonlarının cerrahi yönetiminde sıklıkla tercih edilen yöntemler arasında kemik iliğini uyararak iyileşmeyi amaçlayan mikrokirik tekniği ile hücresiz biyolojik skafold (Scaffold: iskele) uygulamaları yer almaktadır. Ancak bu tedavilerin başarısı, lezyonun yüzey alanı ve derinliği arttıkça belirgin şekilde azalmaktadır. Özellikle geniş ve derin defektlerde, daha ileri düzey cerrahi girişimler gerekebilir. Bu durumda ön plana çıkan başlıca tedavi seçenekleri; otolog kondrosit implantasyonu (OKİ), osteokondral allogreft transferi ve mozaikplasti (otolog osteokondral greftleme) yöntemleridir[3, 14-16].

Bu çalışmada kemik iliği stimülasyonu (KİS) yapılmış hastalarda lokasyon ve derinliğin klinik sonuçlara etkisi araştırılmıştır. Hastaların preop görüntülemelerinden derinlik ve boyutları ölçülmüş ve lokalizasyonları belirlenmiştir. Sonrasında hastaların postop klinik sonuçları klinik skorlamalar ve kontrol görüntülemelerle değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ARTROSKOPİ TARİHÇESİ

2.1.1. Ayak Bilek Artroskopisi Tarihçesi

İnsanlık tarihi boyunca, insan vücudunu daha iyi anlama çabaları aralıksız sürmüştür[17]. Bu doğrultuda, vücut boşluklarının ve eklemlerin incelenmesi, tıbbın önemli çalışma alanlarından biri olmuştur. Özellikle optik sistemlerin geliştirilmesiyle birlikte, bu yapılar daha ayrıntılı biçimde gözlemlenebilir hale gelmiş olması sebebiyle artroskopi gibi minimal invaziv girişimler hızla önem kazanmıştır[18].

18.yüzyılda endoskopinin ilk örnekleri, doğal ışık kullanılarak burun, vajina, rektum ve kulak gibi vücut açıklıklarına yönelikti. 1805 yılında Dr. Philipp Bozzini, “Lichtleiter” olarak adlandırdığı cihazı üreterek güncel endoskopik görüntüleme tekniklerine yönelik ilk adımını atmıştır. Bu cihazın ortaya çıkması sayesinde ışık vücut boşluklarına yönlendirilerek muayene tedavi yapılması mümkün hale gelmiştir[19].

Artroskopi, ilk kez 1912 yılında Danimarkalı hekim Severin Nordentoft tarafından ortaya atılmış ve ortopedik alanda yeni bir sayfa açılmıştır[20]. Takip eden yıllarda, 1921’de Eugen Bircher, Jacobaeus tipi laparoskop ile diz içine gaz vererek eklem boşluğunu görüntülemeyi başarmış ve bu alanda öncü raporlarını yayımlamıştır[21].

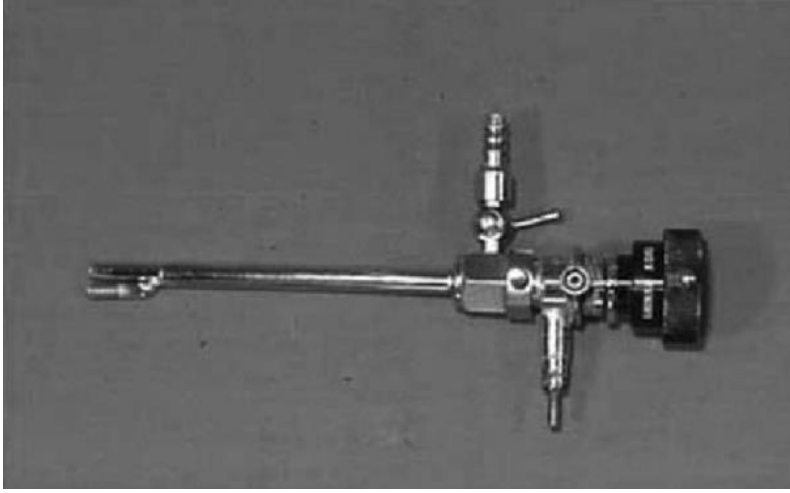
Artroskopinin dünya çapında gelişip yaygınlaşmasında en büyük rolü Japon ortopedist Kenji Takagi oynamıştır. Takagi, 1918 yılında sistoskop kullanarak kadavradan alınan diz eklemi üzerinde çalışmış, ardından 1920’de sistoskop üzerinde yaptığı değişikliklerle ilk işlevsel artroskopu ortaya koymuştur[22]. Takagi’nin öğrencisi Masaki Watanabe, 1959 yılında No. 21 numaralı modelle daha gelişmiş bir artroskop üretmiş ve cihazı klinik kullanıma sunmuştur[23]. Ayrıca, 1955 yılında ilk artroskopik menisektomi yapılarak artroskopik cerrahiyi klinik tedavi için uygulamıştır[24].



Şekil 1:Bozzini'nin endoskopu[25]

1960'lı yıllardan itibaren Harold Hopkins ve Karl Storz beraber geliştirdikleri optik sistemler, görüntü kalitesini artırmış ve cerrahi uygulamalardaki hassasiyeti ileri seviyeye taşımıştır. O. Wruhs, 1970 yılında soğuk ışık kaynaklı artroskopların klinik uygulamalarını başlatarak bu alanda önemli bir dönüm noktasını temsil etmiştir[26].

Cerrahi tecrübelerin artmasıyla birlikte, kıkırdak hasarları, bağ yaralanmaları ve menisküs patolojileri gibi eklem içi rahatsızlıkların tamamına yakını artık artroskopik yöntemlerle tedavi edilebilir hale gelmiştir[27]. Ayak bileği artroskopisi, günümüzde önemli bir araç haline gelmiştir. Artroskopi, eklem içi patolojilerin doğrudan görüntülenmesine olanak sağlarken; açık cerrahilere kıyasla daha kısa iyileşme süresi, daha az komplikasyon ve daha iyi kozmetik sonuçlar gibi avantajlar sunmaktadır[28].



Şekil 2:Watanabe'nin No 21 artroskopu[21]

Watanabe, 1972 yılında gerçekleştirdiği 28 ayak bileği artroskopisini içeren çalışmasında, anterolateral, anteromedial ve posterior portal giriş yerlerini tanımlamıştır[29].

Ayak bileği artroskopisine yönelik ilk klinik uygulamalar, 1972 ve 1976 yıllarında Watanabe ve Chen tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu alandaki öncü çalışmalardan biri olan Chen'in araştırması, ayak bileği eklemindeki artroskopik anatomik yapıları ve kompartmanları sistematik olarak inceleyip tanımlamıştır. Bu nedenle Chen, modern ayak bileği artroskopisinin kurucularından biri olarak kabul edilmektedir[30]. Bu yönetime dair klinik sonuçlara dair ilk kapsamlı bilgiler ise 1980'li yıllarda Guhl, Drez ve Ferkel gibi araştırmacıların yayınlarıyla ortaya konmuştur. Bu dönem, ayak bileği artroskopisinin klinik uygulamalarda belirgin ilerlemeler kaydettiği ve yaygınlaştığı bir dönüm noktası olarak değerlendirilmektedir[5].

Günümüzde ve ülkemizde ayak bilek artroskopisi hem tanısal hem de tedavi amaçlı olarak uygulanmakta olup ileryen teknoloji ve görüntüleme yöntemleri sayesinde endikasyon ağı daha da genişleyecektir[31].

2.2. AYAK BİLEK ANATOMİSİ VE EKLEM KIKIRDAK HİSTOLOJİSİ

2.2.1. Ayak Bilek Kemik Anatomisi

Ayak bileği eklemi, tibia ve fibula kemiklerinin alt uçlarının oluşturduğu yapısal birimler ile bu kemikler arasında yer alan sağlam bağ dokularının desteğiyle oluşan

kompleks bir eklem bölgesidir. Bu eklem, fonksiyonel olarak menteşe tipi yapısındadır ve sınırlı düzlemdeki eklem hareketlerine izin verir. Bu yapı sayesinde ayakta yaklaşık 20-30 derece dorsifleksiyon ve 40-50 derece plantarfleksiyon hareketleri gerçekleştirebilecek olup yaklaşık 90 derece hareket açıklığına sahiptir. Tibianın genişlemiş alt uçuna pilon denir. Tibianın eklem yüzeyi; hem ön-arka hem de medial-lateral düzlemde içbükey bir yapı sergiler. Bu konkav yüzey, tibial plafond olarak adlandırılır ve eklem yüzeyinin talus kemiği ile uyumunu sağlayarak yük iletiminde denge ve kararlılığı destekler[32].



Şekil 3: Ayak bilek anatomisi görüntüsü[33]

2.2.1.1 Distal Fibula:

Fibula'nın alt ucu olan lateral malleol, tibia ve talus ile eklemleşir ve tibial plafondun lateral kısmında yer alır. Tibia ile fibula arasındaki sınırlı hareketli eklem syndesmosis tibiofibularis adı verilir. Her iki kemiğin eklem yüzeyleri, talusun üst kısmında bulunan

trochlea tali ile birleşerek ayak bileğini oluşturan yapının parçası olur. Bu birleşim çatal-yuva görünümünde olup, “mortis” olarak adlandırılır. Malleolus lateralis, medial malleolüse göre yaklaşık 1 cm daha distalde ve 2 cm daha arkada konumlanır. Fibula'nın arka yüzü daha geniştir ve peroneal tendonların geçtiği bir oluk içerir. Distal uç kısmı daralarak yuvarlaklaşır ve burası kalkaneofibular ligament (KFL)'in başlangıç noktasıdır[34, 35].

2.2.1.2 Distal Tibia:

Tibia'nın alt eklem yüzü dörtgen şeklindedir ve anteroposterior planda hafif konkav yapıdadır. Ön kısmı geniş ve düz olup medialde iç malleol ile birleşir. Ön yüzünde kapsüle tutunduğu bir oluk yer alırken, arka kenar biraz daha distalde konumlanır ve flexor hallucis longus tendon için çukur içerir. Lateralde fibular çukur, medialde ise piramidal yapılı medial malleol bulunur. Medial malleolün eklem yüzü düz, medial yüzeyi konvektir; bu yüzeyde anterior ve posterior olmak üzere iki küçük çıkıntı bulunur. Arka yüzeyinden tibialis posterior ve flexor digitorum longus tendonları geçer[36].

2.2.1.3 Talus:

Talus, ayaktaki ikinci en büyük tarsal kemiktir ve os naviculare, calcaneus, tibia ve fibula ile eklem yapar. Yüzeyinin büyük kısmı eklem kıkırdağı ile kaplıdır. Anatomik olarak üç bölüme ayrılır: gövde (corpus), boyun (collum) ve baş (caput). Gövdenin üst yüzeyinde yer alan trochlea tibia ile eklemleşir ve geniş ve dışbükey bir yapıdadır. Lateral yüzeyi lateral malleol medial yüzeyi ise medial malleol ile eklem yapısına katılır[36].

Talus'un alt yüzeyinde, boyun bölgesinin altında yer alan sulcus tali adlı oluk, arka ve orta kalkaneal eklem yüzeylerini birbirinden ayırır. Arka yüzeyde ise, posterior tibiofibular ligaman'ın bir bölümünün tutunduğu posterior process yer alır. Burası bazen kemikten ayrı olup birleşmeyerek os trigonum ismini alır. Talus, kas ya da tendon tutunma noktası içermeyen tek tarsal kemiktir[36, 37].

2.2.1.4: Kalkaneus:

Kalkaneus, ayağın en büyük ve en güçlü kemiğidir. Vücut ağırlığını talustan alarak yere iletir. Üst yüzeyinin 2/3'ü talus ile eklem yapısı oluşturur. Kalkaneofibular ligaman (KFL), fibulanın distal ucundan başlayarak kalkaneusun lateral yüzeyine tutunur[37].

2.1.2 Eklem Kapsülü

Ayak bileği eklem kapsülü iki katmandan oluşur: dışta sert fibröz dokudan oluşan stratum fibrosum, içte ise gevşek yapılı sinoviyal membran yer alır. Kapsül, proksimalde tibia ve malleollerin eklem yüzeylerine, distalde ise talusa tutunur. Ön bölümde tendonlarla bütünleşerek, dorsifleksiyon sırasında eklem aralığına kapsülün sıkışması önlenir[34, 38].

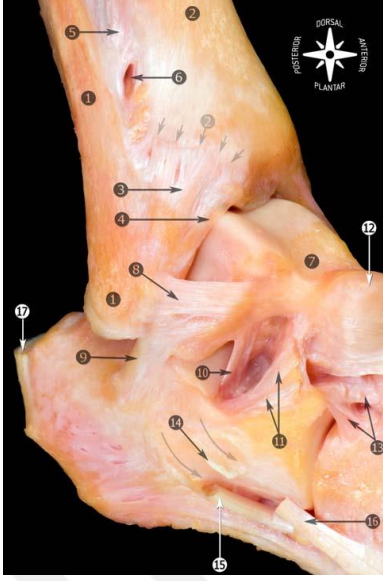
2.1.3 Ayak Bilek Ligament Anatomisi

Ayak bilek ligament anatomisi yerleşim yerlerine göre 3'e ayrılır. Lateral, medial, tibiofibular sindesmoz olarak.

2.1.3.1 Lateral Ligament Kompleksi

2.1.3.1.1 Anterior talofibular ligament (ATFL):

ATFL, fibulanın önünden 10 mm proksimalde başlayıp öne ve hafifçe içe doğru seyrederek talusun lateral eklemsel yüzeyinin önüne gider[39]. Eklem kapsülüyle yakın komşuluk gösterir ve sıklıkla çift bant yapısında izlenir. Genişliği 6–10 mm arasında değişir. Ayak bileği bağları içinde en sık yaralanan yapı olarak bilinir[40]. Plantar fleksiyon sırasında ligamentin alt lifleri gevşerken üst lifleri gerginleşir; dorsifleksiyonda ise genel olarak gevşer. ATFL'in temel görevi, plantar fleksiyonda talusun öne kaymasını engellemektir[33].



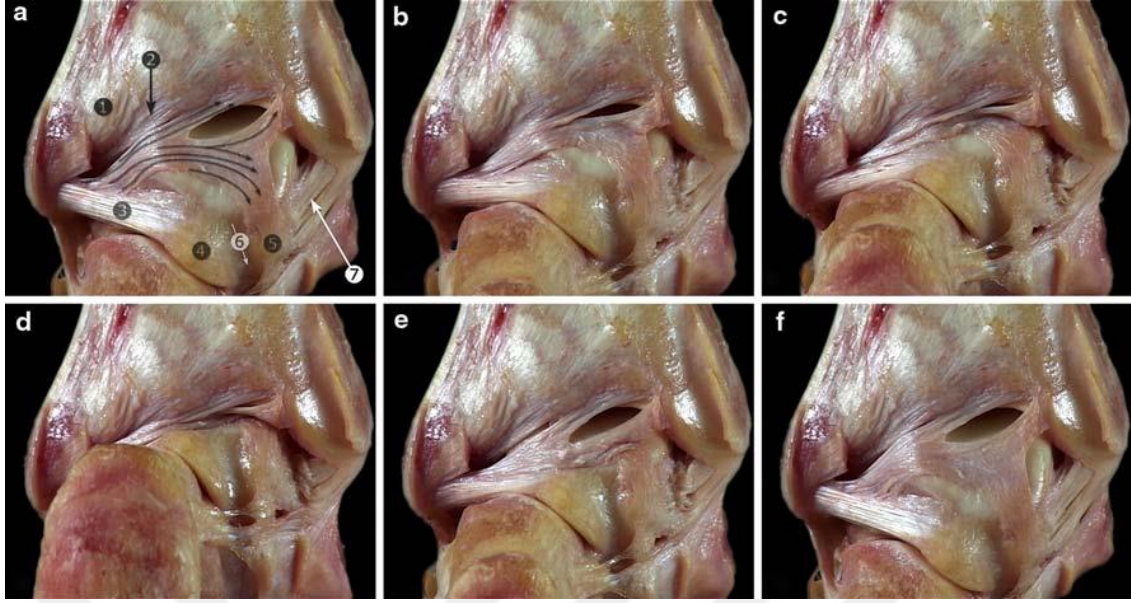
Şekil 4: Ayak bilek ligamentleri lateral görüntüsü[33](7-talusun üçgen bölgesi; 8-anterior talofibular ligament; 9-kalkaneofibular ligament; 10-lateral talokalkaneal ligament; 11-kıkırdak kenar; 12-talonavicular ligament)

2.1.3.1.2 Kalkaneofibular ligament (KFL):

KFL, lateral malleolün önünden inferoposteriora doğru gider; kalkaneusun lateralindeki çıkıntıya tutunur. Talokrural ve subtalar eklemleri birlikte geçer ve bunu yapabilen tek bağ olarak bilinir[33]. Genellikle ATFL'nin inferior lifleri ile arasında anatomik bağlantılar bulunur. Ayak bileği valgus pozisyonundayken KFL gevşer; varus pozisyonunda ise gerginleşir[41]. Sadece varus zorlanmasıyla, plantar fleksiyon veya dorsifleksiyon olmaksızın KFL yaralanabilir. Broström'e göre, izole KFL yaralanmaları oldukça nadirdir ve ATFL rüptürlerinin yaklaşık %20'sinde KFL hasarı da birlikte görülür. Dorsifleksiyon sırasında KFL daha dikey (vertikal) bir pozisyon alırken, plantar fleksiyonda daha yatay (horizontal) bir konuma gelir[42].

2.1.3.1.3 Posterior talofibular ligament (PTFL):

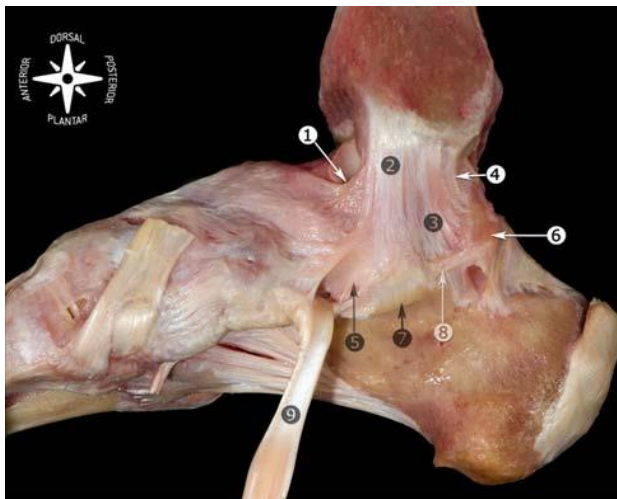
PTFL, lateral malleolün iç kısmında yer alan malleolar boşluktan başlar ve yataya yakın giderek talusun posterioruna tutunur. Ayrıca, flexor hallucis longus (FHL) tendonunun geçtiği tünelin oluşumuna kısmen katkı sağlar. Bağ, intrakapsüler konumda olup ekstrasinovyal yerleşimlidir. Ayak bileği plantarfleksiyon ve nötral pozisyonunda iken gevşer, dorsifleksiyonda ise gergin olur[33].



Şekil 5: Ayak bilek ligament yapısı anterior görünümü[33]

2.1.3.2 Medial ligament kompleksi (Deltoid Ligament):

Deltoid (medial kollateral) ligaman, yüzeysel ve derin olmak üzere iki tabakadan oluşur ve medial malleolden başlayarak talus, kalkaneus ve navikula kemiklerine tutunur[43]. Yüzeysel tabaka; tibionaviküler, tibiokalkaneal ve yüzeysel tibiotalar bantlardan oluşur ve özellikle arka ayakta eversiyonu sınırlar[33]. Derin tabaka ise anterior ve posterior tibiotalaris profunda bağlarından meydana gelir ve talusun ayak bileği içinde stabilitesini sağlayarak eksternal rotasyonunu sınırlandırır[43].



Şekil 6: Ayak bilek ligament yapısı medial görünümü[33] (1-Tibionavicular ligament; 2-tibiospring ligament; 3-tibiokalkaneal ligament; 4-derin posterior tibiotalar ligament; 5-spring ligament kompleksi)

2.1.3.3 Tibiofibular sindesmoz:

Tibiofibular sindesmoz, distal tibia ile fibula arasında yer alan fibröz bir eklemdir ve AITFL, PITFL, TTFL ile interosseöz bağlar tarafından desteklenir. Bu yapı, iki kemiği bir arada tutarak yüklenmelere karşı eklem stabilitesini sağlar. Ayak bileği burkulmalarının %1–10’unda bu yapı hasar görebilir. Mortis genişliğinde oluşan sadece 1 mm’lik artış bile eklem temas alanında ciddi azalmaya neden olabilir ve artroz riskini yükseltir. Ayrıca, Weber Tip B kırıkların yaklaşık yarısında, Tip C kırıkların ise tamamında sindesmoz yaralanması görülür[33].

2.1.3.3.1 Posterior inferior tibiofibular ligament (PITFL):

PITFL, tibia’nın posterior malleolünden başlayıp fibula’nın posterior çıkıntısına uzanan sindesmozun en güçlü bağıdır. Yüzeyel ve derin olmak üzere iki ayrı lif grubundan oluşur. Yüzeyel lifler lateral malleolün posteriorundan başlayıp proksimal-medial yönde seyrederek tibia’nın posterior tüberkülüne tutunur ve PITFL’nin temel bileşenidir. Derin lifler lateral malleolde malleoler boşluğun proksimal arka kısmından başlayarak tibia’nın arka kenarına yapışır. Ayak bileği posteriorunda labruma benzer bir yapı oluşturur ve talusun posterior translasyonunu önleyerek stabilite sağlar[33, 44].

2.1.3.3.2 Anterior İnferior Tibiofibular Ligament (AITFL):

Anteroinferior tibiofibular bağı (AITFL) liflerinin yaklaşık beşte biri eklem içindedir ve fibuladan tibia’nın Chaput tüberkülüne doğru uzanır. Talusun anterolateral köşesi üzerinden geçen bu bağ, genellikle iki-üç banttandır ve aralarında fibroadipöz doku bulunur. Dorsifleksiyon sırasında talusun trochlea kısmı bu bağa temas eder. Artroskopik incelemede derin lifler görülebilir ve skar dokusu ya da meniskal yapılarla karıştırılmamalıdır[45]. AITFL, sindesmoz kompleksinin en zayıf bağlarından biridir ve genellikle fibula’nın dış rotasyonuyla yaralanır. Altında yer alan ve paralel seyreden aksesuar bağ ise Bassett ligamanı olarak bilinir; bu yapının varlığı anterolateral sıkışma ve ağrı açısından klinik önem taşır[45-47].

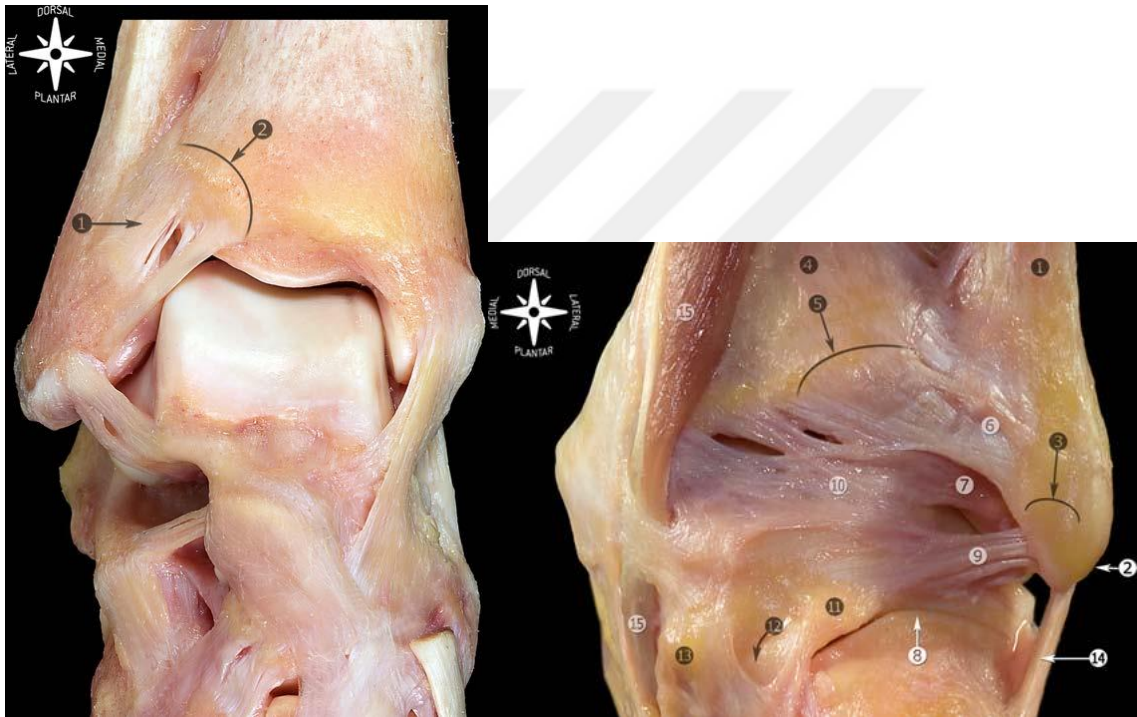
2.1.3.3.3 Transvers tibiofibular ligament:

Transvers ligaman, PITFL’nin daha derin ve inferior kısmında bulunan, bu bağı derin komponentidir. Fibula’nın malleoler fossasından başlayıp distal dorsal köşeyi geçerek tibia’nın medial malleolünün arka kenarına kadar uzanır. Bu ligament, tibia’nın posterior

kenarından daha aşağı doğru ilerleyerek talus ile tibia arasında gerçek bir posterior labrum oluşturur ve böylece eklem yüzeyini artırarak ayak bileği eklem stabilitesine katkıda bulunur[33, 41, 44].

2.1.3.3.4 İnterosseöz tibiofibular ligament:

Distal interosseöz ligaman, interosseöz membranın distal sindesmoz düzeyindeki devamı niteliğindedir. Bu bağ ile ilgili stabilite açısından hala tam bir consensus oluşmamıştır. Ama kimi araştırmacılara göre distal interosseöz ligamanın ayak bileğinin stabilizasyonunda önemli rol üstlendiği bildirilmiştir[48].



Şekil 7: Ayak bilek sindesmoz anterior ve posterior görünümü[33] (1-Anterior tibiofibular ligament, 6-posterior tibiofibular ligament, superfisyal komponent; 7-posterior tibiofibular ligament derin komponent)

2.1.4 Ayak Bilek Anatomisi Diğer Yapılar

Ayak bileği bölgesinde cilt ve krural fasya arasındaki ciltaltı tabakada üç duyuşal sinir yer alır: süperfisyal peroneal sinir, safen sinir ve sural sinir. Bu sinirlere, vena saphena magna ve vena saphena parva gibi yüzeyel venöz yapılar eşlik eder[36-38].

Ayak bileği arka kısmında, krural fasyanın altında medial, lateral ve posterior olarak üç ayrı kompartmana ayrılır. Bu bölgenin medial kompartmanı, ayak bileğinin posteromedialinde bulunur ve medial malleolden kalkaneusun medial çıkıntısına kadar uzanan fleksör retinakulum ile örtülüdür. Bu kompartmanda önden arkaya doğru; tibialis

posterior tendonu, fleksör digitorum longus tendonu, posterior tibial arter ve eşlik eden venler, tibial sinir ve fleksör hallucis longus tendonu yer alır[36-38].

Ayak bileği posteriorunda plantar fleksör açısından güçlü bir tendon olan Aşil tendonu, ince bir tendon kılıfı ile hemen cilt altında seyrederek. Aşilin lateralinde bulunan sural nerve, topuk ve ayağın lateral yüzeyinin duyu siniridir. Plantaris tendonu ise Aşil'in medial sınırı boyunca uzanır ve kalkaneusun medial kısmına tutunur; bu tendon arka yüzeydeki yüzeyel tabakada yer alır. Ayak bileği arka kompartmanındaki tüm kaslar n. tibialis tarafından innerve edilir[36-38].

Ayağın lateral kısmında, superior ve inferior peroneal retinakulum; lateral malleol ile kalkaneusun lateral çıkıntısına tutunarak lateral kompartmanı sınırlar. Bu kompartmandan peroneus longus ve peroneus brevis tendonları geçer. Peroneus brevis tendonu, fibular olukta kemikle daha yakın ilişkilidir ve beşinci metatarsın bazisine yapışır. Peroneus longus kası brevisin posteriorundan geçerek plantar kısma yönelir ve birinci metatars ile medial kuneiforma tutunur[36-38].

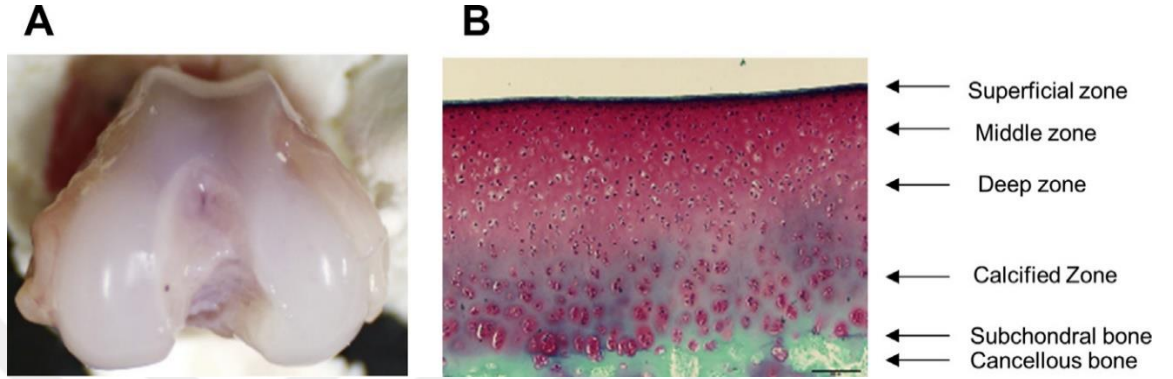
Ayak bileğinin ön yüzünde iki retinakular yapı olarak, superior ve inferior ekstansör retinakulum yer alır. Superior retinakulum, anterior tibialis tendonunun yer aldığı medial kompartman ile ekstansör digitorum longus ve peroneus tertius tendonlarını içeren lateral kompartmanı örter. Inferior ekstansör retinakulum yani cruciate ligaman, lateralde kalkaneusun anterior çıkıntısına tutunur, medial kısma uzanarak ayak bileği ön yüzünde ikiye ayrılır ve 'Y' şeklinde medial malleole yapışır. Sinovya ile örtülü olan bu yapı, medialde tibialis anterioru; lateralde ise ekstansör digitorum longus ve ekstansör hallucis longus tendonlarını kapsar[36, 38].

Bacağın anterior kompartmanındaki kaslar, popliteal arterin bir dalı olan tibialis anterior arteri tarafından beslenir. Bu arter, interosseöz membranın proksimal kısmından geçerek anterior yüzeye ulaşır ve ayak bileği seviyesinde eklem önünden ilerleyip yüzeyelleşerek dorsalis pedis arteri adını alır[36, 38].

2.1.5 Eklem Kıkırdak Histolojisi

Hiyalin kıkırdak, vücutta en sık görülen kıkırdak türü olup embriyoda kemik gelişimini sağlarken, yetişkin bireylerde eklem yüzeyleri, kostal kıkırdaklar ve solunum yollarında yer alır. Genç bireylerde parlak ve düzgün yüzeyli olan bu doku, yaşla birlikte sarımsı bir görünüm alabilir. Eklem kıkırdağı; yüzeyel, geçiş, derin ve kalsifiye olmak

üzere dört tabakadan oluşur. Bu katmanlarda hücre yapısı ve hücre dışı matriks farklılık gösterir. Mekanik dayanıklılığı sağlayan başlıca bileşenler kolajen ve proteoglikanlardır. Kolajen oranı yüzeyde daha yüksekken derinlere doğru azalır; proteoglikan ise tam tersine yüzeyde düşük olup derin tabakalarda artar. Bu tabakalı yapı, kıkırdağın yük taşıma ve dayanıklılık özelliklerini belirler[6, 49, 50].



Şekil 8:Eklem kıkırdağı görünümü ve zonları[6]

Eklem kıkırdağı, viskoelastik özelliklere sahip ince ve özel bir bağ dokusu katmanıdır. Temel işlevleri, eklem yüzeylerinde düşük sürtünmeli ve iyi yağlanmış bir kayma yüzeyi sağlamak ve yükleri altındaki subkondral kemiğe iletmektir[6]. Bu yapı sayesinde yüksek temas kuvvetlerine dayanabilir ve oluşan basınçları subkondral kemiğe eşit şekilde yayabilir. Sürtünme ve aşınmayı azaltmak için karmaşık yağlanma mekanizmaları devreye girer. Biyomekanik olarak eklem kıkırdağı, iki fazlı bir yapı olarak değerlendirilir: sıvı faz ve katı faz. Sıvı fazın büyük kısmını su oluşturur (ıslak ağırlığın %80'ine kadar) ve içinde sodyum, kalsiyum, klorür, potasyum gibi inorganik iyonlar bulunur. Katı faz ise gözenekli ve geçirgen hücre dışı matriksten (ECM) oluşur[51, 52]. ECM içindeki proteoglikanların negatif elektrostatik itici kuvvetleri sayesinde kıkırdak, sıkışmaya karşı direnç gösterebilir. Eklem yüklendiğinde, matriks içinde sıvı basıncı hızla artar ve bu sıvı dışarı doğru hareket ederek matrikste sürtünmeye neden olur. Yük kalktığında sıvı tekrar matrikse geri döner. Kıkırdağın düşük geçirgenliği, sıvının hızla dışarı çıkmasını engeller. Eklem yüzeylerindeki kemikler ve çevredeki doku, kıkırdağın mekanik olarak deforme olmasını sınırlar. Eklem sıvısı (sinovyal sıvı), kıkırdağın beslenmesi, yağlanması ve genel biyomekanik işleyişi için kritik öneme sahiptir çünkü eklem kıkırdağı damarsız bir dokudur. Bu sıvı, kıkırdak ve sinovyumdan türeyen proteinleri içerir ve yapısı, eklem sağlığının biyobelirteci olarak

değerlendirilebilir. Sinovyal sıvının yağlayıcı özelliği; hyaluronik asit, lubricin ve fosfolipidlerin birlikte oluşturduğu sinerjik etkiyle sağlanır[53-55].

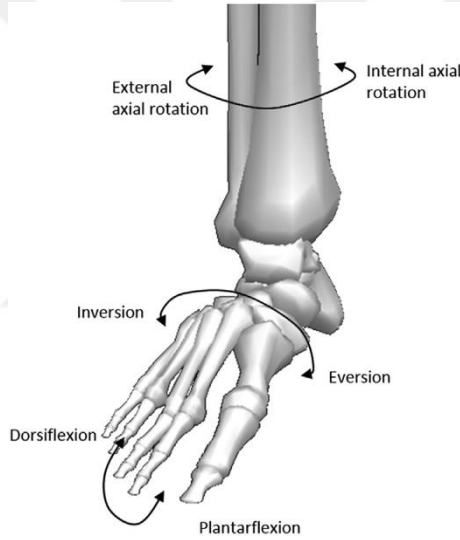
Eklem kıkırdığı, damarsız yapısı ve pıhtı oluşumunun gerçekleşmemesi nedeniyle kendiliğinden iyileşme kapasitesi oldukça düşüktür. Bu durum, olgun kondrositlerin sınırlı çoğalma yeteneği ve yeterli hücre dışı matriks üretimi yapamamasıyla birleştiğinde, kıkırdak yaralanmalarının uzun vadede osteoartrite yol açmasına neden olabilir[56]. Kıkırdak hasarları genellikle iki gruba ayrılır: Subkondral kemiğe ulaşmayan kısmi kalınlıktaki lezyonlar kendiliğinden iyileşmezken, kemiğe ulaşan tam kalınlıktaki lezyonlar, bazı durumlarda sınırlı bir onarım kapasitesi gösterebilir. Bu durum, pıhtı ve kök hücre içeren hematoma oluşumuna bağlıdır; ancak oluşan yeni doku çoğunlukla hiyalin kıkırdak yerine mekanik dayanımı daha düşük olan fibro-kıkırdaktır. Araştırmalar sinovyal sıvının mezenkimal kök hücreler açısından zenginleştiğini ve bu hücrelerin büyüme faktörleri aracılığıyla hasarlı bölgeye göç ederek iyileşme sürecine katkıda bulunabileceğini göstermiştir. Bu doğal süreçleri taklit eden cerrahi yöntemlerden biri olan mikro kırık tekniği, subkondral kemiğe müdahale ederek iyileşmeyi uyarmayı hedefler. Ancak bu yöntem de çoğu zaman ideal kıkırdak dokusunun yeniden oluşmasını sağlayamaz[57, 58]. Halihazırda Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onaylı tek hücre temelli tedavi, otolog kondrosit implantasyonudur. Ancak bu yöntemle de doğal hiyalin kıkırdak yapısına tamamen benzer bir doku elde edilememektedir. Bu nedenle, kıkırdak dokusunu daha etkin biçimde yenilemeyi amaçlayan yeni hücresel ve doku mühendisliği temelli yaklaşımlar geliştirilmeye devam etmektedir[59].

2.2 AYAK BİLEK BİYOMEKANİĞİ:

Ayak bileği eklem kompleksi, üç düzlemde gerçekleşen hareketlerle çok yönlü bir işlev görür. Sagittal düzlemde plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon, frontal düzlemde inversiyon ve eversiyon, transvers düzlemde ise abdüksiyon ve addüksiyon hareketleri gözlenir[60]. Subtalar ve tibiotalar eklemlerin birlikte çalışmasıyla bu hareketler kombine olarak üç boyutlu supinasyon ve pronasyon hareketlerini oluşturur. Supinasyonda ayak içe dönerken plantar fleksiyon, inversiyon ve addüksiyon; pronasyonda ise dışa dönerken dorsifleksiyon, eversiyon ve abdüksiyon birlikte

gerçekleşir. Bu hareketlerin koordinasyonu, ayak bileği kompleksinin fonksiyonel dengesini sağlar[61].

Tibio-talar eklem genellikle tek eksenli bir menteşe eklem olarak kabul edilse de, dorsifleksiyonda iç rotasyon ve plantar fleksiyonda dış rotasyon gibi hareketlerin gözlenmesi, bazı araştırmacıların bu eklem çok eksenli olabileceğini öne sürmesine neden olmuştur. Ancak eldeki veriler, bu rotasyonların oblik bir eksenle gerçekleştiğini ve bu nedenle çok eksenli bir yapı izlenimi verdiğini göstermektedir. Ayak bileğinin hareket eksenleri; sagittal düzlemde medial ve lateral malleoller arasındaki çizgi, koronal düzlemde tibianın frontal eksenine ile malleoller arası nokta, transvers düzlemde ise tibia ve ayak orta hattının kesişiminden geçer. Bu eksenlerin karmaşık yönelimi, ayak bileğinin çok boyutlu hareketlerini mümkün kılar[62].



Şekil 9: Ayak bilek hareketleri 3 boyutlu görünümü[61]

Talus anatomisine yönelik araştırmalar, medial ve lateral bölgeler arasında radyal eğrilik açısından anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir. Bu bulgu, ayak bileği ekleminde hareket esnasında rotasyon ekseninin sabit kalmadığını, aksine hareketin yönüne göre değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, eklem döne eksen, talusun farklı yüzey eğriliklerine bağlı olarak pozisyona göre farklılaşabilen dinamik bir yapı sergiler. 1950'lerden bu yana, plantar fleksiyon sırasında yukarıya ve laterale doğru yönelen bir eksen ile dorsifleksiyon sırasında aşağıya ve yine laterale eğimli bir başka eksen olduğu önerilmektedir. Bu eksenlerin her ikisi transvers düzlemde birbirine paralel olsa da, koronal düzlemde aralarında yaklaşık 30°'ye kadar değişebilen bir fark bulunabilir. Bu eksenler üzerinde gerçekleşen hareketler aynı anda

meydana gelemmez ve eklem hareketi sırasında eksen geçişinin, eklem nötr pozisyonuna yakın bir noktada gerçekleştiği tahmin edilmektedir[63-65].

Subtalar eklem rotasyon eksenini de oblik bir yapıdadır. Bu eksen, posteriordan anteriore uzanır ve sagittal düzlemde anteroposterior eksenle yaklaşık 40 'lik, transvers düzlemde ise ayağın orta hattıyla 23 'lik bir a ı oluşturur. Tibiotalar eklemde olduğu gibi, subtalar eklem de plantar ve dorsifleksiyon sırasında kompleks hareketler üretir; bu da pronasyon ve supinasyon gibi üç boyutlu bileşik hareketlerin oluşmasını sağlar[65].

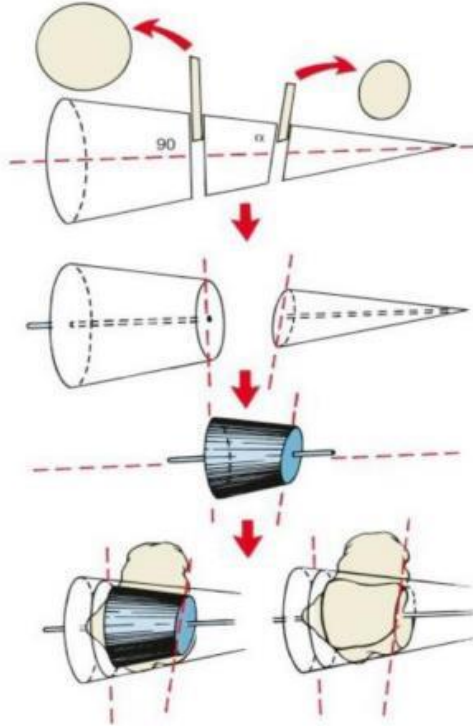
Ayak bileği eklem hareket açıklığı (ROM), bireyler arasında önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Bu değişkenlik, yaşanılan bölgenin coğrafi özellikleri, kültürel alışkanlıklar ve günlük yaşam aktiviteleri gibi faktörlere bağlı olabileceği gibi, hareket açıklığını ölçmede kullanılan yöntemlerden de etkilenebilir[66].

Ayak bileği hareketleri esas olarak sagittal düzlemde gerçekleşir ve plantar fleksiyon ile dorsifleksiyon tibio-talar eklemde yoğunlaşır. Bu düzlemde toplam hareket açıklığı 65–75  arasında olup, yaklaşık 10–20 'si dorsifleksiyon, 40–55 'si ise plantar fleksiyondur. Frontal düzlemde ise yaklaşık 35 'lik hareket açıklığı bulunur: 23  inversiyon, 12  eversiyon. Günlük aktivitelerde bu tam hareket açıklığına genellikle ihtiyaç duyulmaz; örneğin yürüyüşte 30 , merdiven çıkarken 37 , inerken 56  yeterlidir[66, 67]. Önceden her hareketin sadece tek bir eklemden kaynaklandığı düşünülse de, günümüzde hareketlerin tibio-talar ve subtalar eklemler arasında paylaşıldığı kabul edilmektedir. Yürüyüş analizleri bu hareketleri değerlendirmek için kullanılsa da, talus gibi kemiklerin cilt üzerindeki işaretleyicilerle doğru izlenememesi nedeniyle eklemlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi sınırlıdır. Yine de, ayak bileği biyomekaniğinin analizinde yaygın ve değerli bir yöntemdir[60, 68, 69].

Ayak bileği eklem kompleksinin yürüme analizinde kinematik, kinetik ve g   verileri kullanarak normal yürüyüş döngüsündeki hareketler detaylı biçimde incelenebilir. Duruş fazı; topuk salınımı, ayak bileği salınımı ve ön ayak salınımı olmak üzere üç alt aşamaya ayrılır. İlk aşamada ayak yere topukla temas ederken hafif plantar fleksiyondadır ve dorsifleksör kaslar ayağın kontrollü olarak zemine inmesini sağlar. İkinci aşamada tibia öne doğru hareket ederken ayak dorsifleksiyona geçer.    nc  aşamada topuk yerden kalkar, ayak  n kısmı üzerinde döner ve plantar fleksiyonla itici güç oluşur. Salınım fazında ise ayak dorsifleksiyona geçerek yerden yeterince yükselir ve adımın tamamlanmasını sağlar. Bu süreç boyunca subtalar eklemde yaklaşık 15 'lik

eversiyon-inversiyon hareketi, yürümenin dengeli ve verimli gerçekleşmesine katkı sağlar[60, 61].

Ayak bileği eklem kompleksi, normal yürüyüş sırasında vücut ağırlığının yaklaşık beş katı kadar yük taşıırken, koşu gibi daha yoğun aktivitelerde bu kuvvet yaklaşık on üç kata kadar çıkabilmektedir. Yürüme analizi verilerine göre, topuğun zemine temas ettiği anda ayak bileği üzerinde dorsifleksiyon momenti oluşur. Bu sırada, dorsifleksör kaslar eksantrik olarak kasılarak ayağın kontrollü bir şekilde yere inmesini sağlar ve ani çarpma hareketini engeller. Yürümenin ikinci aşamasında, tibia ve fibulanın ayağın üzerinden öne doğru hareket etmesini sağlamak amacıyla dorsifleksör kaslar hâlâ eksantrik kasılırken bu defa plantar fleksiyon momenti oluşur. Üçüncü aşamada ise plantar fleksör kaslar konsantrik olarak kasılır ve parmak ucundan yerden kalkış (toe-off) anına kadar plantar fleksiyon hareketi devam eder. Yürüme hızı arttıkça, bu kinetik desenler şekil olarak benzer kalmakla birlikte büyüklük olarak artış gösterir. Yürüme analizi genellikle ayak bileğinde oluşan momentleri sagittal düzlemde (örneğin plantar ve dorsifleksiyon) rapor eder; koronal ve transvers düzlemlerdeki momentlere ise ayak bileği hareketlerinin karmaşıklığı ve bireyler arasındaki yüksek varyasyon nedeniyle nadiren yer verilir[61, 70].



Şekil 10:İmman'ın tariflediği koni modeli[71]

Ayak bileği gücü, bu bölgedeki ana kasların yürüyüş sırasında enerji üretip üretmediğine veya enerji absorbe edip etmediğine göre değişir. Negatif güç değerleri, topuk ve ayak bileği salınım fazlarında plantar fleksör kasların eksantrik kasılması sonucu enerji absorbe edildiğini gösterir. Ayak bileği eklem kompleksinde en yüksek güç üretimi, yürüyüş döngüsünün yaklaşık %50'sinde yani ön ayak salınım fazında gerçekleşir. Bu, plantar fleksörlerin bacağı ileri doğru iterek vücudu parmak ucundan kaldırmak için enerji ürettiği evreyi temsil eder[61].

Yapılan deneysel araştırmalar, vücut ağırlığının büyük bir bölümünün (%83) tibiotalar eklem üzerinden aktarıldığını, kalan %17'lik kısmın ise fibula aracılığıyla taşındığını göstermektedir. Fibulanın taşıdığı yük miktarı, özellikle ayak bileği dorsifleksiyon pozisyonundayken artış göstermektedir[72]. Tibiotalar ekleminde oluşan yükün yaklaşık %77 ila %90'ı talus kubbesine yoğunlaşmakta, geri kalan kısmı ise medial ve lateral yüzeylere dağılmaktadır. Bu yük dağılımı; hem bağ dokularının etkisi hem de eklemin pozisyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Medial yüzey en fazla yükü inversiyon sırasında, lateral yüzey ise eversiyon sırasında taşımaktadır[73].

Ayak bileği eklemi, yüksek uyumluluğu sayesinde günlük hayattaki büyük yükleri geniş bir yüzeye yayarak kalça ve diz eklemlerine kıyasla daha düşük stres altında çalışır[60]. Temas analizleri genellikle kadavra veya bilgisayarlı modellemelerle yapılır; ancak bu yöntemler canlı anatomiye tam olarak yansıtılamaz. Nötr pozisyonda 1.5 kN yük altında yapılan çalışmalarda ortalama temas basıncı 9.9 MPa, temas alanı ise 483 mm² olarak bulunmuştur. Sabit yükleme koşullarında plantar fleksiyon sırasında temas basıncının arttığı, dorsifleksiyonda ise azaldığı görülmüştür[69, 74]. Canlı görüntüleme teknikleri, temas yüzeyinin en fazla yürüyüşün basma evresinde olduğunu; topukla temas ve parmakla itme anlarında ise azaldığını göstermektedir[75].

2.3 TALUS OSTEOKONDRAL LEZYONLARIN (TOL) TANIMI VE EPİDEMİYOLOJİSİ

Talus osteokondral lezyonları (TOL), talus kemiğinin eklem yüzeyini kaplayan kırık tabakası ile birlikte altındaki subkondral kemiğin bütünlüğünün bozulması sonucu oluşan patolojik durumlardır. Lezyonlar, kırıkdağın çatlaması, parçalanması, subkondral kemiğin çökmeye uğraması veya kistleşmesi şeklinde ortaya çıkabilir. En sık ayak bileği burkulmaları, düşme ve tekrarlayan mikrotravmalar sonrasında görülür[1].

Talusun osteokondral lezyonlarının (TOL) görülme sıklığı, kaynaklara göre oldukça geniş bir aralıkta bildirilmektedir. II. Dünya Savaşı sırasında yapılan bir seride bu oran tüm talus kırıklarının %0,09'u olarak belirtilmişken[76], Bosien ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 133 ayak bileği burkulması vakasının %6,5'inde TOL saptanmıştır. Ayrıca TOL'ın, osteokondritis dissekans vakalarının yaklaşık %4'ünü oluşturduğu da rapor edilmiştir[77]. Ancak güncel değerlendirmeler, TOL sıklığının bu verilerden çok daha yüksek olabileceğini düşündürmektedir. Ayak bilek kırıklarında ise bu oran %73'e kadar çıkabilir. Belirsiz ve kronik ayak bileği ağrısı olan hastalarda TOL'nın yanlış tanı alması veya tanısının gecikmesi oranı %81'e kadar çıkabilmektedir[5]. Farklı çalışmalarda bildirilen veriler, TOL olgularında her iki ayakta (bilateral) lezyon görülme oranının yaklaşık %10 civarında olduğunu ortaya koymaktadır[78].

Çoğunlukla 20-30 yaş aralığında fiziksel olarak aktif hastalarda fazla görüldüğü bildirilmiştir[1]. Cinsiyetin önemli bir risk faktörü olduğu belirlenmiştir. Weiss ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre, erişkin yaş grubundaki erkeklerde TOL gelişme riski kadınlara göre yaklaşık 3.6 kat daha fazladır. Ayak bileği deformitelerinden sonra TOL gelişme oranı ise %6.5'e kadar çıkabilmektedir. Genel olarak bu lezyonların %93–98'i lateral, %61–70'i ise medial tarafta travmaya bağlı olarak ortaya çıkar[9].

Lezyonların anatomik dağılımı incelendiğinde, medial (iç taraf) lezyonların lateral (dış taraf) lezyonlara kıyasla daha sık görüldüğü belirtilmektedir. Genel olarak, medial lezyonlar talusun orta ve arka bölümlerinde yer alırken; lateral lezyonlar daha çok talusun ön ve orta bölgelerinde lokalizedir. Ayrıca medial lezyonlar, derin yapıları ve genellikle çukur (kup şeklinde) morfolojileriyle dikkat çeker ve zamanla kistik lezyonlara dönüşme eğilimindedir. Buna karşılık, lateral lezyonlar genellikle yüzeysel ve ince tabakalıdır (wafer şeklinde), sıklıkla yer değiştirmiş halde bulunur ve çoğunlukla travmaya bağlı olarak gelişir[4, 8, 79].

2.4 ETİYOLOJİ VE PATOGENEZ

Ayak bileği osteokondral lezyonlarının (TOL) oluşumunda çeşitli etkenler rol oynayabilir. Bu etkenler arasında lokal damar tıkanıklığına bağlı kemik dokusu ölümü (avasküler nekroz), sistemik dolaşım bozuklukları, ani travmalar, tekrarlayan mikrotravmalar, hormonal ve metabolik düzensizlikler, eklem dejenerasyonu, eklem hizasındaki bozukluklar ve kalıtsal faktörler sayılmaktadır. König tarafından ortaya atılan bir hipoteze göre, subkondral kemikteki damarların tıkanması bölgesel bir iltihaplanma

süreci başlatarak subkondral kist oluşumuna neden olabilir. Bu mekanizma özellikle osteokondritis dissekans olguları için geçerli olabilir. Ancak ayak bileğindeki TOL'lerin en yaygın sebebi, özellikle burkulmalar gibi travmatik olaylardır[4, 80, 81].

Berndt ve Harty tarafından yapılan deneysel bir çalışmada, hem lateral hem de medial talus kubbesinde görülen lezyonların oluş mekanizmaları ortaya konmuştur. Bu çalışmada, lateral taraf lezyonlarının ayak bileği inversiyon ve dorsifleksiyon pozisyonundayken, posteromedial taraf lezyonlarının ise plantar fleksiyonla birlikte olduğu gösterilmiştir[4]. Flick ve Gould'un geniş hasta grubunu kapsayan araştırmasında, lateral kubbe lezyonlarının %98'inde ve medial lezyonların %70'inde geçmişte bir travma yaşandığı tespit edilmiştir[82].

Ancak tüm TOL vakaları travmaya bağlı değildir. Bazı hastalarda TOL gelişmesine karşın herhangi bir travma öyküsü bulunmamaktadır. Bu durum, genetik eğilimler, metabolik bozukluklar ve hormonal faktörlerin de sürece katkıda bulunabileceğini göstermektedir[83, 84]. Örneğin, Mubarak ve Carroll bazı osteokondritis dissekans hastalarında otozomal dominant kalıtım örüntüsüne dikkat çekmiş ve bu bireylerde endokrin bozukluklar ile kolajen yapısında ve epifiz gelişiminde anormallikler saptamıştır. Aile bireylerinde benzer hastalık öyküsü olanlarda veya birden fazla eklem bölgesinde TOL görülen vakalarda genetik geçiş olasılığı daha yüksek olabilir[85]. Tria ve çalışma arkadaşları da TOL hastalarının bazılarında hipotiroidi oranlarının dikkat çekici düzeyde yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle, TOL tanısı konmuş bireylerde özellikle iki taraflı ya da çoklu eklem tutulumları varsa veya ailede benzer hastalık hikayesi bulunuyorsa, D vitamini, kalsiyum, fosfor ve paratiroid hormon gibi endokrin ve metabolik parametrelerin değerlendirilmesi uygun olabilir. Bu tür incelemeler, altta yatan sistemik nedenlerin ortaya konmasına yardımcı olabilir[86].

2.5 KLİNİK BULGULAR

Talus osteokondral lezyonları (TOL), ayak bileğinde özellikle travmatik etkenlerle ortaya çıkan ve oldukça değişken semptomlara neden olabilen patolojilerdendir. Bu lezyonların klinik tablosu, yeri, alanı, hacmi ve ilişkili deformitelere bağlı olarak farklılık içerebilir[1].

TOL'lerin en belirgin ve sık karşılaşılan şikâyeti, yüklenmeyle artan ve derin bölgede hissedilen ayak bileği ağrısıdır. Bu ağrı, genellikle hastalar tarafından tam olarak yer tarif edilemeyen, yaygın bir huzursuzluk hissi şeklinde tanımlanır. Özellikle uzun süre ayakta kalmak, yürümek ya da koşmak gibi tekrarlayan yüklenmelerle birlikte ağrının şiddeti artma eğilimindedir[1]. Ağrıya ek olarak gözlenebilecek diğer semptomlar şunlardır:

Lokal Şişlik: Eklem içi inflamasyonun göstergesidir. **Hareket Kısıtlılığı:** Eklem içinde oluşan sinovyal iritasyon veya yapısal engeller, özellikle fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinde kısıtlamaya neden olabilir. **Kilitlenme veya Takılma:** Serbest parçalar eklem hareketi sırasında takılma hissine veya kitlenmeye sebep olabilir. **Palpasyonla Hassasiyet:** Ayak bileği çevresinde yapılan muayenede lokal hassasiyet saptanabilir[1].

Klinik tablo, lezyonun talus üzerindeki anatomik lokalizasyonuna göre önemli ölçüde değişiklik gösterir. Medial talar kubbe üzerindeki lezyonlar genellikle daha derin ve geniş alanlı olup kronik ve süregelen ağrıya neden olurken, lateral dome lezyonları daha yüzeysel ve akut semptomlarla ilişkili olma eğilimindedir[1].

2.6 GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ VE SINIFLANDIRMA

Osteokondral lezyonlardan şüphelenilen hastalarda, anamnez ve muayenenin ardından tanıyı kesinleştirmek ve tedaviyi belirlemek için çeşitli görüntüleme yöntemleri ile görüntüleme yapılır. Direkt grafiler, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bu amaçla en sık kullanılan tekniklerdir. Bu yöntemler, lezyonun yeri, boyutu, derinliği ve eşlik eden yapısal değişikliklerin değerlendirilmesinde önemli rol oynar.

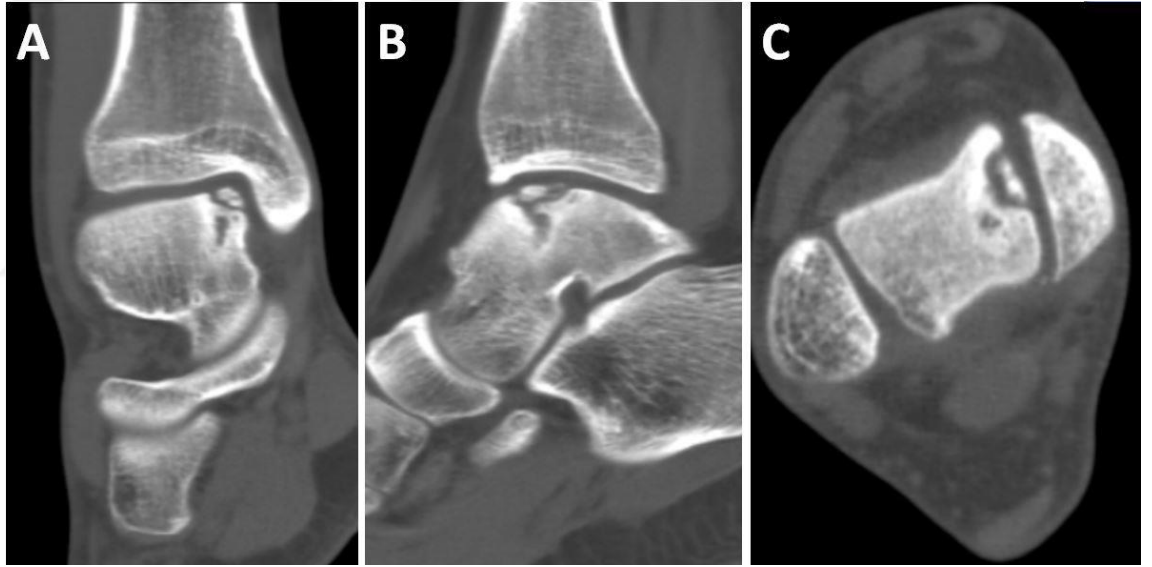
2.6.1 Direkt Grafi

Direkt radyografiler, ayak bileği osteokondral lezyonlarını değerlendirmede ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Anteroposterior, lateral ve mortis grafileri temel olarak kullanılırken, dorsifleksiyon veya plantar fleksiyon gibi özel pozisyonlarla çekilen oblik grafiler detayları daha iyi gösterebilir. Örneğin, dorsifleksiyon pozisyonunda alınan AP grafi medial talus kubbesini, mortis grafisi ise lateral yüzeyi daha iyi değerlendirmeye olanak tanır. Posteromedial lezyonlar ise plantar fleksiyon pozisyonundaki mortis

grafilerle daha net görülebilir. Ancak tüm bu tekniklere rağmen, direkt radyografler osteokondral lezyonların yaklaşık yarısını tespit edemediğinden, daha ileri görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır[2, 87].

2.6.2 Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT, subkondral kemikteki detayları MRG'den daha iyi gösterir. Lezyonun boyutu, yerleşimi ve subkondral kistik değişikliklerin varlığı BT ile daha net biçimde ortaya konabilir. Özellikle cerrahi planlama öncesi, lezyonun hacmini ve kortikal bütünlüğünü değerlendirmede tercih edilir. Ayrıca, BT temelli sınıflandırmalar lezyonun yüzeyle bağlantısı, fragman stabilitesi ve korteks bütünlüğü gibi parametreleri kapsar[5, 87].

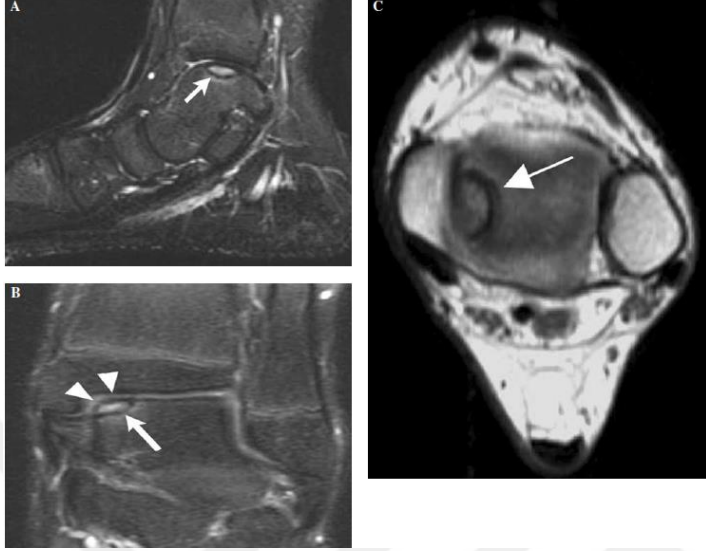


Şekil 11:TOL BT kesitleri

2.6.3 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Osteokondral lezyonların tanısında en değerli noninvazif görüntüleme yöntemlerinden biri manyetik rezonans görüntüleme (MRG) olup, kıkırdak yapısını, yumuşak doku hasarlarını ve kemik iliği ödemi ayrıntılı şekilde değerlendirme imkânı sunar. Özellikle T2 ağırlıklı MRG sekansları, eklem kıkırdağı ve subkondral kemik yapıları hakkında detaylı bilgiler sağlayarak tanıya katkıda bulunur[5, 87]. Son yıllarda, T2 haritalama MRG ve gecikmeli gadolinyumla zenginleştirilmiş MRG gibi ileri tekniklerin kullanımı artış göstermektedir. Bu gelişmiş yöntemler sayesinde kıkırdak

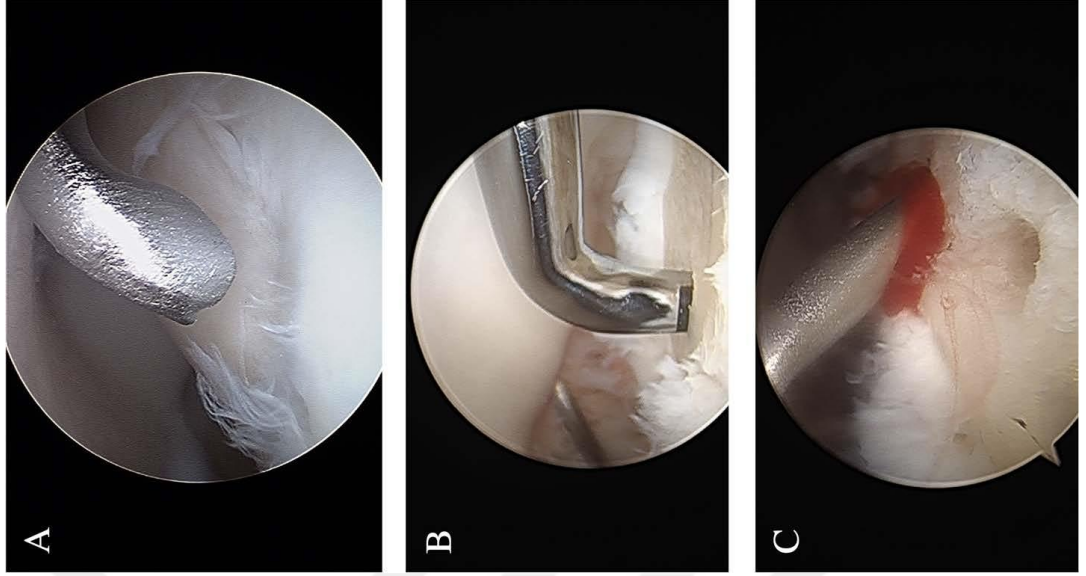
dokusunun yapısal bütünlüğü daha hassas bir şekilde analiz edilebilmektedir. Görüntüleme teknolojisindeki ilerlemeler, MRG'nin kıkırdak ve diğer eklem içi yapıların değerlendirilmesindeki doğruluk ve güvenilirliğini önemli ölçüde artırmıştır[88, 89].



Şekil 12:TOL MRG kesitleri

2.6.4 Artroskopi

Artroskopi, tanı ve tedavi aracı olarak görülür. Diğer görüntüleme yöntemlerinin aksine, eklem içi yapıların doğrudan gözlemlenmesine olanak tanır. Kıkırdak yüzeyinin stabilitesi, lezyon kenarlarının belirginliği ve fragman mobilitesi artroskopik olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, bazı lokalizasyonlara erişimin zor olması ve subkondral yapının sınırlı gözlemlenebilmesi bu yöntemin kısıtlılıklarındandır. Artroskopi aynı zamanda lezyonun boyutunu, kalitesini ve eşlik eden sinovyal patolojileri değerlendirmede yardımcıdır[90].

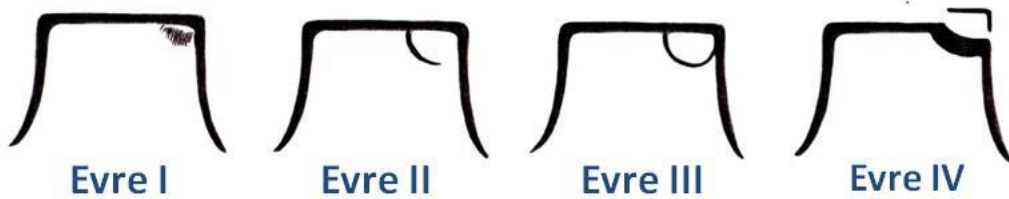


Şekil 13:TOL Artroskopi görüntüsü[91]

2.6.5 Sınıflandırma:

2.6.5.1: Berndt ve Harty sınıflandırması:

1959 yılında Berndt ve Harty tarafından geliştirilen dört basamaklı bir sınıflama sistemi, talus üzerindeki osteokondral lezyonların radyolojik özelliklerine dayanarak tanımlanmıştır. Bu sistem, lezyonun subkondra lkemiğe ve kırık tabakasına etkisi ile birlikte, parçanın yer değiştirme (deplase olma) derecesini esas alır. Evre I: Subkondral kemikte, yüzeyin altında kompresyon sonucu oluşmuş çökme (impaksiyon) görülür; bu evrede kırık hattı oluşmamıştır. Evre II: Subkondral kemikte kısmi fraktür mevcuttur, fakat osteokondral parça nondeplasedir. Evre III: Kırık hattı tam (komplet) haldedir; lezyon segmenti ayrılmıştır fakat hâlâ yerinden oynamamıştır. Evre IV: Osteokondral parça tamamen ayrılmış ve yerinden deplase olmuştur. Bu sınıflama, özellikle direkt grafilerde görülebilen lezyonları tanımlamada ve tedavi kararlarının yönlendirilmesinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır[4].



Şekil 14:Berndt ve Harty sınıflandırması[4]

2.6.5.2: Ferkel ve Sgaglione sınıflandırması:

Ferkel ve Sgaglione, 1990 yılında bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri ile ilişkili TOL evrelendirilmesi için bir sınıflama sistemi yapmıştır. Bu sistem, özellikle subkondral kemikteki yapısal değişiklikleri ve lezyonun eklem yüzeyiyle ilişkisini değerlendirmede kullanılır. Evre I: Talar kubbe içerisinde yer alan, eklem yüzeyine ulaşmayan izole kistik bir lezyon mevcuttur. Evre IIa: Kistik yapı, talar kubbenin korteksine kadar ilerlemiş olup eklem yüzeyine ulaşmıştır ancak yüzeyde ayrışma izlenmez. Evre IIb: Eklem yüzeyine açılan ve kısmen ayrılmış, ancak hâlâ yerinde duran (non-deplase) bir osteokondral fragman görülür. Evre III: Lezyon bölgesindeki osteokondral parça tamamen ayrı ama nondeplasedir. Evre IV: Osteokondral fragman hem tamamen ayrılmış hem de yerinden deplase olmuştur. Bu BT temelli sınıflama, lezyonların cerrahi planlamasında detaylı anatomik bilgi sağlaması açısından oldukça değerlidir[5].

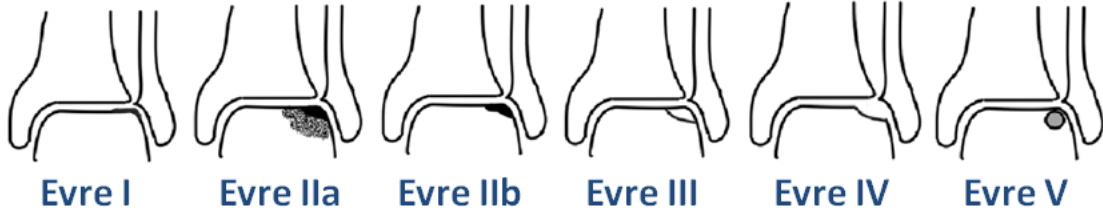


Şekil 15:Ferkel ve Sgaglione sınıflandırması[5]

2.6.5.3 Hepple sınıflandırması:

1999 yılında Hepple ve arkadaşları tarafından geliştirilen sınıflama sistemi, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulgularına dayalı olarak osteokondral lezyonların evrelendirilmesini amaçlamaktadır. Bu yaklaşım hem eklem kıkırdagındaki bütünlüğü hem de subkondral kemikteki yapısal değişiklikleri birlikte değerlendirir. Evre I: Sadece eklemden yüzeysel kıkırdak hasarı bulunur; subkondral kemikte bir şey yoktur. Evre IIa: Kıkırdak dokusunun hasar gördüğü ve lezyonun akut fazda olduğu durumu yansıtır; bu evrede kemik iliği ödemi mevcuttur. Evre IIb: Lezyon kronikleşmiştir; kıkırdak hasarı devam etmekle birlikte ödem bulguları kaybolmuştur. Evre III: Subkondral kemikten ayrılmış bir osteokondral fragman mevcuttur, ancak bu yapı yerinde durmaktadır (deplase değildir). Evre IV: Ayrılmış fragman eklem içinde yer değiştirmiştir, yani deplase olmuştur. Evre V: Subkondral bölgede kistik değişiklikler oluşmuştur; bu durum genellikle kronik vakalarda gözlenir. Bu sınıflama klinik uygulamada hem doğru tanıya

ulaşmak hem de uygun tedavi yaklaşımını belirlemek için kullanılan önemli bir kılavuz olarak değerlendirilmektedir[92].



şekil 16:Hepple sınıflandırması[92]

2.6.5.4 Mintz Sınıflandırması:

Mintz ve çalışma arkadaşları, 2003 yılında manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile artroskopik bulguları bir araya getirerek talus osteokondral lezyonlarının değerlendirilmesine yönelik altı basamaklı bir sınıflama sistemi önermiştir. Bu yaklaşım, görüntüleme ile cerrahi gözlemi entegre ederek lezyonun evresini daha kesin olarak belirlemeye olanak tanır. Evre 0: Hem MRG hem de artroskopik değerlendirmede normal kabul edilen, patoloji içermeyen kıkırdak dokusu. Evre 1: MRG’de sinyal artışı izlenmesine rağmen, artroskopi sırasında kıkırdak yüzeyinin sağlam olduğu görülür. Evre 2: Artroskopide yüzeyel kıkırdakta çatlaklar ve fissürler mevcuttur; bu değişiklikler MRG ile de doğrulanabilir. Evre 3: Kıkırdak tabakası flep şeklinde ayrılmıştır ve bu ayrılma subkondral kemiği açığa çıkarmıştır. Evre 4: Eklem içerisinde gevşemiş ancak deplase olmamış bir osteokondral fragman mevcuttur. Evre 5: Lezyon bölgesinde serbest ve yer değişirmiş (deplase) bir osteokondral parça saptanır. Bu sınıflama sistemi, hem noninvaziv görüntüleme ile elde edilen bilgilerle hem de cerrahi sırasında doğrudan gözlemle yapılan değerlendirmeleri birleştirerek klinik kararlara daha yüksek doğrulukla yön verir[93].

2.6.5.5: Uluslararası Kıkırdak Tamiri Cemiyeti (ICRS) sınıflandırması:

Uluslararası Kıkırdak Tamiri Cemiyeti (ICRS), kıkırdak hasarlarını lezyonun derinliğine göre sınıflandıran kapsamlı bir sistem gelişirmiştir. Bu sistem, lezyonun yüzeyel ya da tam kat olmasına göre farklı evrelere ayrılarak hem tanısal değerlendirmeye hem de tedavi planlamasına yardımcı olur. ICRS 0: Kıkırdak dokusu makroskopik olarak tamamen normal görünümde olup herhangi bir patolojik değişiklik içermez. ICRS 1A:

Kıkırdak yüzeyinde minimal bozulmalar, saçaklanmalar ya da düzensizlikler mevcuttur. ICRS 1B: Yüzeyel sıyrıklar veya çatlaklar izlenir, ancak lezyon derinliği kıkırdak kalınlığının yüzeyinde sınırlıdır. ICRS 2: Lezyon derinliği kıkırdak kalınlığının %50'sinden daha azına ulaşır. Bu evre, kısmi kıkırdak hasarını gösterir. ICRS 3: Lezyon, kıkırdak kalınlığının yarısından fazlasına ilerlemiştir. Bu evre kendi içinde alt kategorilere ayrılır: 3A: Hasar kalsifiye tabakaya ulaşmamıştır. 3B: Lezyon kalsifiye tabakaya kadar uzanır. 3C: Hasar kalsifiye tabakayı aşarak daha derine ilerler. 3D: Kıkırdak yüzeyinde kabarıklık ve çıkıntı mevcuttur. ICRS 4: Lezyon subkondral kemiğe kadar ulaşmış olup tam kat bir defekti temsil eder. Bu evrelendirme sistemi, özellikle cerrahi müdahale öncesinde lezyonun şiddetinin belirlenmesi ve uygun tedavi seçeneğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır[94].

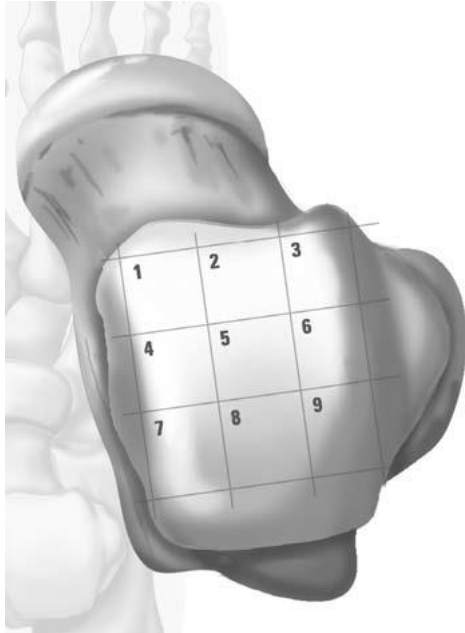
Direkt grafi	Mrg	Bt	Artroskopi	Artroskopi
Berndt ve Harty	Hepple	Ferkel	ICRS	Çeng-Ferkel
I subkondral kompresyon	I Eklemler kırdağında yaralanma	Evre I- Talus kubbesinde kistik lezyon mevcut fakat ekleme açılmamış	Eklemler kırdağının yüzeyi sağlam fakat hafif saçaklanma mevcut	Pürüzsüz, sağlam fakat yumuşak veya ballotman mevcut.
II kısmen ayrılmış osteokondral parçalar	Evre IIa- subkondral kırık kırdağ hasarı fakat kemik iliği ödemi var	Evre II A- Ekleme açılan kistik lezyon, ayrılmamış fragman	Eklemler kırdağ kalınlığının %50'sinden Azını tutan kırdağ lezyonları	Sert yüzey
III Osteokondral fragman tamamen ayrılmış fakat yerinde (nondeplase)	EvreIIb- subkondral kırık kırdağ hasarı fakat kemik iliği ödemi yok	EvreIIb- Kısmi ayrılmış fragman	Eklemler kırdağ kalınlığının %50'sinden Fazlasını tutan kırdağ lezyonları	Saçaklanmalar ve/veya çatlaklar mevcut.
IV – Fragman tamamen ayrılmış ve yer değiştirmiş (deplase)	EvreIII- Fragman tam olarak ayrılmış fakat yerinde duruyor	EvreIII-Tamamen ayrılmış ve non-deplase fragman	Subkondral kemiği geçen kırdağ yaralanmaları	Flep mevcut veya kemik açıkta
	EvreIV- Fragman yerinden ayrılmış ve ekleme düşmüş. (loose body)	EvreIV-Deplase fragman		Gevşek fakat non-deplase fragman
	EvreV- Subkondral bölgede kistlerin görülmesi			Deplase fragman

Şekil 17:Görüntüleme yöntemlerine göre sınıflandırma[1]

2.7 PROGNOTİK FAKTÖRLER

2.7.1 Lokalizasyon

Berndt ve Harty'nin klasik çalışmasında, talusun osteokondral lezyonlarının en yaygın olarak posteromedial (%57) ve anterolateral (%43) bölgelerde yer aldığı belirtilmiştir[4]. Daha sonraki yıllarda Raikin ve arkadaşları tarafından yürütülen geniş kapsamlı bir çalışmada, 428 hastanın manyetik rezonans görüntülemeleri incelenmiş ve medial yerleşimli lezyonların daha sık görüldüğü, üstelik bu lezyonların lateral yerleşimli olanlara göre daha büyük boyutlarda ortaya çıktığı vurgulanmıştır. Bu çalışmada kullanılan “9-zon sistemi” ile talus eklem yüzeyi dokuz ayrı bölgeye ayrılarak lezyonların anatomik yerleşim yerleri detaylı bir biçimde sınıflandırılmıştır. Bulgulara göre, lezyonların en sık saptandığı alan santromediyal zon olup bu bölgedeki oran %53'tür. Bunu sırasıyla %25,7 ile santrolateral zon, %6,8 ile posteromediyal zon ve %2,3 ile anterolateral zon izlemiştir. Lezyonun yerleşim yeri ile klinik prognoz arasındaki ilişki ise halen tartışmalıdır[95]. Chuckpaiwong tarafından yapılan iki ayrı çalışmada, medial yerleşimli lezyonların tedaviye daha iyi yanıt verdiği ve klinik sonuçların daha yüz güldürücü olduğu ifade edilmiştir. Ancak bazı araştırmalar, lezyonun yerleşim yerinin tedavi başarısı üzerinde belirleyici bir etkisi olmadığını ileri sürmüştür[15, 96].



Şekil 18:Raikin'in lokalizasyon için kullandığı 9 kadran[95]

2.7.2 Lezyonun Boyutu

Talus osteokondral lezyonlarında (TOL), tüm yazarların ortak görüşü, lezyon alanı büyüdükçe tedavi sürecinin karmaşıklaştığı ve klinik sonuçların olumsuz yönde etkilendiği yönündedir. Özellikle küçük çaplı, 1,5 cm²'nin altında kalan lezyonlarda prognoz daha olumlu seyrettiği bildirilmektedir. Bu boyuttaki semptomatik lezyonlarda ise genellikle basit cerrahi girişimlerin örneğin debridman, drilleme veya mikrokırık tekniklerinin yeterli olabileceği kabul edilmektedir. Bu nedenle, lezyonun boyutu hem tedavi yaklaşımını belirlemede hem de uzun vadeli iyileşme beklentilerinde önemli bir belirleyici faktör olarak değerlendirilmektedir[15, 97].

2.7.3 Lezyon Sınırlılığı (Containment)

Lezyonun çevresel sağlam kıkırdakla çevrili olup olmaması, yani “contained” veya “uncontained” oluşu, postoperatif iyileşme potansiyelini etkileyen önemli bir prognostik faktördür. Choi ve ark. (2012), contained lezyonların cerrahi sonrası shoulder-type(uncontienment) lezyonlara göre daha iyi klinik skorlarla sonuçlandığını belirtmiş; özellikle AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) skorları contained lezyonlarda anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur[96].

2.7.4 Subkondral Kist ve Derinlik:

Subkondral kist oluşumu ve bu kistin derinliğinin artmış olması, alttaki destekleyici ve besleyici kemiğin kaybını işaret ettiği için olumsuz bir prognoz göstergesi olarak kabul edilir[5, 98]. Yapılan çalışmalarda, subkondral kisti bulunan hastalarda tedavi başarısızlığı oranının %50'nin üzerinde olduğu rapor edilmiştir. Bu durum, kistin varlığının sadece yapısal zayıflamaya değil, aynı zamanda iyileşme sürecinin de bozulmasına neden olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle subkondral kist, tedavi planlamasında dikkatle değerlendirilmesi gereken kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır[7, 10].

2.7.5 Lezyonun Kondral ya da Osteokondral Olması

Choi ve çalışma arkadaşlarının 283 hastayı kapsayan ve ortalama 52 ay süren takip sonuçlarına göre, subkondral kist gelişimi söz konusu olmadıkça kondral lezyonlar ile osteokondral lezyonlar arasında prognoz açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu, subkondral kist oluşumunun prognozu etkileyen belirleyici bir faktör olduğunu ve

kist bulunmayan olgularda lezyon tipine bakılmaksızın benzer klinik sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir[99].

2.7.6 Hastanın Yaşı:

Talus osteokondral lezyonlarında hasta yaşı, iyileşme sürecini etkileyen önemli bir prognostik değişkendir. Genç bireylerde iyileşme potansiyelinin daha yüksek olması, tedaviye yanıtın genellikle daha olumlu seyretmesini sağlar[3]. Ancak Becher ve Thermann'ın 2005 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, 50 yaş ve üzerindeki sekiz hastanın sonuçlarının genç bireylerle benzer olduğu bildirilmiştir. yaşı klinik sonuçlar üzerinde sınırlayıcı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır[100].

2.7.7 Postoperatif Yük Verme:

Gill ve çalışma arkadaşları, 2005 yılında gerçekleştirdikleri bir hayvan modeli çalışmasında, cerrahi sonrası erken dönemde yükten korunmanın, osteokondral defektlerin daha hızlı dolmasını sağladığını ve oluşan yeni kıkırdak dokusunun kalitesini artırdığını ortaya koymuştur[101]. Buna karşılık, Lee ve ekibi 2012 yılında mikrokirik yöntemiyle tedavi edilen 81 hastayı değerlendirdikleri klinik çalışmada, küçük ve orta büyüklükteki lezyonlarda erken yük vermenin iyileşme üzerinde anlamlı bir olumlu ya da olumsuz etkisi olmadığını raporlamıştır. Bu bulgu, özellikle sınırlı boyutta lezyonlara sahip hastalarda, postoperatif dönemde erken mobilizasyonun güvenli bir yaklaşım olabileceğini düşündürmektedir[102].

2.8 TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Talusun eklem kıkırdağının sınırlı rejenerasyon kapasitesi ile ayak bileği eklemine binen yüksek mekanik yükler, osteokondral lezyonların tedavisini güçleştiren temel faktörlerdendir[103]. Bu nedenle tedavi planlamasında bireye özgü, kanıta dayalı yaklaşımlar benimsenmelidir. Kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımı üç ana bileşene dayandırılabilir:

Hasta özellikleri: Belirtilerin sıklığı ve şiddeti, hastanın yaşı, vücut kitle indeksi, cerrahi öncesi fiziksel aktivite düzeyi ve tedaviye yönelik beklentileri. Lezyon karakteristikleri: Lezyonun primer ya da nüks olup olmaması, daha önceki cerrahilerin başarısızlığı, lezyonun boyutu, lokalizasyonu ve morfolojik yapısı. Eşlik eden ayak bileği

patolojileri: Arka ayak hizalanma bozuklukları, bilek instabilitesi ya da başka yumuşak doku ya da kemik lezyonlarının varlığı[104].

Tedavi süreci genellikle konservatif yöntemlerle başlar. Ancak belirli bir süre sonunda semptomlarda gerileme görülmeyen hastalarda cerrahi seçenekler gündeme gelir. Öte yandan, semptom göstermeyen bireylerde tedaviye hemen başlanması önerilmemekte; bunun yerine düzenli klinik değerlendirmeler ve MRG ile lezyonun izlenmesi uygun görülmektedir[3, 104].

2.8.1 Konservatif Tedavi

Talus osteokondral lezyonlarının (TOL) tedavisinde konservatif yaklaşım, cerrahi dışı yöntemlerle iyileşmeyi desteklemeyi ve hastanın semptomlarını azaltmayı amaçlayan bir tedavi stratejisidir. Bu yaklaşım, genellikle lezyonun küçük, stabil ve erken evrede olduğu durumlarda, yani Berndt ve Harty sınıflamasına göre evre I veya II lezyonlarda tercih edilir. Klinik olarak ciddi fonksiyonel kaybı olmayan, yalnızca hafif ağrı veya rahatsızlık yaşayan hastalar konservatif tedavi için uygun adaylardır[11, 13].

Konservatif tedavi yöntemleri arasında istirahat ve immobilizasyon, fizik tedavi uygulamaları, ilaç kullanımı ve yaşam tarzı değişiklikleri yer alır[12]. İstirahat ve yük vermeme prensibi doğrultusunda hastalara uzun süre ayakta kalmaktan, yürüme, koşma ve zıplama gibi aktivitelerden kaçınmaları önerilir. Yükün azaltılması için koltuk değneği, yürüteç, alçı, atel veya özel ortezler kullanılabilir. Immobilizasyon süresi genellikle 6 ila 12 hafta arasında değişmekte olup, bu süre hastanın şikayetleri ve klinik iyileşme durumuna göre ayarlanır[105].

Fizik tedavi, konservatif yaklaşımın önemli bir bileşenidir. Eklem sertliğini önlemek amacıyla ağrı sınırları içinde pasif ve aktif eklem hareket açıklığı egzersizleri uygulanır. Alt ekstremitte kaslarını hedef alan kuvvetlendirme egzersizleri ile eklem stabilitesi artırılabilir[106, 107]. Ayrıca, denge ve propriyosepsiyon çalışmaları da eklem pozisyonunun algılanmasını geliştirerek tekrar yaralanma riskini azaltır. Ağrı ve ödemin giderilmesinde kriyoterapi (soğuk uygulama) ve termoterapi (sıcak uygulama) etkili olabilir. Bazı çalışmalarda ultrason ve elektrik stimülasyonu gibi fizyoterapi modalitelerinin doku iyileşmesini destekleyebileceği öne sürülse de, bu konuda mevcut kanıtlar sınırlıdır[108, 109].

Talus osteokondral lezyonlarının tedavisinde medikal yaklaşımlar, hastanın şikayetlerini hafifletmeyi ve iyileşme sürecini desteklemeyi amaçlayan önemli bir tedavi seçeneğidir. Bu doğrultuda en sık başvuru alan ilaç grubu, ağrı ve inflamasyonu azaltan nonsteroid antiinflatuvar ilaçlardır. Bu ilaçlar, hastaların konforunu artırmakta etkili olurken, gerektiğinde ilave olarak analjezikler de reçetelendirilebilir[110].

Tedavi sürecinin başarısını artırmak için yaşam tarzında ve günlük aktivitelerde yapılan bazı değişiklikler de önemlidir. Özellikle semptomları tetikleyen yüksek etkili aktivitelerden, örneğin koşu, zıplama gibi spor faaliyetlerinden kaçınılması önerilir. Ayrıca, fazla kilolu ya da obez hastalarda kilo verilmesi, ayak bileği üzerine binen yükü azaltarak hem ağrının azalmasına katkı sağlar hem de iyileşme sürecini destekler[111].

Son yıllarda, talus lezyonlarının tedavisinde enjeksiyon bazlı biyolojik yaklaşımlar öne çıkmaya başlamıştır. Bu tedaviler, lezyonlu bölgeye doğrudan biyolojik olarak aktif maddelerin uygulanması yoluyla doku yenilenmesini ve onarımını desteklemeyi hedefler. Hiyaluronik asit enjeksiyonları, eklem içindeki sinovyal sıvının viskoelastik özelliklerini iyileştirerek eklem yüzeylerinde sürtünmeyi azaltır, ağrının hafiflemesini sağlar ve fonksiyonel kapasiteyi artırır. Ayrıca antiinflatuvar etkisi sayesinde eklem içi inflamasyonu baskılar ve kıkırdak yapının korunmasına katkıda bulunur[112]. PRP (trombositten zengin plazma) uygulamaları, hastanın kendi kanından elde edilen ve büyüme faktörleri açısından zengin içerikleri sayesinde kondrositlerin çoğalmasını ve hücre dışı matriks üretimini uyarır. Bu etkiler, hasarlı kıkırdak dokusunun onarım potansiyelini artırır[113]. ACS (otolog şartlandırılmış serum) ise laboratuvar ortamında elde edilen ve interlökin-1 reseptör antagonisti gibi antiinflatuvar sitokinler içeren bir tedavi seçeneğidir. Bu bileşenler inflamasyonu baskılayarak kondrositlerin korunmasına ve lezyon bölgesinde doku iyileşmesinin hızlanmasına yardımcı olur. Bu biyolojik ajanların klinik kullanımı, geleneksel konservatif tedavilerin etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir. Ancak, uzun dönem etkinlikleri ve güvenilirlikleri hakkında daha fazla bilimsel veriye ihtiyaç vardır[114].

Konservatif tedavi yaklaşımlarının başarısı bireyler arasında değişkenlik göstermekle birlikte, literatürde bildirilen genel başarı oranı %45 ila %50 arasında değişmektedir. Bazı hastalarda ağrının azalması ve fonksiyonların düzelmesi gibi olumlu sonuçlar alınabilmektedir[5]. Özellikle Berndt ve Harty sınıflamasına göre evre I ve II olan, yani erken dönemde saptanan küçük ve stabil lezyonlarda bu tedavi yaklaşımı,

subkondral kemiğin yeniden yapılanmasına ve kemik iliği ödeminin azalmasına katkı sunabilir. Ancak bazı hastalarda, özellikle günlük hayata ya da sportif aktivitelere geri döndüğünde, şikâyetlerin yeniden ortaya çıkması mümkündür. Eğer konservatif tedavi sürecinde, yaklaşık 3 ila 6 ay içinde semptomlarda anlamlı bir iyileşme sağlanamazsa ya da görüntüleme bulgularında lezyonun ilerlediği gözlemlenirse, cerrahi yöntemler gündeme alınmalıdır[16].

Özetle, konservatif tedavi, talus osteokondral lezyonlarında öncelikli ve düşük riskli bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Hafif semptomlara sahip ve lezyon hacmi sınırlı olan hastalar için etkili bir ilk basamak tedavi seçeneğidir. Ancak bu süreç, deneyimli bir sağlık profesyonelinin kontrolünde, hastanın bireysel özelliklerine göre planlanmalı ve düzenli aralıklarla takip edilmelidir. Tedaviye yeterli yanıt alınamayan durumlarda cerrahi girişim zaman kaybetmeden düşünülmelidir. Böylece hastalığın ilerlemesi ve uzun vadede daha kötü sonuçlara yol açması önlenebilir[16].

2.8.2 Cerrahi Tedavi

2.8.2.1 Kemik İliği Stimülasyonu (KİS):

Talus osteokondral lezyonlarının cerrahi tedavisinde en sık başvuru yöntemlerinden biri kemik iliği stimülasyonudur. Bu yaklaşım, genellikle küçük boyutlu ve yüzeysel lezyonlarda tercih edilir. Temel amacı, subkondral kemikte açılan mikrodelikler aracılığıyla kemik iliğinden gelen mezenkimal kök hücrelerin lezyon alanına ulaşmasını sağlamak ve burada onarıcı bir fibrokartilajinöz doku oluşumunu teşvik etmektir. KİS genellikle 150 mm²'den küçük, derinliği 5 mm'yi geçmeyen, evre I-III arasında sınıflandırılan lezyonlar için uygundur. Ayrıca, daha önce konservatif tedaviye yanıt vermeyen hastalar ya da yüksek aktivite düzeyine sahip bireylerde semptomların devam etmesi durumunda cerrahiye geçiş kriterleri kapsamında önerilmektedir. Artroskopik olarak gerçekleştirilen prosedür, hasarlı kıkırdak dokusunun debridmanı ve subkondral kemiğe yaklaşık 3–4 mm derinliğinde, birbirinden 3–4 mm aralıklarla mikrodelikler açılmasını içerir. Bunları mikrokırık ve drilleme ile sağlayabiliriz. Bu delikler, kemik iliği boşluğuna ulaşarak burada bulunan pluripotent hücrelerin lezyon alanına göçünü ve burada fibrokartilajinöz onarım dokusu oluşturmasını sağlar[14].

Kemik iliği stimülasyonu, talusun osteokondral lezyonlarının cerrahi tedavisinde yaygın şekilde kullanılan, artroskopik olarak uygulanan bir yöntemdir[14]. Özellikle

primer lezyonlarda, eksizyon, küretaj ve sonrasında KİS uygulanması, günümüzde halen birinci basamak cerrahi yaklaşım olarak değerlendirilmektedir[14].

Zengerink ve ark. tarafından yapılan sistematik bir derlemede, 386 hastanın analizinde %85 oranında başarı bildirilmiştir. Ancak, bu yöntemin 10 yıl ve üzeri uzun dönem klinik sonuçlarına ilişkin yüksek kaliteli klinik çalışmalar bulunmamaktadır. Mevcut literatür, çoğunlukla orta vadeli izleme verilerine dayanmaktadır. Lezyon boyutunun klinik başarı üzerindeki etkisi, çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur[115]. Chuckpaiwong ve ark., ortalama 31.6 ay takipli 105 hastalık serilerinde, 15 mm'nin altındaki lezyonlarda tedavi başarısızlığı görülmezken, 15 mm'yi aşan lezyonlarda başarılı sonucun yalnızca bir hastada elde edildiğini bildirmiştir[15]. Benzer şekilde, Choi ve ark., lezyon alanı 100 mm²'nin altında olan hastalarda klinik başarısızlık oranının yalnızca %5.2 olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, BMS yönteminin küçük boyutlu lezyonlar için daha uygun olduğunu ve boyut arttıkça başarı oranının azaldığını düşündürmektedir[116]. Buna karşılık, yaş ve travma öyküsü gibi demografik faktörlerin, KİS sonrası klinik sonuçlar üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı birçok çalışmada rapor edilmiştir. Gobbi ve ark. tarafından yürütülen prospektif randomize bir çalışmada, KİS mikrofraktür tekniği, osteokondral otolog transplantasyon ve kondroplasti yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Ortalama 53 aylık takip süresinde, AOFAS skorları ve hasta memnuniyeti açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak, mikrofraktür ve kondroplasti gruplarında postoperatif 24. saatte daha düşük ağrı skorları bildirilmiştir. Bu çalışmanın sınırlılıkları arasında, randomizasyonun tam olmaması ve gruplar arasında yaş, cinsiyet ve lezyon boyutu açısından farklılıklar yer almaktadır. Yine de genel anlamda hem reparatif (KİS gibi) hem de restoratif (mozaikplasti gibi) yaklaşımların olumlu sonuçlar verebildiği görülmektedir[117].

Artroskopik kemik iliği stimülasyonu, talus osteokondral lezyonlarının tedavisinde yaygın olarak kullanılan minimal invaziv bir tekniktir. Birçok çalışmada, özellikle küçük lezyonlarda bu yöntemin umut verici sonuçlar verdiği bildirilmiştir[14]. Örneğin, Lee ve ark. (35 hastada <1.5 cm² lezyonu olan, 50 yaş altı bireylerde) mikrofraktür uygulamasından sonra %89 oranında iyi ve çok iyi klinik sonuçlar elde edildiğini rapor etmiştir[118]. Benzer şekilde, Thermann tarafından yürütülen prospektif bir çalışmada, 30 hastanın %83'ünde Hannover Skorum Sistemi'ne göre iyi/çok iyi sonuçlar alınmıştır. Ancak bu çalışmada, takip süresi sonunda MRG'de tüm hastalarda

fibrilasyon ve fissür bulgularının devam ettiği saptanmıştır. Bununla birlikte, KİS sonrası uzun dönem sonuçların her zaman olumlu olmadığı da çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir[119]. Kumai ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, artroskopik delme (drilling) yöntemiyle tedavi edilen 18 hastanın %28'inde yalnızca orta düzeyde sonuçlar elde edilmiştir. Schuman ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada, ortalama 4.8 yıllık takip süresi sonunda hastaların %82'sinde iyi/çok iyi sonuçlara ulaşılmış olsa da, %45'i spor aktivitelerine dönememediklerini bildirmiştir[120]. Cuttica ve ark. ise MRG'de mikrofaktür sonrası ödem şiddetinin klinik sonuca etkisini değerlendirmiş ve ödem şiddeti düşük olan olgularda daha iyi sonuçlar gözlemlemiştir[121]. Mikrofraktür sonrası ikinci bakış artroskopisi (second-look arthroscopy) uygulayan ilk çalışma Lee ve arkadaşlarına aittir. Yirmi ayak bileği üzerinde yapılan bu gözlemede, AOFAS skorları %90 oranında iyi/çok iyi olsa da, Uluslararası Kıkırdak Tamir Derneği (ICRS) sınıflamasına göre 8 olguda (%40) onarım dokusu anormal (Grade III) olarak değerlendirilmiş; 7 olguda ise (%35) iyileşme tamamlanmamış (Stage D) olarak sınıflandırılmıştır[122]. Ayrıca Ferkel ve arkadaşları tarafından yapılan retrospektif bir analizde, drilleme ve abrazyon artroplastisi ile tedavi edilen 50 hastada, ortalama 71 aylık takip sonunda hastaların %34'ünde radyografide artrit derecesinde artış saptanmış; bir alt grupta ise modifiye Weber skorunda %35 oranında düşüş gözlemlenmiştir. Bu bulgular, özellikle fibrokartilaj dokunun zamanla bozulabileceğini ve uzun vadeli sonuçların her zaman stabil kalmayabileceğini ortaya koymaktadır[5].

Sonuç olarak, artroskopik kemik iliği stimülasyonu, küçük boyutlu TOL olguları için teknik olarak basit ve ilk basamak tedavi seçeneği olarak geçerliliğini korumaktadır. Ancak, lezyon boyutuna göre uzun vadeli semptomatik rahatlama sağlayacak kesin sınırlar hâlen net olarak tanımlanamamıştır. Bu nedenle hasta seçimi, lezyon özellikleri ve uzun dönem takip süreci dikkatle planlanmalıdır[14].

2.8.2.2 Hücresiz Çatı İmplantları (Skafold)

Son dönemde doku mühendisliği alanında geliştirilen çatı implantları (skafold) aracılığıyla doku yenilenmesinin desteklenmesi büyük ilgi görmüş ve hem klinik hem de cerrahi uygulamalarda geniş kullanım alanı bulmuştur. Bu yapılar, hyaluronik asit ve kollajen gibi doğal bileşenlerden veya sentetik polimerlerden üretilen, gözenekli, biyobozunur ve biyouyumlu materyallerden oluşur. Scaffold sistemleri, progenitor hücrelerin defekt bölgesine göç etmesine olanak tanıyarak bu hücreler için üç boyutlu bir

iskelet görevi görür ve aynı zamanda mekanik stabilite sağlar. Bu mikroçevre, hücrelerin hedeflenen dokuya dönüşümünü destekleyerek rejeneratif süreci hızlandırır[1].

Kreuz ve Steinwachs'in yürüttüğü prospektif kohort çalışmasında, 85 hastada 36 aylık takip süresi boyunca ICRS ve modifiye Cincinnati skoru kullanılmıştır. Bu çalışmada da 18. aya kadar anlamlı bir iyileşme gözlenirken ($p < 0.0001$), takip eden 18 ay içinde ICRS skorlarında yeniden belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Özellikle 40 yaş üstü hastalarda klinik sonuçlar daha kötü olarak değerlendirilmiştir[123].

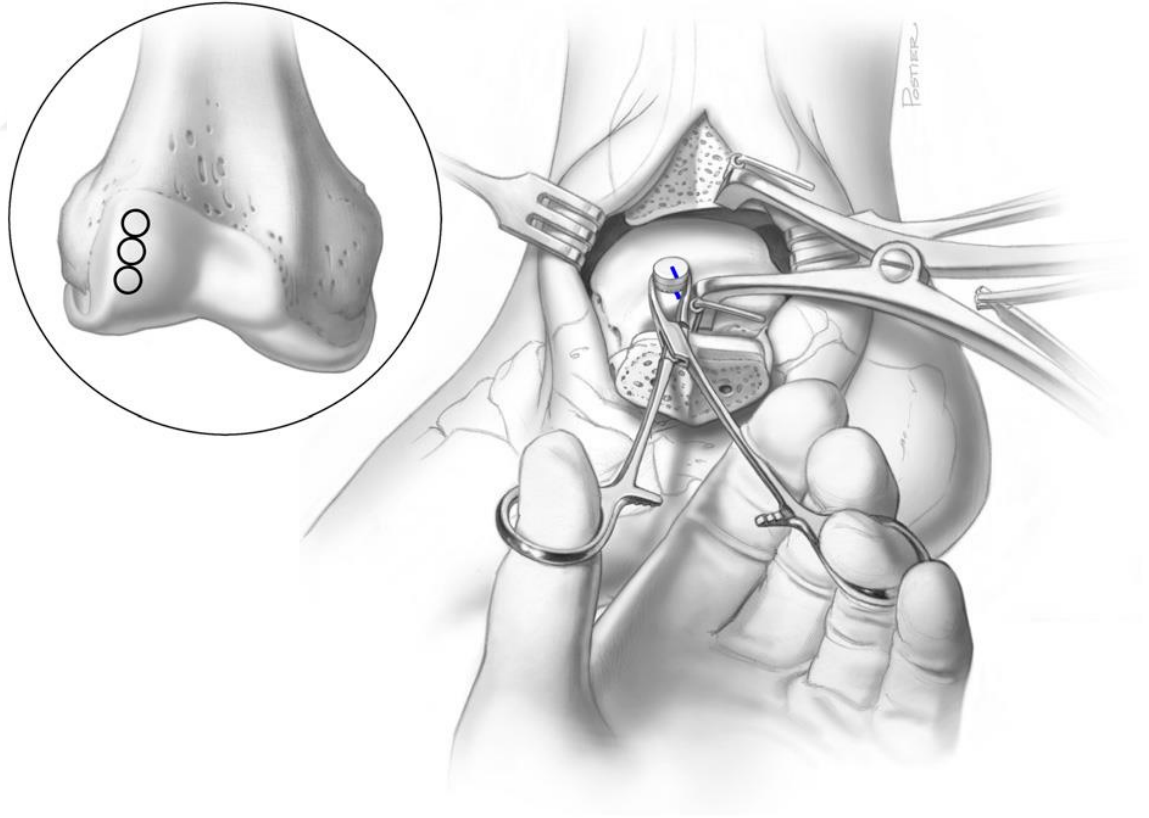
Bu bulgular ışığında, mikrofraktür uygulamasının doku onarımı açısından belirli sınırları bulunduğu ve zamanla etkisinin azaldığı görülmektedir. Bu nedenle özellikle daha büyük lezyonların tedavisi için alternatif yöntemler gündeme gelmiştir. Bu yaklaşımlardan biri olan AMIC (Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis), mikrofraktür sonrası porcine kaynaklı Tip I/III kolajen içerikli çift katmanlı bir membran uygulanmasını içerir. Bu yöntemle kemik iliğinden mobilize edilen mezenkimal kök hücrelerin (hMSC), bu matriks üzerinde tutunarak farklılaşması ve kıkırdak dokusu oluşturması amaçlanmaktadır. Kramer ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, bu yöntemle tedavi edilen 32 hastada, klinik fonksiyonlarda iyileşme, ağrıda azalma ve hasta memnuniyetinde anlamlı düzeltilmeler gözlenmiştir. Ortalama 3.9 cm² (1.0–6.8 cm² aralığında) lezyon boyutuna sahip hastalar, 6 ila 24 ay arası takip edilmiş ve MRG ile defekt bölgesinde iyi dolum saptanmıştır[123].

2.8.2.3 Otojen Osteokondral Transplantasyon (AOT)

Otojen osteokondral transplantasyon, hastanın aynı diz ekleminden alınan silindirik biçimdeki kıkırdak ve kemik greftlerinin talustaki defekt alanına nakledilmesi esasına dayanan bir cerrahi yöntemdir. “Mozaikplasti” olarak adlandırılan uygulama ise, bu tekniğin farklı boyutlardaki dairesel greftlerin yan yana dizilmesiyle gerçekleştirilen özel bir formudur. Bu tedavi yaklaşımı, başlangıçta daha çok büyük kistik lezyonlara sahip vakalarda ya da önceki cerrahi müdahalelerin başarısız olduğu durumlarda tercih edilmiştir. Ancak son yıllarda yapılan bazı araştırmalar, bu yöntemin büyük çaplı birincil lezyonların tedavisinde de etkili olabileceğini ileri sürmektedir. Otojen osteokondral transplantasyonun en önemli avantajı, defektin canlı hiyalin kıkırdakla doğrudan onarılmasını sağlaması ve bu nedenle iki aşamalı cerrahi gereksinimini ortadan kaldırmasıdır[14].

Buna karşılık, greft alma işlemi sırasında donör bölgede sorun yaşanması (donör saha morbiditesi), greft ile alıcı bölge arasında yüzey uyumsuzluğu, greftin kırıkda arayüzünde doğal iyileşme yetisinin sınırlı olması ve bazı durumlarda osteotomi gereksinimi gibi dezavantajları da mevcuttur. Lezyonun yerleşim yerine bağlı olarak, medial malleol, lateral tibia veya fibulada osteotomi yapılması gerekebilir. Bazı cerrahi yaklaşımlarda fibula osteotomisine lateral bağların gevşetilmesi de eşlik edebilir[14].

Donör greftin alıcı bölgeye mümkün olan en uygun anatomik uyumla yerleştirilmesi, yüzey bozulmalarını önlemek açısından büyük önem taşır. Bu konuda yapılan iki deneysel çalışmada, greft yüksekliğinin ayak bileğinde temas basıncına etkisi değerlendirilmiştir. Örneğin, Fansa ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, ipsilateral dizden alınan greft, talusun sentromedial kısmına çevre kırıkda uyumlu olacak şekilde yerleştirilmiş ve altı serbestlik derecesine sahip robotik kol yardımıyla yapılan ölçümlerde, medial talus yüzeyindeki yük dağılımının normal sınırların yalnızca %6 dışına çıktığı gösterilmiştir[124, 125].



Şekil 19: Mozaikoplasti şematize edilmiş görünümü[14]

Otojen osteokondral mozaikoplasti uygulamalarına dair en geniş kapsamlı vaka serilerinden biri Hangody ve çalışma arkadaşları tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada

yer alan 1097 hastanın 98'ine talus bölgesine yönelik müdahale uygulanmış ve bu grubun %93'ünde Hannover Skoru Sistemi temel alınarak iyi ile mükemmel arasında değişen klinik sonuçlar elde edilmiştir. Tüm hasta grubunun yalnızca %3'ünde donör diz bölgesinde uzun dönemli ağrı geliştiği rapor edilmiştir[126]. Kennedy ve Murawski tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, otojen osteokondral transplantasyon geçiren 72 hastanın ortalama 28 aylık takip süreci sonunda fonksiyonel olarak başarılı sonuçlar alındığı gösterilmiştir. Bu hasta grubunda üç kişide (%4) diz bölgesinde donör saha ağrısı tespit edilmiş; ayrıca bir hastada greft uygulanan alanda iki yıl sonra oluşan kistik yapı nedeniyle dekompresyon cerrahisi gerekmiştir[127]. Transplantasyonun fiziksel aktivitelere ve spor yaşamına etkisi de araştırılmıştır. Paul ve arkadaşlarının 131 bireyi kapsayan retrospektif değerlendirmesinde, ortalama 60 ay süren izlem sonunda hastaların spora dönebildiği, ancak özellikle yüksek zorluk içeren veya temaslı sporlarla uğraşan kişilerin aktivite düzeylerinde belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmiştir[128]. Cerrahi erişim sağlamak amacıyla sıkça tercih edilen medial malleol osteotomileri de literatürde yer bulmuştur. Chevron tipi osteotomi uygulanan 62 hastalık bir seride, Lamb ve ekibi, ortalama 34,5 aylık takipte hastaların %94'ünün osteotomi alanında herhangi bir semptom göstermediğini bildirmiştir. Radyografik olarak iyileşme süresi ise genellikle 4 ile 6 hafta arasında saptanmıştır. T2 haritalama temelli MR incelemeleri, osteotomi düzlemindeki derin kıkırdak katmanlarının normal tibial kıkırdakla benzer yapı sergilediğini, ancak yüzeysel katmanların daha çok fibröz kıkırdak özellikleri taşıdığını ortaya koymuştur[129]. Donör saha diz ağrısına yönelik analizlerde ise Paul ve arkadaşları, greftin asemptomatik dizden alındığı 112 olguda ortalama 55 aylık izlem sonunda WOMAC skoru ortalama 5,5, Lysholm skoru ise 89 puan olarak hesaplamıştır[130]. Yüksek beden kitle indeksinin bu skorlar üzerinde olumsuz etki yarattığı vurgulanmıştır. Reddy ve çalışma arkadaşlarının 11 hastalık serisinde ise, yaklaşık 47 aylık takip süreci sonunda ortalama Lysholm skoru 81 olarak rapor edilmiştir. Aynı çalışmada alınan greft sayısının klinik sonuçlar üzerinde belirgin bir etkisi bulunmadığı belirtilmiştir[131].

Sonuç olarak, otojen osteokondral transplantasyon, kısa ve orta vadede klinik açıdan yüz güldürücü sonuçlar sunan bir tedavi seçeneğidir. Tedavi başarısının artırılabilmesi için greftlerin, talusun doğal eklem yüzeyiyle mümkün olan en yüksek uyumu sağlayacak şekilde yerleştirilmesi kritik öneme sahiptir. Gerekli durumlarda talus kubbesine ulaşmak için osteotomi yapılması gerekebilir; ancak mevcut veriler bu işlemin

uzun vadeli sorunlara yol açmadığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, donör saha diz ağrısı bazı hastalarda sorun oluşturabileceğinden, bu durum dikkatle değerlendirilmelidir[14].

2.8.2.4 Osteokondral Allogreft Transplantasyonu (OAT):

Osteokondral allogreft transplantasyonu, talus üzerindeki kıkırdak ve subkondral kemik hasarını onarmak amacıyla, kadavradan alınan canlı hiyalin kıkırdak ve altındaki kemik dokusunun, belirli bir boyut, derinlik ve eğrilik açısına göre hazırlanarak defekt bölgesine nakledilmesi esasına dayanan bir cerrahi yöntemdir. Ayak bileği eklemi, diz eklemine kıyasla daha yüksek bir anatomik uyum gerektirdiği için, yerleştirilecek greftin talusla tam uyumlu olması tedavi başarısı açısından kritik öneme sahiptir[14].

Bu yöntemin belirgin avantajları arasında, hastanın sağlam dizinden greft alınmasına gerek kalmadan canlı hiyalin kıkırdak dokusunun kullanılabilmesi yer alır. Ayrıca, tek bir greft ile büyük hacimli defektlerin onarılabilmesi ve greftin alıcı saha ile boyutsal ve eğrisel uyum içinde şekillendirilebilmesi de önemli üstünlüklerindendir[14].

Bununla birlikte, osteokondral allogreft uygulamasının bazı sınırlayıcı yönleri vardır. Greft hazırlama süreci teknik olarak karmaşıktır, maliyeti yüksektir ve uygun dokuya ulaşmak her zaman mümkün olmayabilir. Ayrıca, teorik olarak enfeksiyon veya hastalık bulaşma riski de dikkate alınmalıdır[14].

Klinik uygulamalarda en sık tercih edilen greft tipi taze allogrefttir. Çünkü dondurulmuş veya kriyoprezervatif yöntemlerle saklanan greftlerde, kondrosit canlılığının azaldığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Taze greftler, kadavradan alındıktan sonra Amerikan Doku Bankaları Birliği'nin (AATB) standartlarına uygun olarak taramadan geçirilir ve 2°C ile 4°C arasında kontrollü sıcaklıkta muhafaza edilir. Ancak zaman geçtikçe kondrositlerin canlılığı azalır. Örneğin, Williams ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, greftin ilk 14 gün boyunca canlı hücre yoğunluğunu koruduğu, ancak 28. gün sonunda bu oranın anlamlı düzeyde (%30 azalma) düştüğü rapor edilmiştir ($p < 0.001$). Bu nedenle, greftin serbest bırakılmasının ardından, cerrahi işlemin mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır[14].

Osteokondral allogreft transplantasyonunun talus osteokondral lezyonlarında kullanımı ile ilgili mevcut literatür oldukça sınırlıdır ve genellikle retrospektif veya prospektif küçük vaka serilerinden oluşmaktadır. Bu yöntem, özellikle büyük hacimli

(>3000 mm³), kistik yapıda ve diğer cerrahi seçeneklere uygun olmayan lezyonlarda önerilmektedir[14]. Raikin tarafından yürütülen prospektif bir çalışmada, büyük hacimli kistik lezyonu olan 15 hastaya taze bulk osteokondral allogreft uygulanmış ve ortalama 44 aylık takip süresi sonunda AOFAS skoru ortalama 38'den 83'e yükselmiştir. VAS ağrı skoru da 8.5'ten 3.3'e gerilemiştir. Ancak, radyolojik incelemelerde 10 ayakta (%67) greftte çökme veya rezorpsiyon, 9 ayakta (%60) eklem aralığında daralma saptanmıştır. Ayrıca iki hastada (%13) ayak bileği artrodezine geçilmesi gerekmiştir[132]. El-Rashidy ve arkadaşları tarafından yapılan retrospektif bir vaka serisinde ise, 38 hastanın ortalama 37.7 ay takip edildiği ve ayak bileği-topuk skoru ortalamasının 52'den 79'a çıktığı bildirilmiştir. Graft yetmezliği (artrodez veya artroplastiye geçiş ihtiyacı) 4 hastada gözlenmiştir. Takipte manyetik rezonans görüntüleme yapılan 15 hastanın yalnızca birinde greft subsidansı ve başarısızlığı saptanmıştır. Ancak 12 hastada (%80) greft bütünleşmesi “orta” veya “kötü” olarak değerlendirilmiş ve MRI'da stabilite kriterlerine göre greftlerin üçte biri “instabil” kabul edilmiştir (örneğin yüksek sinyal çizgileri, fokal defekt, artiküler kırık, komşu kist)[133].

Bu bulgular doğrultusunda, osteokondral allogreft transplantasyonu yalnızca dikkatli hasta seçimiyle uygulanmalıdır. Özellikle konvansiyonel yöntemlere yanıt vermeyen veya ileri düzey kistik lezyonlara sahip hastalarda, daha invaziv ve kalıcı prosedürler (örneğin ayak bileği artrodezi ya da total protez) öncesinde alternatif bir tedavi olarak değerlendirilebilir. Uygun olgularda uygulandığında, bu yöntem ağrının azaltılması ve fonksiyonel iyileşme açısından fayda sağlayabilir[14].

2.8.2.5 Otolog Kondrosit İmplantasyonu (OKİ):

Otojen kondrosit implantasyonu (OKİ), ilk kez 1994 yılında Brittberg ve çalışma arkadaşları tarafından diz eklemesindeki kıkırdak hasarlarını tedavi etmek amacıyla geliştirilen yenilikçi bir cerrahi yöntemdir. Bu tekniğin temel avantajı, hastanın kendi vücudundan elde edilen ve laboratuvar ortamında çoğaltılan canlı kondrositlerin lezyon bölgesine yerleştirilerek, hiyalin benzeri bir onarım dokusu oluşturmalarının hedeflenmesidir. Ancak yöntemin uygulanabilmesi için iki aşamalı bir cerrahi sürecin gerekli olduğu unutulmamalıdır[14, 134].

Talus üzerindeki otojen kondrosit implantasyonu (OKİ) uygulamalarının klinik etkinliği, şimdiye dek yalnızca vaka serileri kapsamında değerlendirilmiştir. Konuyla ilgili en kapsamlı analizlerden biri, Niemeyer ve çalışma arkadaşları tarafından

gerçekleştirilmiş olup, osteokondral talus lezyonlarının tedavisinde OKİ yönteminin etkinliğini inceleyen birinci düzey kanıtları içeren güncel bir meta-analizdir. Bu çalışmada, belirli kriterlere uyan toplam 16 araştırma incelenmiştir. Analiz sonucunda, çalışmaların metodolojik yeterliliğini değerlendiren Coleman Metodoloji Skoru ortalama 65 olarak belirlenmiş, genel klinik başarı oranı ise %89,9 olarak raporlanmıştır. Bu skor, kıkırdak iyileşme çalışmalarının kalitesini değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, araştırmacılar kontrollü ve karşılaştırmalı çalışmaların eksikliği nedeniyle OKİ tekniklerinin diğer kıkırdak onarım yöntemlerine üstünlüğü konusunda net bir yargıya varılamayacağını vurgulamıştır[135].

Sonuç olarak, mevcut literatür OKİ uygulamalarının kısa ve orta vadede etkili olabileceğini gösterse de, bu yöntemin uzun dönem sonuçlarının ve alternatif tedavilerle karşılaştırmalı etkinliğinin daha güçlü kanıtlarla desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır[14].

2.8.2.5.1 Periost-kaplı Teknik:

Birinci nesil otojen kondrosit implantasyonu olarak da bilinen periostla kaplı teknikte, tibianın alt ucundan elde edilen bir periost dokusu, lezyon bölgesine cerrahi olarak dikilir ve bu zarın altına kondrosit süspansiyonu enjekte edilir. Bu yöntemin bazı dezavantajları bulunmaktadır: Cerrahi açıdan uygulanması zorlayıcı olabilir; enjekte edilen hücrelerin farklılaşma özelliklerini kaybetmesi, defekt bölgesine düzensiz yayılması veya dışarı sızması gibi riskler vardır. Ayrıca implantın yerinden ayrılması (delaminasyon) ve periost dokusunda aşırı büyüme (hipertrofi) gibi olumsuzluklar da ortaya çıkabilir[14].

Giannini ve çalışma arkadaşları, periost flebi ile kapatılmış otojen kondrosit implantasyonu yapılan on hastada on yıl süren klinik ve görüntüleme bulgularını değerlendirmiştir. Bu çalışmada, cerrahi öncesi ortalama 37,9 olan AOFAS skoru, operasyon sonrası 92,7 puana kadar yükselmiştir. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ile yapılan takiplerde oluşturulan yeni dokunun hasarlı bölgeyle uyumlu şekilde bütünleştiği belirlenmiştir. Ancak, olguların %20'sinde subkondral ödemin devam ettiği gözlemlenmiştir[136]. Aynı ekipten Battaglia ve arkadaşlarının yürüttüğü bir diğer çalışmada ise artroskopik yolla uygulanan otojen kondrosit implantasyonunun sonuçları sunulmuştur. Ortalama yaşı 35 olan yirmi hastalık seride, beş yıllık takip süresi boyunca

AOFAS skorları 59'dan 84'e yükselmiştir. Ayrıca T2 haritalama yöntemiyle yapılan MRG incelemelerinde, onarım dokusunun lezyon bölgesinin %69'unu kapladığı ve bu dokunun yapısal olarak doğal kıkırdak dokusuna büyük ölçüde benzediği saptanmıştır[137].

2.8.2.5.2 Matriks-İlişkili Teknik:

Matriks destekli otojen kondrosit implantasyonu, ilk nesil tekniklerde karşılaşılan sorunlara çözüm olarak geliştirilmiş ikinci kuşak bir tedavi yöntemidir. Bu yaklaşımda, hastadan elde edilen kondrositler, genellikle biyolojik olarak parçalanabilen Tip I/III kolajen içerikli, domuz kaynaklı bir membran üzerine yerleştirilerek kültüre edilir ve daha sonra lezyon bölgesine uygulanır. Alternatif olarak, Tip I kolajen jeli ya da hiyaluronik asit temelli membranlar gibi farklı matriks türleri de kullanılabilir. Bu yöntemin klasik periost kaplı tekniğe kıyasla başlıca avantajları; periost dokusu alınmasına gerek kalmaması, hücrelerin defekt yüzeyine daha eşit dağılması, artroskopik cerrahiyle uygulanabilir olması ve kültür aşamasının kondrositlerin farklılaşma özelliklerini korumasına katkı sağlamasıdır[14, 138, 139].

Travmatik kökenli talus lezyonlarının tedavisinde matriks destekli otojen kondrosit implantasyonu uygulanan en geniş hasta serilerinden biri, Giannini ve ekibi tarafından rapor edilmiştir. Bu çalışmada 46 hasta yer almakta olup, ortalama 36 aylık takip süresinde hastaların AOFAS skorlarında belirgin bir artış gözlenmiştir. Cerrahi öncesi ortalama 57,2 olan skorlar, müdahale sonrası 89,5'e yükselmiş ve bu bulgular klinik iyileşmenin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, serinin ilk üç hastasında yapılan ikinci artroskopiler ile alınan biyopsi örnekleri, onarılan dokunun mikroskopik olarak hiyalin kıkırdağa benzer nitelikte olduğunu ortaya koymuştur[140]. Benzer şekilde, Magnan ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği başka bir çalışmada, ortalama 2,36 cm² büyüklüğünde lezyona sahip 30 hastaya aynı teknik uygulanmıştır. Ortalama 45 ay süren takip sonucunda AOFAS skorlarının ameliyat öncesi 36,9'dan 83,9'a çıktığı bildirilmiştir. Ancak hastaların sadece yarısı eski spor aktivitelerine dönüş sağlayabilmiştir. Quirbach ve çalışma arkadaşları da, bu tedavi yönteminin etkinliğini T2 ve T2* MRG gevşeme süresi analizleri ile değerlendirmiştir. On iki hastalık seride elde edilen onarım dokusu, kontrol grubundaki sağlıklı kıkırdak ile karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık göstermemiştir[141].

Her ne kadar bu çalışmalar, matriks destekli otojen kondrosit implantasyonunun olumlu sonuçlar verebileceğini gösterse de, özellikle daha önce başarısız tedavi girişimleri geçirmiş hastalarda fonksiyonel kazanımlar sağlansa da, yöntemle ilgili net tedavi algoritmaları geliştirmek için daha fazla yüksek düzeyli çalışmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca bu prosedürün iki ayrı cerrahi aşamadan oluştuğu ve periost alınması gibi bazı cerrahi riskleri içerdiği konusunda hastaların bilgilendirilmesi büyük önem taşımaktadır[14].

2.9 AYAK BİLEK ARTROSKOPİSİ

2.9.1 Anterior Ayak Bilek Artroskopisi

POZİSYONLAMA:

Hasta, ameliyat masasına sırtüstü (supin) pozisyonda yerleştirilir. Topukların masa kenarına gelecek şekilde konumlandırılması, cerrah ve asistanın cerrahi sahaya kolay erişimini sağlar (Şekil 1). Daha sonra uyluk yana doğru açılarak (abduksiyon) diz bükülür ve cerrahın göğsüne yaslanacak şekilde yerleştirilir. Uyluk çevresine 2–3 kat pamuk sargı sarılırken kırıxıklık oluşmamasına özen gösterilir. Steril olmayan turnike, uyluğun proksimal kısmına dairesel olarak yerleştirilir, sıkıca bağlanır ve turnike şişirme cihazına bağlanır. Turnike basıncı genellikle 250 mmHg olarak ayarlanır. Ameliyat edilecek bacak, ayak bileğinden steril olmayan gazlı bezle asılarak bir intravenöz serum askı direğine sabitlenir. Karşı taraf bacak üzerine steril olmayan bir örtü yerleştirilir ve bu örtü ipek bantla sabitlenerek hareketsiz hale getirilir. Cerrahi saha, %2'lik klorheksidin glukonat solüsyonu içeren iki steril aplikatörle dikkatli bir şekilde temizlenir ve en az 3 dakika kuruması beklenir. Cerrah, steril bir asistan yardımıyla, operasyon bacağına altına üç çeyrek örtü yerleştirerek steril alanı oluşturur. Cerrah, dizin üst kısmına üç çeyrek örtüyü (drape) yerleştirir. Ardından, ameliyat edilecek ayağın altına steril mavi bir ameliyathane havlusu yerleştirilir. Ayak bileğinin altından geçirilen gazlı bez, steril Kocher pensi yardımıyla serbest bırakılır ve steril olmayan bir asistana teslim edilir. Cerrahın tercihine bağlı olarak, kuyrukları yukarı bakacak şekilde yapışkanlı “U” örtü uygulanabilir ve ardından bacak üzerine bir elastik sargı geçirilir. Son olarak, bacak, ekstremitte örtüsündeki açıklıktan geçirilerek anestezi uzmanına uzatılır ve intravenöz serum direklerinden destek alınarak sabitlenir. Eğer işlem sırasında 2.7 mm çapında 30 derecelik bir artroskop kullanılacaksa, ayağın üzerine steril yumuşak doku distraktörü

yerleştirilir ve alt ekstremité traksiyona alınır. Traksiyon yapılmadan da işlem başarı ile gerçekleştirilebilir. Son olarak, ayak steril bir destek üzerine kaldırılır. Cerrahi konfor açısından, ameliyat masasının yüksekliği cerrahın tercihiné göre ayarlanır[142].

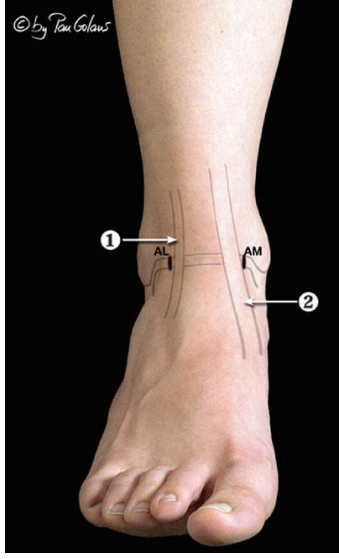
YÜZEY ANATOMİSİ:

Cerrahi girişim sırasında dikkate alınması gereken temel kemik yapılar distal tibia, lateral malleol, ön eklem hattı ve talus olarak sıralanır. Anteromedial portalın oluşturulabilmesi için ilk adım olarak tibialis anterior tendonu ile ön eklem hattı belirlenmelidir. Ayak bileğinin pasif dorsifleksiyonu, bu ön eklem hattının daha rahat palpe edilmesini sağlar. Bu hat, lateral malleol ucunun yaklaşık 2 cm proksimalinde ve medial malleol ucunun yaklaşık 1 cm proksimalinde bulunur. Tibialis anterior tendonunun hemen medialinde yer alan premalleoler çöküntü (yumuşak nokta), portal için uygun giriş noktasıdır. Portal bu yumuşak doku alanına, tendonun hemen medialine yerleştirilir. İşlem sırasında safen ven ve sinirinin zarar görmemesi için dikkatli olunmalıdır, çünkü bu yapılar medial malleolun ön kenarından geçmektedir. Eklem distansiyonu, anterolateral kapsül duvarının dışa doğru bombeleşmesi ve bileğin pasif dorsifleksiyonu ile doğrulanır. Daha sonra, No.11 neşterle yaklaşık 1 cm uzunluğunda dikey bir cilt insizyonu yapılır. Eğer 2.7 mm'lik bir artroskop kullanılacaksa, cilt altı doku ve kapsülü geçmek için bir mosquito klempî kullanılır. Ardından, bilek dorsifleksiyondayken künt bir trokar eklem içine ilerletilir; bu, eklem kıkırdağının iatrojenik hasarını önlemek içindir. Daha sonra artroskop yerleştirilir ve sıvı akışı başlatılır. Başlangıçtaki basınç genellikle 30–40 mmHg arasında ayarlanır. Eklem görüşü yeterliyse, artroskopik görüntü eşliğinde anterolateral porta spinal iğne yerleştirilir. Aynı şekilde, No.11 neşterle 1 cm'lik bir cilt kesisi daha yapılır. Bu esnada, yüzeysel peroneal sinirin dallarının zarar görmemesi için son derece dikkatli olunmalıdır. Anterolateral portalın oluşturulmasında, peroneus tertius tendonu ve eklem hattı temel referans noktalarıdır. Peroneal tendonlar, lateral malleolun hemen arka kısmından geçer. Anterolateral portal, eklem hattı seviyesinde, peroneus tertius tendonunun lateraline yerleştirilmelidir. Bu portalın oluşturulması sırasında, ayak bileğinin anterolateral bölümünden geçen yüzeysel sinir dallarının, özellikle de yüzeysel peroneal sinirin zarar görmemesi önemlidir. Yüzeysel peroneal sinir, fibula ucunun yaklaşık 6.5 cm proksimalinde iki dala (intermediyer dorsal ve medial dorsal kutanöz) ayrılır. Bu sinir, ayak 4. parmağının fleksiyonu ile oluşturulan “Stephens işareti” (ayakta inversiyon ve

plantar fleksiyon) sayesinde daha görünür hale getirilebilir. Genellikle gergin, ip gibi bir yapı şeklinde palpe edilebilir[143-145].



Şekil 20:Yüzeyel peroneal sinirin deri altındaki görülebilir seyri[143].



Şekil 21:Cilt yüzeyinden alınan anatomik işaretler:1: Peroneus tertius tendonu,2: Tibialis anterior tendonu.AL(Anterolateral) ve AM(Anteromedial) portaller[143]

PORTAL YERLEŞİMİ VE TANISAL ARTROSKOPİ:

Steril hazırlık ve örtme işlemleri tamamlandıktan sonra, cerrah steril bir işaretleyici kalem ile anteromedial ve anterolateral portal yerlerini ve yüzeysel peroneal sinir hattını cilt üzerinden belirginleştirir. İlk olarak anteromedial portal açılır çünkü bu portal hem anatomik olarak daha kolay erişilebilir bir konumdadır hem de çevresindeki nörovasküler yapılar açısından daha az risk taşır. Artroskopik değerlendirme her zaman öncelikle anteromedial portaldan başlatılır, ardından anterolateral portal kullanılarak devam edilir. Teorik olarak, tanısal bir ayak bileği artroskopisi; anteromedial portal üzerinden eklem santral ve medial bölümlerinin, ardından anterolateral portal üzerinden santral ve lateral bölgelerin incelenmesini içerir. Ancak pratikte bu işlem nadiren saf tanısal olarak yapılır. Çoğunlukla bony (kemik) veya yumuşak doku patolojilerinin rezeksiyonu da sürece dahil olur. Eklem içindeki bu impingement (sıkışma) yapan yapılar, hem artroskopun manevrasını hem de görüş alanını ciddi şekilde sınırlayabilir. Bu nedenle artroskop ve cerrahi enstrümanların iki portal arasında birçok kez değiştirilmesi gerekebilir. Bu durum, tanısal bir artroskopinin her vakada aynı şekilde ve aynı sırayla uygulanabileceği varsayımını geçersiz kılar.

Artroskopun eklem içerisine yerleştirilmesinden sonra ilk olarak görselleştirilen yapı, talusun merkezindeki artikülasyon yüzeyi ile tibianın tavan kısmı (plafond) arasındaki eklemleşmedir. Tibianın alt ucunda yer alan anterior dudak (tibial lip), sagittal

planda hafifçe öne doğru uzanır ve bu yapı, talusun ön-arka yönünde uzanan medial ve lateral omuzları arasındaki sagittal oluğa oturur. Tibianın ön dudağı, tibial tavanın alt yüzeyinden başlayarak yukarıya ve ön köşeye doğru hiyalin kıkırdak ile kaplıdır. Anterior tibial dudak ile kapsül yansıması arasında yer alan sinovyal reses, sıklıkla tibial osteofitlerin olduğu ve sinovyal ya da kapsüler yapışıklıkların görüldüğü bir bölgedir. Buna karşın osteofitlerin talus boynunda görülme sıklığı daha düşüktür. Eğer bir osteofit tespit edilirse, anterolateral portaldan 3.0 mm'lik bir shaver yerleştirilerek osteofit alanı önce bu aletle temizlenir, ardından 3.0 mm'lik bir burr kullanılarak daha ileri düzeyde debridman yapılır. Bu sırada ve tüm artroskopik inceleme süresince talus veya tibia tavanında mevcut olabilecek osteokondral lezyonlar dikkatle değerlendirilir ve kaydedilir. Sonrasında odak, ayak bileğinin medial köşesine çevrilir; burası tibia ile medial talar kubbe arasındaki eklem yüzeyidir. Tibianın ön artiküler kenarı, lateralden mediale doğru yataydan konveks bir şekle geçerek koronal düzlemde kıvrımlı bir yapı kazanır. Bu anatomik konfigürasyon, talusun osteokondral lezyonlarının ve kemik çıkıntılarının (egzostoz) oluşmasına zemin hazırlar. Harty çentiği adı verilen anatomik yapı, artroskopun medial oluk içerisine ilerlemesini sağlar ve bu geçiş sırasında artiküler kıkırdak yapıya zarar verilmesini önler. Medial oluk, medial talar kubbenin alt kısmından başlayarak deltoid bağa (ligamentum deltoideum) kadar uzanır. Bu alan, talar osteofitlerin sıklıkla görüldüğü yerlerden biridir ve varsa, bu osteofitler cerrahi olarak temizlenmelidir. Ayrıca bu bölgede sıklıkla yoğun fibrotik dokuya rastlanır; bu dokular da shaver veya punch tarzı aletlerle debride edilmelidir. Artroskop, medial oluk üzerinden Harty çentiği boyunca yukarı yönlendirilerek ayak bileğinin anteromerkezine getirilir ve ardından lateral tarafa doğru ilerletilir. Bu bölgede, “trifurkasyon” olarak adlandırılan anatomik yapı incelenir. Trifurkasyon; lateral talar kubbe, fibula ve tibianın distal lateral tavan kısmından oluşur. Bu alan, hem kemik hem de yumuşak doku patolojilerinin sık görüldüğü bir bölgedir. Anterior inferior tibiofibular ligamentin distal fasikülü (AITFLdf), AITFL ile paralel olarak aşağıya doğru uzanır. Bu yapı eklem içi bir formdadır ve anterolateral talar kubbe ile sürekli temas halindedir. Özellikle anterolateral sıkışma sendromu durumlarında sıklıkla hipertrofiye uğrar. Hipertrofik AITFLdf, lateral talar kubbeye sürtünerek komşu artiküler kıkırdakta yıpranmaya neden olabilir. Bu nedenle cerrah, ameliyat sırasında osteokondral lezyonları dikkatle değerlendirmeli ve özellikle manyetik rezonans görüntülemeye (MRG) görünmeyen patolojileri tanımlamalıdır. Hipertrofik AITFLdf yapısının, önce bir shaver ile küçültülmesi

(debulking), ardından bir biter ile daha etkin şekilde çıkarılması önerilir. Bu işlem, kıkırdak dokunun daha fazla zarar görmesini önlemeye yardımcı olur. Trifurkasyon bölgesinde, özellikle kronik lateral ayak bileği instabilitesi bulunan olgularda, sıklıkla sinovit gözlenir. Bu iltihaplı sinovyal doku, shaver ve biter yardımıyla temizlenmelidir. Sonrasında artroskop lateral oluğa yönlendirilir. Lateral oluk, fibulanın eklem yüzeyi ile talusun lateral artikülasyon yüzeyi arasında yer alır ve AITFL ile ATFL arasında aşağıya doğru uzanır. Bu bölge, özellikle kronik lateral ayak bileği instabilitesi bulunan hastalarda skar dokusu oluşumuna eğilimlidir.

Son olarak artroskop yeniden anteromedial portala yerleştirilir, ayak bileği plantar fleksiyona getirilir ve artroskop medial tibial çentiğin içinden geçirilerek talar kubbenin ve tavan tibianın (tibial plafond) santral bölgesi osteokondral lezyonlar açısından değerlendirilir. Öncelikle talar kubbenin sentromedial bölgesi incelenir, ardından artroskop dikkatli bir şekilde laterale yönlendirilerek sırasıyla santral-kompartman ve sentrolateral alanlar değerlendirilir. Ardından ayak bileği, dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon dahil olmak üzere tüm hareket açıklığı içinde hareket ettirilir ve kalan herhangi bir sıkışma (impingement) bulgusu olup olmadığı araştırılır. Eğer hastada talus üzerinde osteokondral bir lezyon mevcutsa ve uygun görülürse, artroskopik olarak ortobiyolojik ajanlar —örneğin ekstrasellüler matriks içeren kıkırdak allogreftleri— lezyon bölgesine uygulanabilir. Ancak bu işlemin eklem içinde sıvı olmaksızın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Trombositten zengin plazma (PRP), konsantre kemik iliği aspiratı ve mikrofragmente yağ dokusu gibi otolog ortobiyolojik ürünlerin artroskopik olarak uygulanması mümkün olmakla birlikte, bu ürünlerin işlem sonunda artroskop çıkarıldıktan sonra ve eklem sıvısı boşaltılmışken anteromedial portal üzerinden enjeksiyon yoluyla uygulanması önerilmektedir. İşlemden standart 2.7 mm veya 4.0 mm çapında bir artroskop kullanılmışsa, portal giriş yerleri naylon sütürlerle kapatılır. İşlem sonrasında hasta, kalın ve yumuşak bir bandajla sarılır.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMANIN ÖZELLİĞİ

Bu araştırma tarafımızca talus osteokondral lezyonu tanısı almış ve kemik iliği stimülasyonu tekniği ile tedavi edilmiş hastaların takiplerinde Ayak ve Ayak bilek Yeterlilik skoru (FAAM), Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak Bileği Derneği (AOFAS), Vizüel Analog Skala (VAS) skorları ile klinik değerlendirmeleri ve görüntüleme yöntemleri ile koorele edilmiş şekilde derinliğin ve lokalizyonun önemini değerlendiren retrospektif bir çalışmadır.

3.2 ARAŞTIRMANIN EVRENİ ÖRNEKLEMİ

Çalışmaya Ocak 2014 ve Mayıs 2023 tarihleri arasında tarafımızca TOL tanısı almış ve kemik iliği stimülasyonu ile tedavi edilmiş 18-65 yaş arası hastalar alınmıştır. Tarafımızca toplam 90 hasta bulunmuş olup bunların 15 tanesi şehir dışında olması sebebiyle 11 tanesinin takiplerinde kaybolması ile ve 5 tanesinin ise gönüllü olmaması sebebiyle çalışmadan çıkarılmıştır. Bunlar çıkarıldığında toplam 59 hasta bulunmuştur. Hastalar sonrasında polikliniğe davet edilmiş ve tarafımızca hastaların fizik muayeneleri yapılmış ve klinik skorları sorgulanmıştır. Direkt grafi, BT ve MRG görüntüleme yöntemleri ile preop lezyon boyutları ölçülmüş sonrasında poliklinik başvurusunda bu görüntülemeleri tekrarlanıp lezyon boyutlarının ilerlemesi veya iyileşme durumları gözlemlenmiştir.

Polikliniğe başvuran hastaların değerlendirilmesi 10 yıllık ayak-ayak bileği cerrahı ve bir kıdemli asistan tarafında yapılmış, skorlamaları doldurulmuştur. Araştırmanın amacı ve uygulanması Sağlık Bilimleri Üniversitesi Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik kurulu tarafından karar no 89-2024 ile 31.10.2024 tarihinde uygun bulunmuştur.

3.3 ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLME VE HARIÇ TUTULMA KRİTERLERİ

3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Katılımcıların çalışmaya katılmaya gönüllü olması
- 18-65 yaş aralığında olması

- En az 12 ay takip olması
- Lezyon alanının 1,5cm²'den küçük olması
- Kemik iliği stimülasyonu (KİS) ile tedavi edilen hastalar

3.1.2 Çalışmadan Hariç Tutulma Kriterleri

- 18 yaşından küçük 65 yaşından büyük olması
- 12 aydan daha az takip olması
- Lezyon alanının 1.5cm²'den büyük olması
- KİS dışında başka bir tedavi uygulanmış olması
- Daha önceden ayak bileği ile ilgili bir operasyonu olması
- Ameliyat öncesi ve sonrasında yetersiz tetkiki ve takibi olması
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmayanlar ve ulaşılamayan hastalar

3.3 FİZİK MUAYENE

Fizik muayene yalnızca hekim, yardımcı sağlık personeli, hasta ve gerek duyulması durumunda hasta yakınının bulunduğu mahrem bir ortamda gerçekleştirildi. Muayene öncesinde tüm hastalara çalışmanın içeriği hakkında bilgilendirme yapıldı ve gönüllü onamları alındı. Muayene sırasında hastalar, her iki alt ekstremitayı değerlendirmeye olanak sağlayacak şekilde, yalnızca iç çamaşır kalacak biçimde soyundu. Ayakların hizalanması, hastanın her iki ayağı üzerinde eşit ağırlık taşıdığı pozisyonda inspeksiyon yöntemiyle değerlendirildi. Ayak bileği ekleminin hareket açıklığı tüm düzlemlerde sistematik olarak incelendi ve bu ölçümlerde gonyometreden yararlanıldı. Eklem stabilitesine ilişkin değerlendirmeler; ön çekmece testi, inversiyon ve eversiyon stres testleri kullanılarak yapıldı ve bulgular karşı taraf ayak bileği ile kıyaslandı. Bu son değerlendirme sırasında elde edilen fizik muayene bulguları da sistematik biçimde kayıt altına alındı.

3.4 RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Ameliyat öncesinde hastaların yük altında ayak bilekği AP ve Lateral grafileri ile Mortis grafileri değerlendirilmiştir. Berndt ve Harty sınıflaması yapılmıştır. Hastaların ayak bilek BT'leri incelenip hastaların Ferkel sınıflandırılması yapılmıştır. Hastaların lezyonları kontrastsız MRG ile incelenip Hepple sınıflandırılması yapılmıştır. Bu tetkiklerde eksiklikleri olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir

Poliklinik kontrolüne geldiğinde bu radyolojik görüntülemeler tekrardan incelenmiş ve sınıflandırması yapılmıştır.

3.5 KLİNİK DEĞERLENDİRME

Hastaların ameliyat sonrası fonksiyonel ve klinik durumlarını değerlendirmek amacıyla Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak Bileği Derneği (AOFAS) ve Ayak ve Ayak bilek Yeterlilik skoru (FAAM) kullanılmıştır. AOFAS ağrı, fonksiyon ve anatomik dizilim olmak üzere üç alt başlıktan oluşmakta olup, toplamda 100 puan üzerinden hesaplanmaktadır[146]. FAAM günlük yaşam aktiviteleri için 21 maddelik ölçekten oluşur. Bu ölçek, bireyin fonksiyonel kapasitesini geniş bir yelpazede değerlendirme imkânı sunar. Verilen cevaplar sonrası tarafımıza bir yüzdelik sonuç verir. Geçerlilik açısından test içeriği, yapısal tutarlılık, puan kararlılığı ve değişime duyarlılık yönlerinden yeterli kanıt sağlanmıştır[147]. Ayrıca, ağrı düzeyini belirlemek için hastalara son kontrol ziyaretlerinde ameliyat öncesi ve sonrası dönemi kapsayacak şekilde 10 puanlık Vizüel Analog Skala (VAS) uygulanmıştır.

3.6 CERRAHİ TEKNİK

3.6.1 Kemik İliği Stimülasyonu (KİS)

Cerrahi işlem için hasta sırtüstü pozisyonda ameliyat masasına yerleştirilir; topukların masa kenarına yakın konumlandırılması, cerrahın operasyon sahasına rahat erişimini sağlar. Uyluk abduksiyona getirilerek diz bükülür ve cerrahın gövdesine yaslanacak şekilde pozisyonlanır. Uyluk çevresi pamuk sargıyla sarılır ve turnike yerleştirilerek genellikle 250 mmHg basınçla şişirilir Cerrahi bölge antiseptik solüsyonla temizlenir ve steril örtüler yerleştirilerek operasyon alanı hazırlanır. Gerekirse yapışkanlı U örtü ve elastik sargı (stockinette) uygulanır[142].

Anteromedial ve anterolateral artroskopik girişler standart tekniklerle açılır. İşleminde genellikle 2.7 mm çapında, 11 cm uzunluğunda artroskop ve 4.5–5.5 mm çapında bonecutter shaver kullanılır. Lezyonun konumuna bağlı olarak, artroskop ve cerrahi aletler uygun portalden yerleştirilir: anteromedial lezyonlar için artroskop anterolateral portalden, aletler anteromedial portalden; anterolateral lezyonlarda ise tersi uygulanır[148].

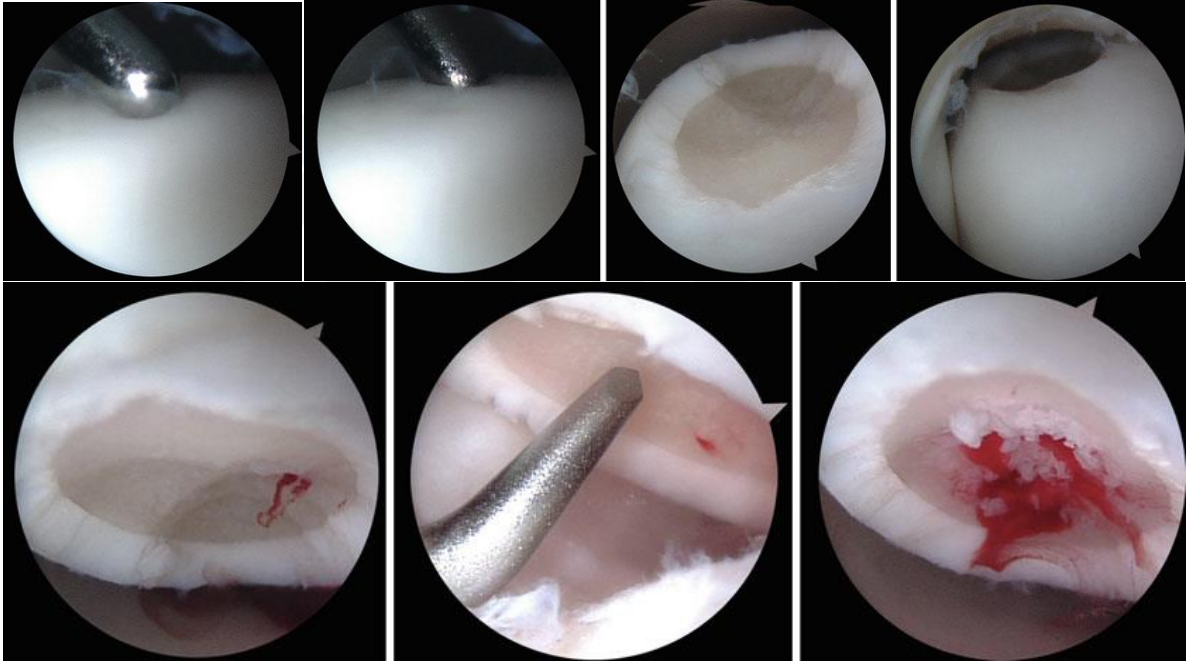
Ekleminde osteofit varsa, osteotom, burr veya bone cutter ile temizlenir. Lezyon bölgesindeki sinovit, ayak dorsifleksiyon pozisyonundayken shaver ile çıkarılır. Temizlik sonrası plantar fleksiyon pozisyonunda osteofit ve sinovit temizliğinin yeterliliği kontrol edilir. Eğer lezyon hâlâ net görülemiyorsa, ilave sinovektomi yapılır. Temizlik tamamlandığında, zorlanmış plantar fleksiyon pozisyonunda lezyon bir prob yardımıyla hissedilerek değerlendirilir[148].

Eğer osteokondral lezyon posterior bölgede yer alıyorsa, cerrahi müdahale sırasında tam plantar fleksiyon pozisyonu gereklidir. Eklemde bir miktar gevşek olması, görüş alanını genişletir ve bu aşamada yumuşak doku distraktörü kullanılır. Lezyon, prob yardımıyla hem palpe edilmeli hem de mümkünse görsel olarak değerlendirilmelidir; ön kısmı kaldırılabilirse bu da sağlanmalıdır. Uygun durumlarda 4.5 veya 5.5 mm'lik bonecutter shaver defekt bölgesine yerleştirilir. Eğer lezyonun sınırları net değilse, öncelikle spinal iğne ile kemiğin altındaki defektin yeri belirlenebilir. Lezyonun boyutu veya yönü konusunda şüphe varsa, artroskop karşı portalden (örneğin anteromedial bir lezyon için anteromedial portalden) yerleştirilerek debridman işleminin yeterliliği kontrol edilir. Ardından artroskop diğer portala alınır ve debridman işlemi shaver veya küçük bir küret yardımıyla devam ettirilir. Bu aşamada ölü kemik dokusu ve sağlam olmayan kıkırdak tamamen temizlenmelidir. İşlemin her adımında portal değiştirilerek temizlik kontrolü sağlanır[148].

Tam ve titiz bir debridman ile tüm gevşek doku parçaları temizlenebilir. Bu işlem sırasında hem artroskop hem de cerrahi aletlerin yerleştirilmesi, ayak bileği tam dorsifleksiyon pozisyonundayken yapılır; bu sayede iatrojenik kıkırdak hasarı önlenmiş olur. Debridman tamamlandıktan sonra, sklerotik alan mikrokırık veya 1.4 mm'lik K-teli ile çoklu delikler açılarak delinmelidir. K-teli esnek yapısı sayesinde avantaj sağlar.. Ayrıca mikrokırık seti kullanılarak yapılan mikrokırık tekniği, ulaşılması zor açılarda

çalışmayı mümkün kılar. İşlem sırasında mutlaka kalsifiye bölgenin de delinerek geçildiğinden emin olunmalıdır[148].

Çoğu cerrah, kemiğe giriş yapmak için mikrokirik probunu tercih eder. Bu amaçla, farklı açılarda tasarlanmış kondro pikleri kullanıma sunulmuştur. Piklerin uç kısmında bulunan lazer işareti, deliklerin ne kadar derin olduğunu belirlemeye yardımcı olur. Özellikle eğimli uçlara sahip modeller, talusun arka bölgesindeki osteokondral lezyonlara ulaşımı kolaylaştırır. Yoğun subkondral kemik dokusuna ulaşmak amacıyla 65 veya 90 derecelik açılara sahip piklerin çekiç yardımıyla ilerletilebilmesi için özel destek aparatları da mevcuttur[148].



Şekil 22:KİS artroskopik görüntüsü[148]

3.7 REHABİLİTASYON

Artroskopik debridman ve delme işlemlerinden sonra hastalara aktif plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon egzersizleri önerildi. İlk 6 hafta boyunca yük vermemesi söylendi. Altı haftanın ardından yük verilmesine izin verilir. Düz zeminde koşuya genellikle 12. haftadan itibaren başlandı. Normal günlük aktiviteler ile spor aktivitelerine tam dönüş ise genellikle ameliyattan 4 ila 6 ay sonra yapabileceği söylendi.

3.8 İSTATİSTİK

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı kolmogorov simirnov, shapiro-wilk test ile ölçüldü. Dağılımı normal olan nicel bağımsız verilerin analizinde bağımsız örneklem t test kullanıldı. Dağılımı normal olmayan nicel bağımsız verilerin analizinde mann-whitney u test kullanıldı. Bağımlı nicel verilerin analizinde wilcoxon testi kullanıldı. Bağımlı nitel verilerin analizinde MC Nemar testi kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde ki-kare test, ki-kare test koşulları sağlanmadığında fischer test kullanıldı. Analizlerde SPSS 28.0 programı kullanılmıştır.



4. BULGULAR

Tablo 1: Genel Bilgiler-1

		Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%	
Yaş		16.0 - 65.0	40.0	37.9 ± 12.4	
Cinsiyet	Kadın			25	42.4%
	Erkek			34	57.6%
Taraf	Right			36	61.0%
	Left			23	39.0%
Semptom Başlangıcından Ameliyata Kadar Geçen Süre (Ay)		2.0 - 24.0	10.0	10.1 ± 3.2	
Ameliyat öncesi enjeksiyon yapıldı mı?	(-)			38	64.4%
	(+)			21	35.6%
Berndt Evresi	I			21	35.6%
	II			35	59.3%
	III			2	3.4%
	IV			1	1.7%
Ferkel Evresi	IIa			37	62.7%
	IIb			2	3.4%
	III			19	32.2%
	IV			1	1.7%
Hepple Evresi	IIa			33	55.9%
	III			19	32.2%
	V			7	11.9%
FAAM Skoru		63.0 - 95.0	90.0	84.5 ± 9.2	
İyi-Çok İyi				36	61.0%
Orta-İdare Eder				20	33.9%
Kötü				3	5.1%
AOFAS Skoru		55.0 - 90.0	90.0	83.0 ± 9.8	
İyi-Çok İyi				42	71.2%
Orta-İdare Eder				17	28.8%
Kötü				0	0%
VAS Skoru		1.0 - 7.0	1.0	2.6 ± 2.1	

Tablo 2: Genel Bilgiler-2

	Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%
<i>Lezyon Lokasyonu</i>			
1			29 49.2%
3			2 3.4%
4			38 64.4%
5			2 3.4%
6			2 3.4%
7			15 25.4%
Lezyon Koronal Planda Uzunluk (mm)	5.0 - 12.0	9.0	8.7 ± 1.5
Lezyon Sagital Planda Uzunluk (mm)	7.5 - 17.0	12.0	12.0 ± 1.9
Lezyon Derinlik (mm)	4.2 - 9.4	6.1	6.5 ± 1.2
Preopa Göre İyileşme (-)			17 28.8%
(AOFAS'a göre) (+)			42 71.2
Takip Süresi (Ay)	24.0 - 84.0	36.0	36.6 ± 16.3
Lezyon Alanı	41.3 - 148.1	102.0	105.6 ± 25.6
Lezyon Hacmi	173.3 - 1294.6	643.0	701.2 ± 250.1

Hastaların takip süresi ort. 36.6 aydır.

Literatürle uyumlu olarak başarılı ve başarısız gruplar AOFAS skorlarına göre 90 ve üzeri iyi-çok iyi başarılı,0-55 ve 55-90 kötü ve orta idare eder kısımları ise başarısız olarak kabul edildi[146].

Başarılı olan grupta hastaların yaşı başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. Başarılı ve başarısız olan gruplar arasında cinsiyet dağılımı anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 3)

Başarılı ve başarısız olan gruplar arasında taraf anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 3)

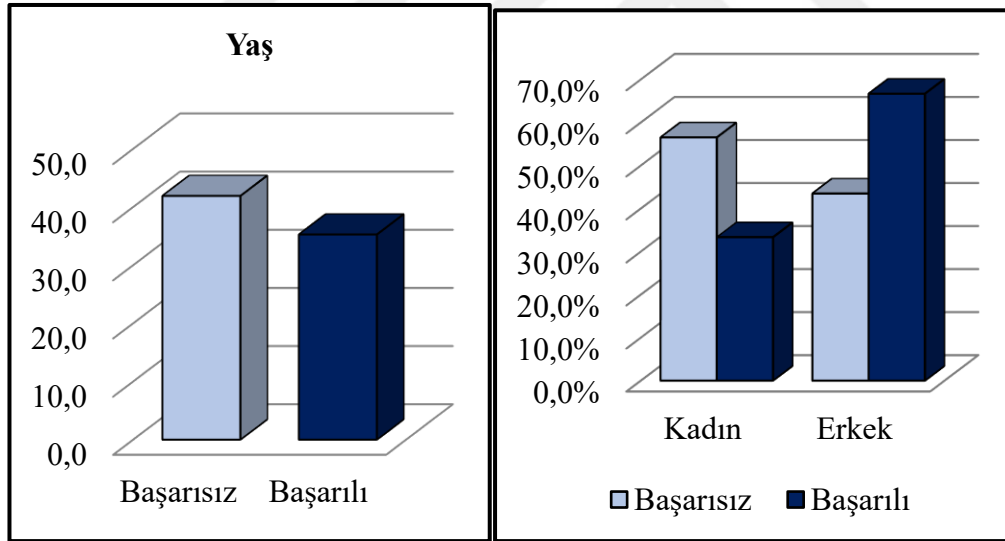
Başarılı ve başarısız olan gruplar arasında semptom başlangıcından ameliyata kadar geçen süre anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. Başarılı ve başarısız olan gruplar arasında daha önce tedavi alma oranı anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 3)

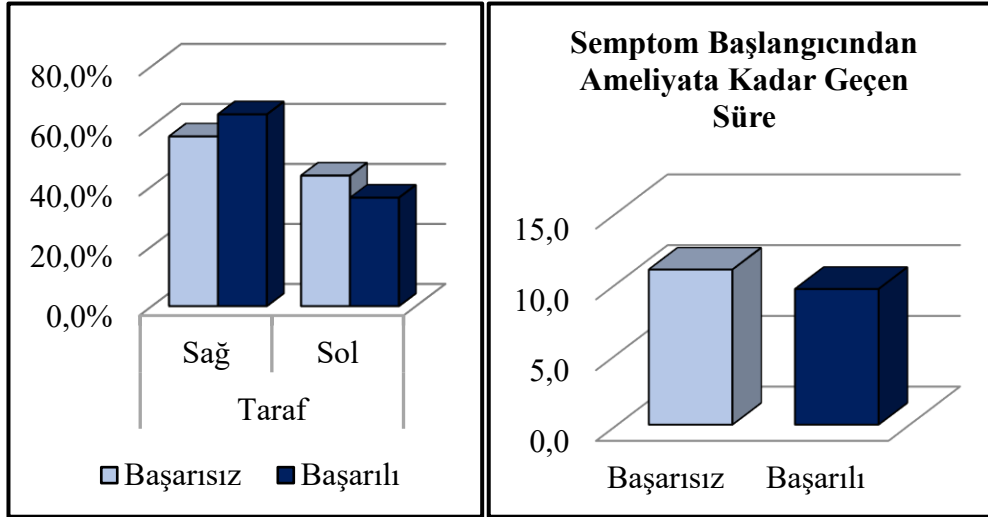
Lezyon lokasyonları en çok zon 4 de görülmüştür. Lezyon oranlarının yüzdeleri toplamının %100 den fazla olmasının sebepleri lezyonların bir kısmının birden fazla alan kaplamasından dolayıdır.

Tablo 3: Epidemiyolojik Analizler

		Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
		Ort. ± ss/n-%	Medyan	Ort. ± ss/n-%	Medyan	
Yaş		41.9 ± 9.9	42.0	35.3 ± 13.2	33.0	0.044 ^t
Cinsiyet	Kadın	13	56.5%	12	33.3%	0.079 ^{X²}
	Erkek	10	43.5%	24	66.7%	
Taraf	Sağ	13	56.5%	23	63.9%	0.571 ^{X²}
	Sol	10	43.5%	13	36.1%	
Semptom Baş. Ameliyata Kadar Geçen Süre (Ay)		11.0 ± 3.7	10.0	9.6 ± 2.8	9.0	0.141 ^m
Ameliyat öncesi enjeksiyon yapıldı mı?	(-)	14	60.9%	24	66.7%	0.650 ^{X²}
	(+)	9	39.1%	12	33.3%	

^t Bağımsız örneklem t test / ^m Mann-whitney u test / ^{X²} Ki-kare test





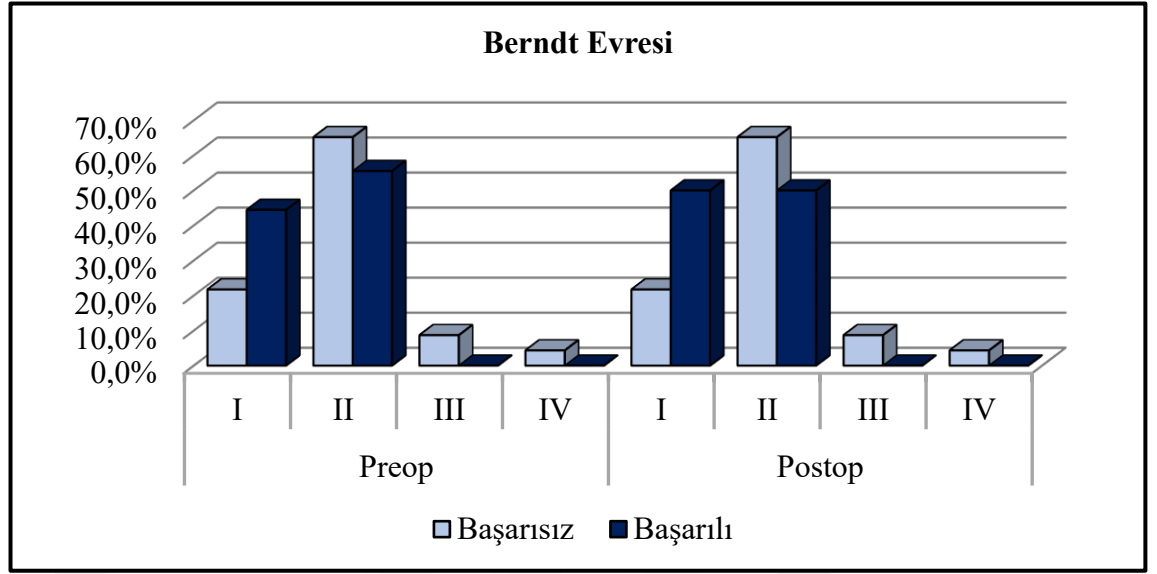
Başarılı ve başarısız olan gruplar arasında preop Berndt evresi anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. Başarılı olan grupta postop Berndt evresi başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 4)

Başarısız olan grupta postop Berndt evresi preopa göre anlamlı ($p>0.05$) değişim göstermemiştir. Başarılı olan grupta postop Berndt evresi preopa göre anlamlı ($p>0.05$) değişim göstermemiştir. (Tablo 4)

Tablo 4: Berndt Evresi

		Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
		n	%	n	%	
Berndt Evresi						
Preop	I	5	21.7%	16	44.4%	0.076 ^{X²}
	II	15	65.2%	20	55.6%	
	III	2	8.7%	0	0.0%	
	IV	1	4.3%	0	0.0%	
Postop	I	5	21.7%	18	50.0%	0.030 ^{X²}
	II	15	65.2%	18	50.0%	
	III	2	8.7%	0	0.0%	
	IV	1	4.3%	0	0.0%	
<i>Grup İçi Değişim p</i>		1.000 ^N		0.500 ^N		

^{X²} Ki-kare test / ^N MC Nemar test



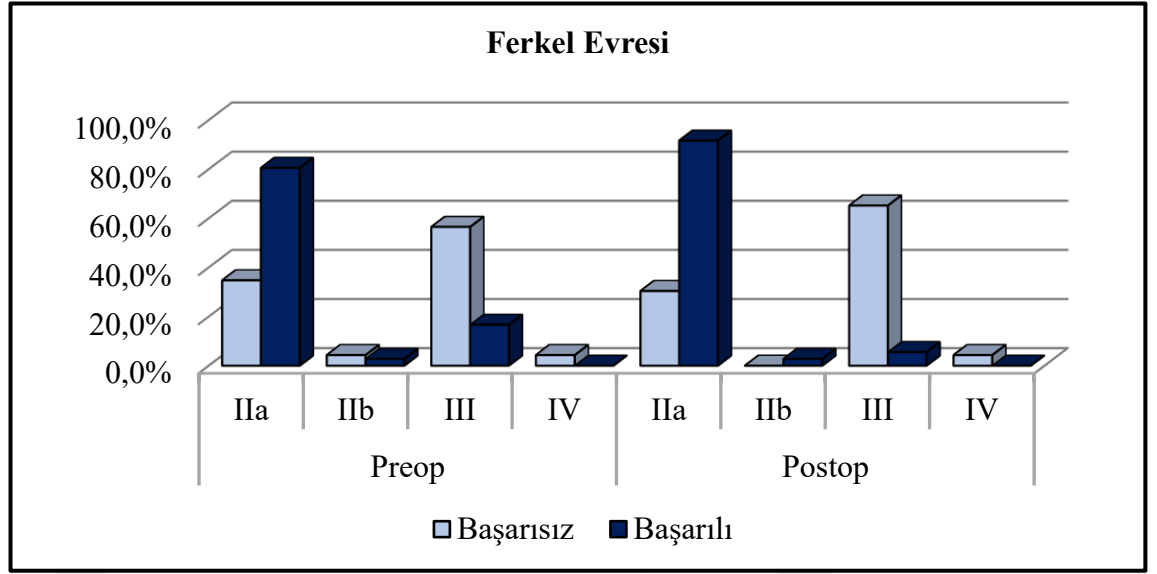
Başarılı olan grupta preop, postop Ferkel evresi başarısız olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 5)

Başarısız olan grupta postop Ferkel evresi preopa göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Başarılı olan grupta postop Ferkel evresi preopa göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. (Tablo 5)

Tablo 5: Ferkel Evresi

		Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
		n	%	n	%	
<i>Ferkel Evresi</i>						
Preop	IIa	8	34.8%	29	80.6%	<i>0.000</i> X ²
	IIb	1	4.3%	1	2.8%	
	III	13	56.5%	6	16.7%	
	IV	1	4.3%	0	0.0%	
Postop	IIa	7	30.4%	33	91.7%	<i>0.000</i> X ²
	IIb	0	0.0%	1	2.8%	
	III	15	65.2%	2	5.6%	
	IV	1	4.3%	0	0.0%	
<i>Grup İçi Değişim p</i>		0.500 ^N		0.125 ^N		

^{X²} Ki-kare test ^{/N} MC Nemar test



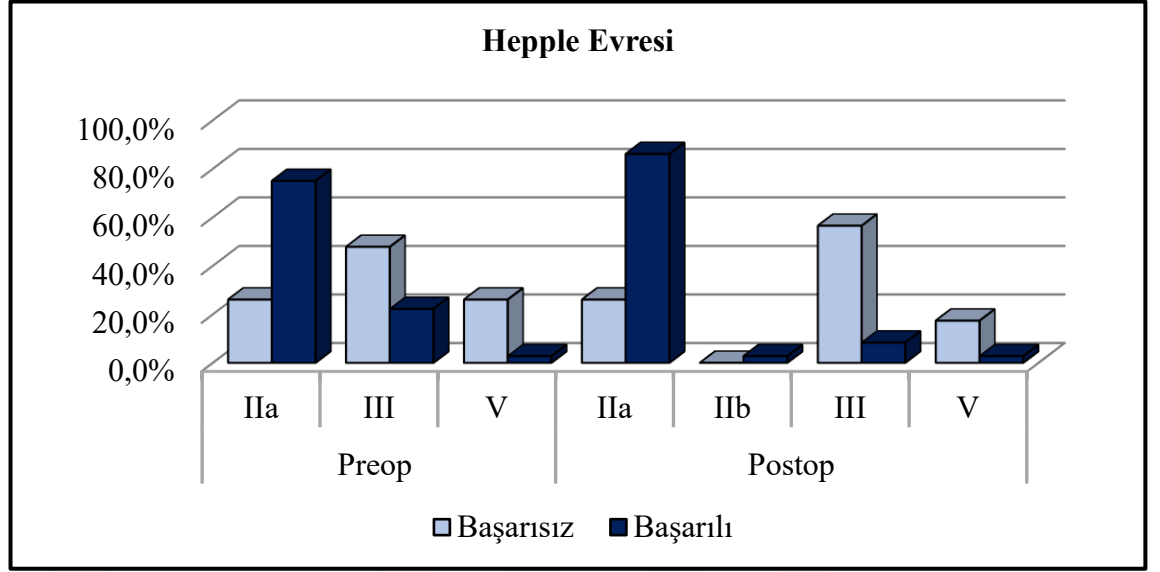
Başarılı olan grupta preop, postop Hepple evresi başarısız olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 6)

Başarısız olan grupta postop Hepple evresi preopa göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. Başarılı olan grupta postop Hepple evresi preopa göre anlamlı ($p > 0.05$) değişim göstermemiştir. (Tablo 6)

Tablo 6: Hepple Evresi

		Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
		n	%	n	%	
<i>Hepple Evresi</i>						0.000 ^{X²}
Preop	IIa	6	26.1%	27	75.0%	
	III	11	47.8%	8	22.2%	
	V	6	26.1%	1	2.8%	
Postop	IIa	6	26.1%	31	86.1%	0.000 ^{X²}
	IIb	0	0.0%	1	2.8%	
	III	13	56.5%	3	8.3%	
	V	4	17.4%	1	2.8%	
<i>Grup İçi Değişim p</i>		1.000 ^N		0.063 ^N		

^{X²} Ki-kare test / ^N MC Neman test



Başarılı olan grupta I'de lezyon oranı başarısız olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 7)

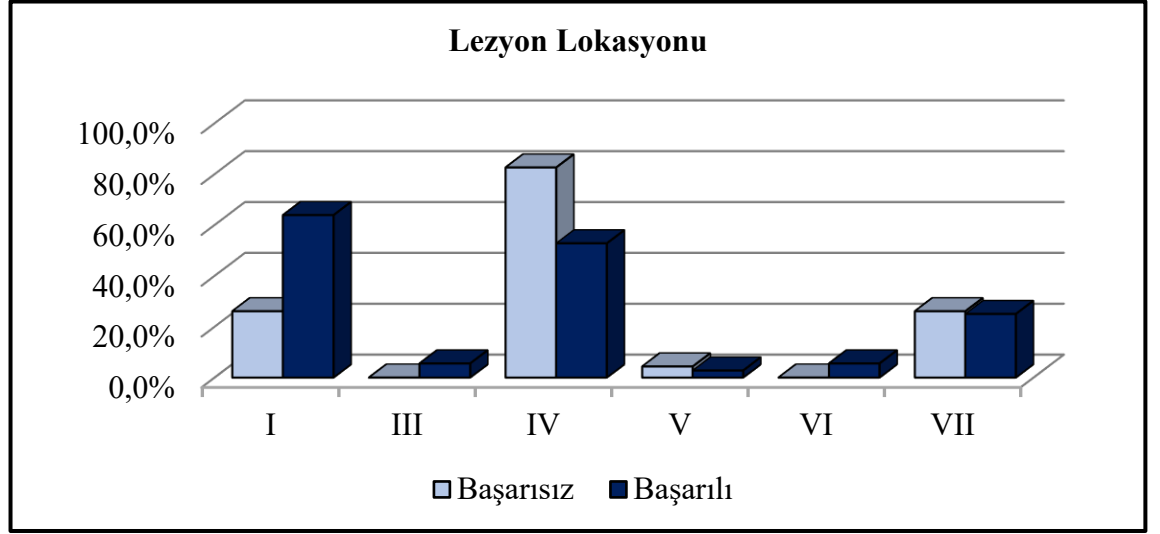
Başarılı olan grupta IV'de lezyon oranı başarısız olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 7)

Başarılı ve başarısız olan gruplar arasında III, V, VI ve VII' de lezyon oranı anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 7)

Tablo 7: Lokasyon Analizleri

	Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
	n	%	n	%	
<i>Lezyon Lokasyonu</i>					
I	6	26.1%	23	63.9%	0.005 ^{X²}
III	0	0.0%	2	5.6%	0.516 ^{X²}
IV	19	82.6%	19	52.8%	0.020 ^{X²}
V	1	4.3%	1	2.8%	1.000 ^{X²}
VI	0	0.0%	2	5.6%	0.516 ^{X²}
VII	6	26.1%	9	25.0%	0.925 ^{X²}

^{X²} Ki-kare test (Fischer test)



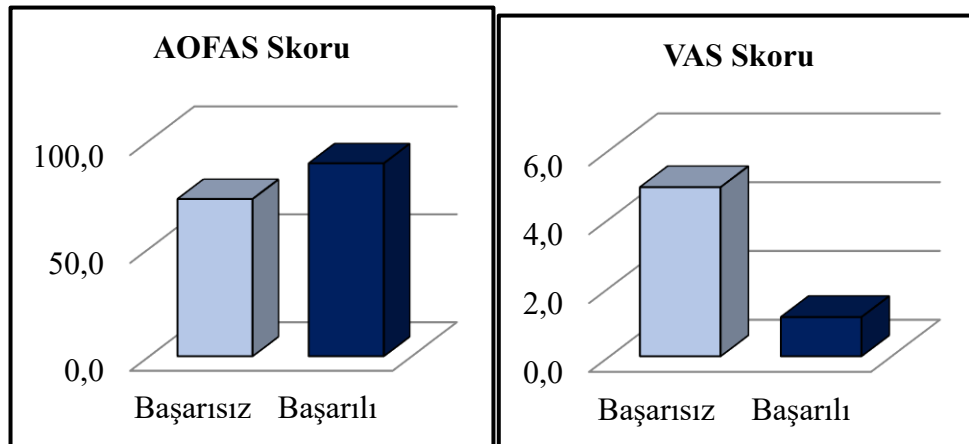
Başarılı olan grupta AOFAS skoru başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Başarılı olan grupta AOFAS skoru iyi-çok iyi olanların oranı başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 8)

Başarılı olan grupta VAS skoru başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 8)

Tablo 8 :Skorlamaların Analizleri

	Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
	Ort.±ss/n-%	Medyan	Ort.±ss/n-%	Medyan	
AOFAS Skoru	72.9 ± 8.7	70.0	89.4 ± 1.6	90.0	0.000 ^m
İyi-Çok İyi	6 26.1%		36 100%		0.000 ^{X²}
Orta-İdare Eder	17 73.9%		0 0.0%		
VAS Skoru	4.9 ± 1.7	6.0	1.1 ± 0.4	1.0	0.000 ^m

^m Mann-whitney u test / ^{X²} Ki-kare test



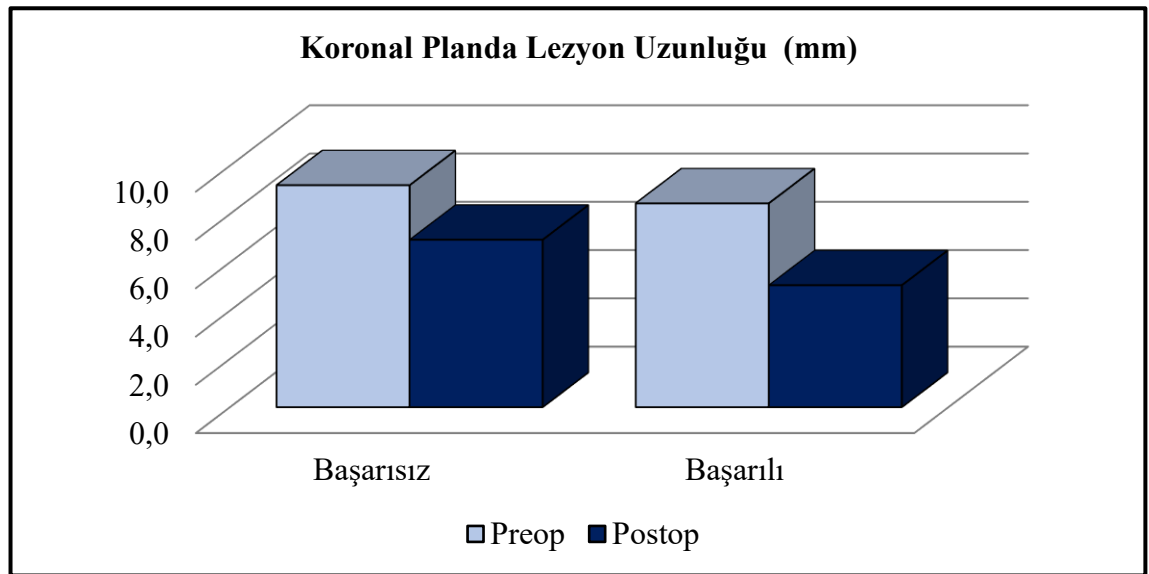
Başarılı ve başarısız olan gruplar arasında preop koronal planda lezyon uzunluğu anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. Başarılı olan grupta postop koronal planda lezyon uzunluğu başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 9)

Başarısız olan grupta postop koronal planda lezyon uzunluğu preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta postop koronal planda lezyon uzunluğu preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta preop/postop koronal planda lezyon uzunluğundaki düşüş başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 9)

Tablo 9: Koronal Planda Uzunluk Analizleri

	Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
Koronal Planda Lezyon Uzunluğu					
Preop	9.2 ± 1.3	9.0	8.4 ± 1.5	8.5	0.075 ^m
Postop	6.9 ± 1.5	7.0	5.1 ± 1.4	5.1	0.000 ^m
Değişim	-2.3 ± 1.1	-2.0	-3.4 ± 1.2	-3.4	0.001 ^m
Preop/Postop					
Grup İçi Değişim	0.000 ^w		0.000 ^w		
p					

^m Mann-whitney u test / ^w Wilcoxon test



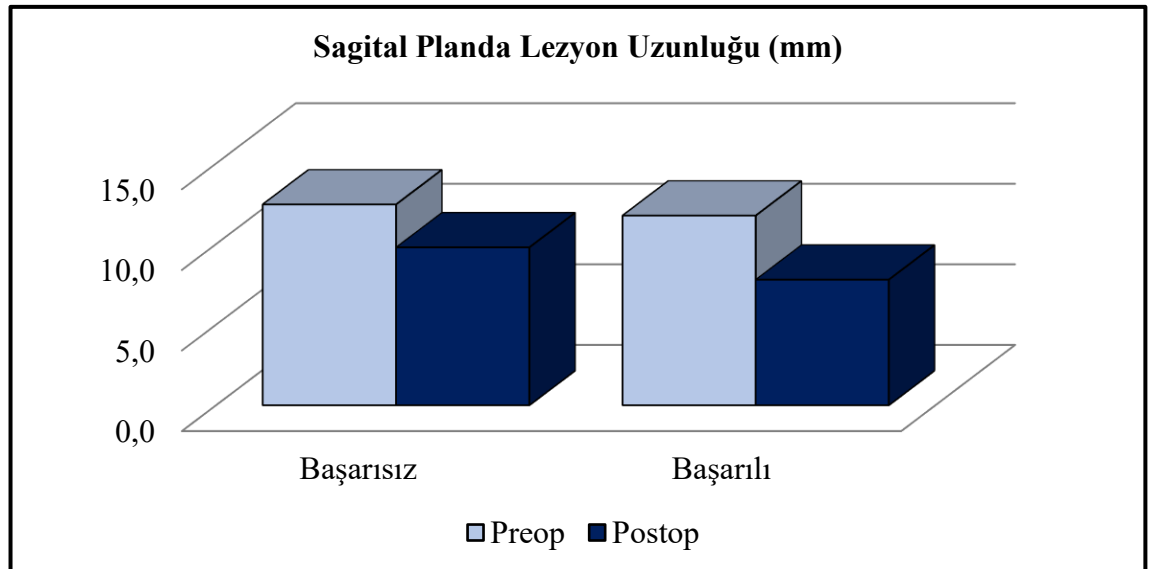
Başarılı ve başarısız olan gruplar arasında preop sagittal planda lezyon uzunluğu anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. Başarılı olan grupta postop sagittal planda lezyon uzunluğu başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 10)

Başarısız olan grupta postop sagittal planda lezyon uzunluğu preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta postop sagittal planda lezyon uzunluğu preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta preop/postop sagittal planda lezyon uzunluğundaki düşüş başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 10)

Tablo 10: Sagittal Planda Uzunluk Analizleri

	Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
<i>Sagittal Planda Lezyon Uzunluğu</i>					
Preop	12.5 ± 1.9	12.0	11.8 ± 1.9	12.0	0.283 ^m
Postop	9.8 ± 2.3	9.7	7.8 ± 2.1	7.8	0.002 ^m
Preop/Postop Değişim	-2.7 ± 1.0	-2.5	-4.0 ± 1.4	-4.0	0.000 ^m
<i>Grup İçi Değişim p</i>	0.000 ^w		0.000 ^w		

^m Mann-whitney u test / ^w Wilcoxon test



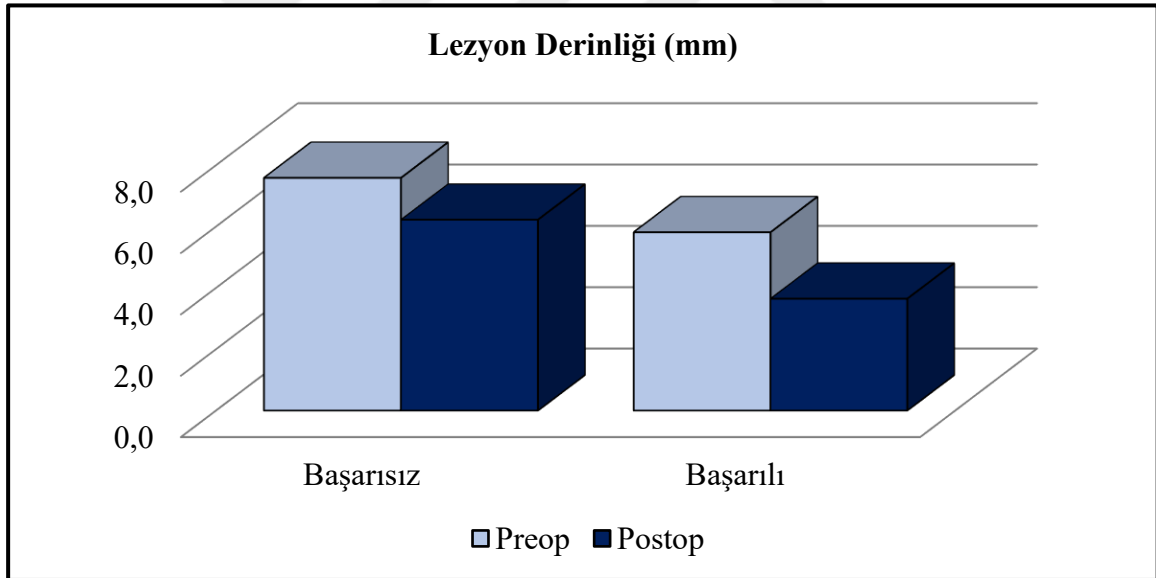
Başarılı olan grupta preop, postop lezyon derinliği başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 11)

Başarısız olan grupta postop lezyon derinliği preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta postop lezyon derinliği preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta preop/postop lezyon derinliğindeki düşüş başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 11)

Tablo 11: Lezyon Derinliği Analizleri

	Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
Lezyon Derinliği (mm)					
Preop	7.6 ± 1.2	7.9	5.8 ± 0.5	6.0	0.000 ^m
Postop	6.2 ± 1.6	7.0	3.6 ± 0.8	3.6	0.000 ^m
Preop/Postop Değişim	-1.4 ± 0.7	-1.2	-2.2 ± 0.6	-2.2	0.000 ^m
Grup İçi Değişim p	0.000 ^w		0.000 ^w		

^m Mann-whitney u test / ^w Wilcoxon test



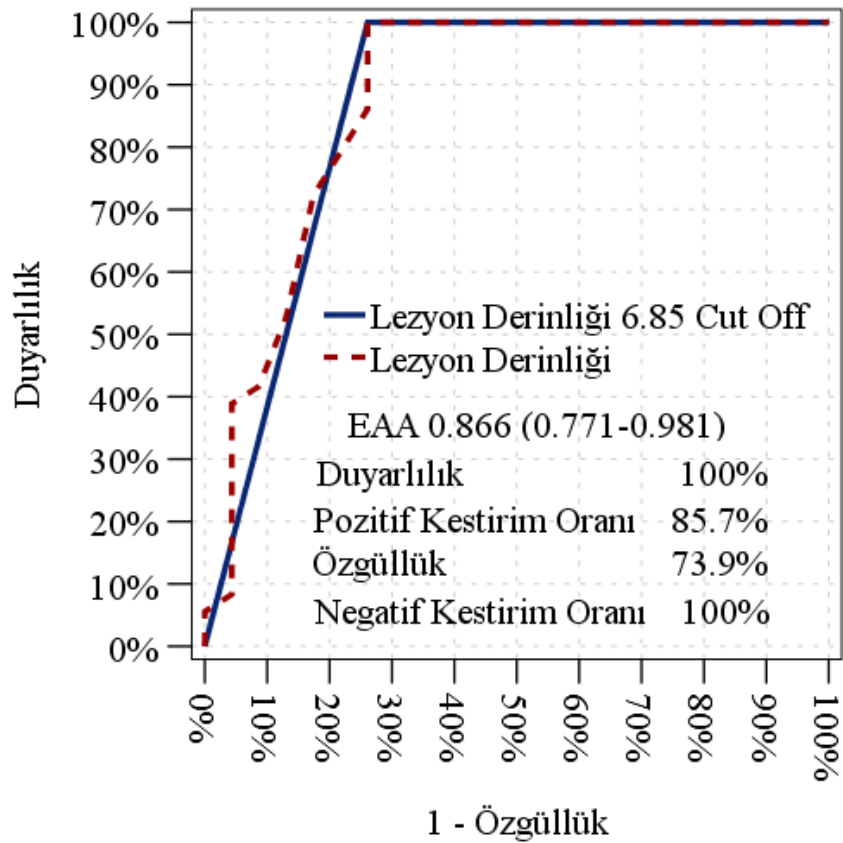
Operasyonda başarı olan ve olmayan hastaların ayrımında lezyon derinliğinin anlamlı [Eğri altı alan 0.876 (0.771-0.981)] etkinliği gözlenmiştir. Operasyonda başarı olan ve olmayan hastaların ayrımında lezyon derinliğinin 6.85 eşik değerinin anlamlı [Eğri altı alan 0.870 (0.758-0.981)] etkinliği gözlenmiştir. (Tablo 12)

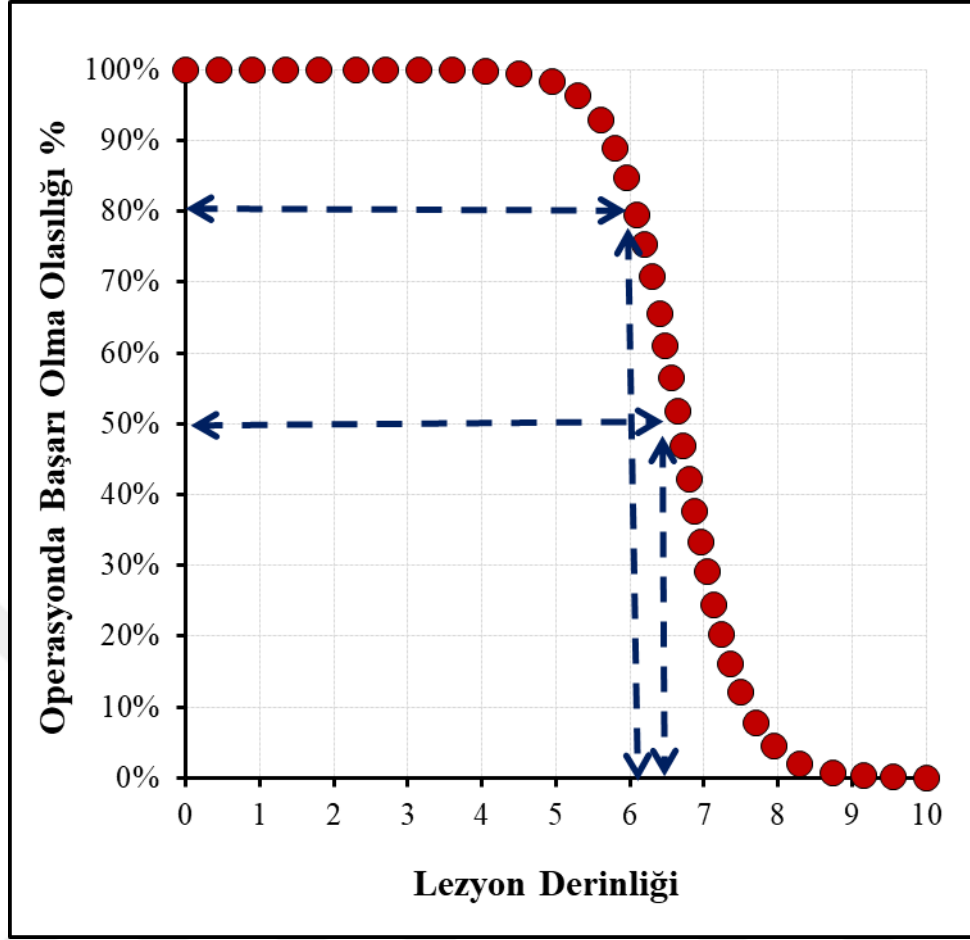
Lezyon derinliğinin 6.85 cut off değerinde operasyonda başarı olan ve olmayan hastaları ayırmada duyarlılık % 100, pozitif kestirim % 85.7, özgüllük % 73.9, negatif kestirim % 100 dü. (Tablo 12)

Tablo 12: Derinliğin Cut-off Değeri

		Eğri Altı Alan		% 95 Güven Aralığı	p
Lezyon Derinliği		0.876		0.771 - 0.981	0.000
Lezyon Derinliği 6.85 Cut Off		0.870		0.758 - 0.981	0.000
		Başarısız	Başarılı		%
Lezyon	≤ 6.85	6	36	Duyarlılık	100%
Derinliği	> 6.85	17	0	Pozitif Kestirim Oranı	85.7%
				Özgüllük	73.9%
				Negatif Kestirim Oranı	100%

ROC Eğrisi





Başarılı olan grupta preop, postop lezyon alanı başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 13)

Başarısız olan grupta postop lezyon alanı preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta postop lezyon alanı preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta preop/postop lezyon alanındaki düşüş başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 13)

Başarılı olan grupta preop, postop lezyon hacmi başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 13)

Başarısız olan grupta postop lezyon hacmi preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta postop lezyon hacmi preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan ve olmayan gruplar arasında preop/postop lezyon hacmindeki düşüş anlamlı ($p>0.05$) anlamlı farklılık göstermemiştir. (Tablo 13)

Tablo 13: Lezyon Alanı ve Hacim Analizleri

	Başarısız (n:23)		Başarılı (n:36)		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
<i>Lezyon Alanı(mm²)</i>					
Preop	113.8 ± 19.2	111.4	100.4 ± 28.0	99.4	0.041 ^m
Postop	68.1 ± 20.3	66.8	40.5 ± 18.8	36.7	0.000 ^m
Preop/Postop Değişim	-45.7 ± 15.7	-45.0	-59.9 ± 19.2	-62.5	0.008 ^m
Grup İçi Değişim p	0.000 ^w		0.000 ^w		
<i>Lezyon Hacmi(mm³)</i>					
Preop	872.7 ± 234.2	869.4	591.7 ± 193.7	568.7	0.000 ^m
Postop	446.0 ± 200.0	431.5	156.4 ± 100.4	116.9	0.000 ^m
Preop/Postop Değişim	426.7 ± 125.3	-445.1	435.3 ± 139.3	-432.1	0.901 ^m
Grup İçi Değişim p	0.000 ^w		0.000 ^w		

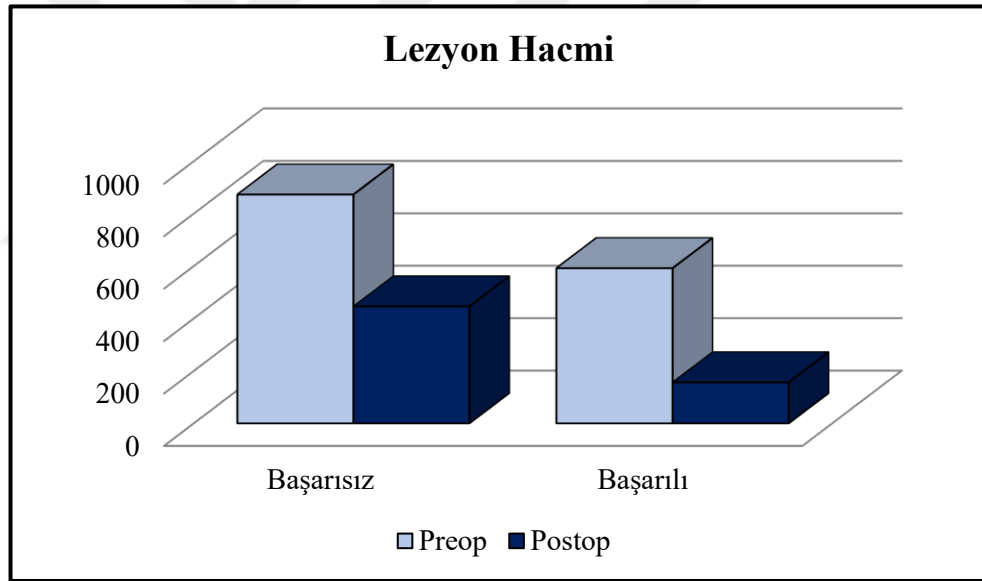
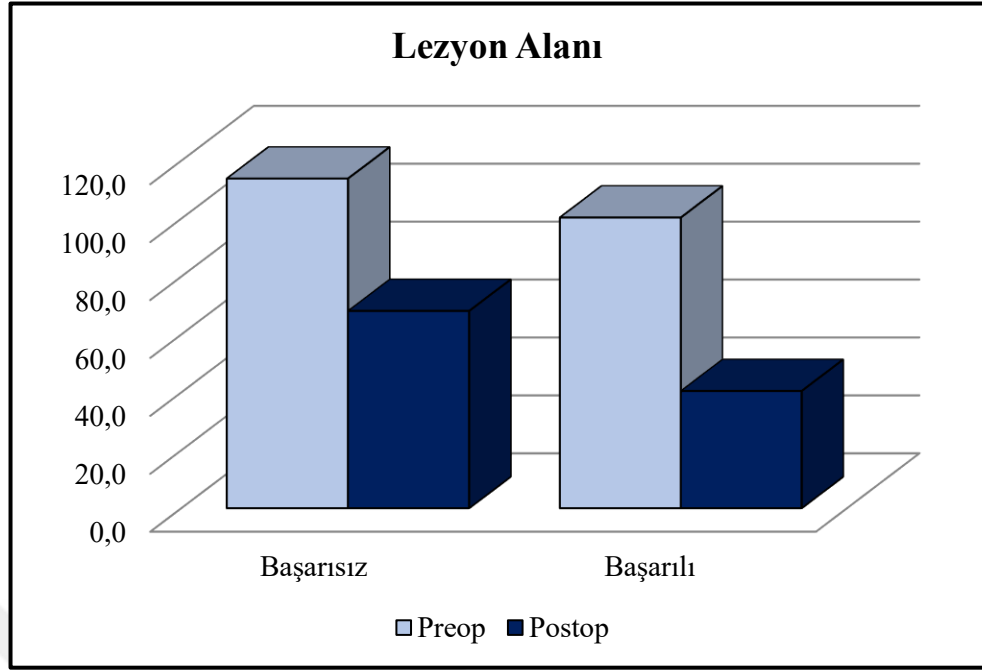
^m Mann-whitney u test / ^w Wilcoxon test

Area Under the Curve				
Test Result Variable(s):				
Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
0.659	0.072	0.041	0.517	0.801
The test result variable(s): PreopLezyonalanı2 has at least one				
a. Under the nonparametric assumption				
b. Null hypothesis: true area = 0.5				

Analiz sonucunda elde edilen asemptotik anlamlılık değeri (p-değeri) 0.041'dir. Bu değer, testin sıfır hipotezine (yani "gerçek AUC = 0.5" varsayımına) karşı anlamlılık düzeyini temsil etmektedir. P < 0.05 olması nedeniyle, istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmiştir; yani preop lezyon alanı değişkeninin ayırt edici gücü tesadüfi

olmaktan farklıdır ve anlamlıdır. Preop lezyon alanı değişkeni için hesaplanan ROC eğrisi altında kalan alan (Area Under the Curve, AUC) değeri 0.659 olarak bulunmuştur. Bu değer, test değişkeninin incelenen durumu ayırt etme gücünü göstermektedir. Bu bağlamda, 0.659'luk AUC değeri orta düzeyde bir ayırt etme gücü olduğunu göstermektedir. Sonuçlar bu değişkenin prognostik veya diagnostik amaçlı kullanılabilirliğini destekler niteliktedir.





5. TARTIŞMA

Talus osteokondral lezyonları; tanıdan tedaviye, sınıflamadan rehabilitasyon sürecine kadar birçok yönüyle günümüzde halen tartışmalı konuları bulunmaktadır. Lezyonun yerleşim yeri, radyolojik bulgular, travma öyküsü ve hastaya ait bireysel özellikler doğrultusunda uygulanacak tedavi yaklaşımı farklılık göstermektedir. Konservatif ya da cerrahi seçenekler arasındaki tercih; lezyonun boyutu, derinliği, semptom şiddeti gibi faktörlere bağlı olarak şekillenmektedir. Bununla birlikte, kıkırdak dokusunun kendine has anatomik yapısı, histolojik özellikleri bu bölge lezyonlarının yönetimini klinik pratikte oldukça zorlu hale getirmektedir. Tüm bu etkenler göz önünde bulundurulduğunda, en uygun tedavi seçeneğini belirlemeye yönelik bilimsel araştırmaların ve klinik çalışmaların önemi her geçen gün artmakta ve bu alan dinamik bir şekilde gelişmeye devam etmektedir.

TOL'de kemik iliği stimülasyonu yapılan hastaların tedavi başarısı açısından birçok prognostik faktör gösterilmiştir. Daha önceki çalışmalarda, talus osteokondral lezyonlarının (TOL) artroskopik tedavisinden sonra yaş ile klinik sonuçlar arasındaki ilişki araştırılmıştır. Cuttica ve çalışma arkadaşları, 130 hastanın geriye dönük olarak değerlendirildiği bir çalışmada, yaşın klinik sonuçlar üzerinde etkili olabileceğini ve 33 yaşına kadar olan süreçte yaş ilerledikçe kötü sonuç riskinde hafif bir artış görüldüğünü belirtmişlerdir. Deol ve arkadaşlarının yaptığı bir diğer çalışmada ise, 20 yaş altındaki hastalarda prognozun genellikle iyi ya da mükemmel olduğu bildirilmiştir[149]. Öte yandan, bazı araştırmalar farklı yaş grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmiş, ancak bu sonuçlar genellikle düşük hasta sayısı nedeniyle istatistiksel açıdan anlamlılık taşıyamamıştır[5, 15, 136].

Choi ve ark. talus osteokondral lezyonlarının (TOL) artroskopik tedavisi sonrası uzun dönem klinik sonuçlarda yaşın etkisini değerlendirmiştir. Önceki araştırmalardan farklı olarak, bu çalışmada hastalar altı farklı yaş grubuna ayrılmıştır: 20 yaş altı, 20–29, 30–39, 40–49, 50–59 ve 60 yaş üzeri. Sonuçlara göre, ileri yaş tek başına klinik başarısızlık için bağımsız bir risk faktörü değildir. Yaşlı hastalarda travma öyküsünün daha az olduğu, semptom süresinin daha uzun olduğu, osteokondral defektlerin daha küçük boyutlu olduğu ve eşlik eden eklem içi patolojilerin daha sık görüldüğü bulunmuştur. Bu durum, yaş ilerledikçe hastaların açık hava aktivitelerine daha az

katılmalarıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca yaş arttıkça osteokondral lezyon boyutlarının küçüldüğü de gözlemlenmiştir[99]. Araştırmacılar, genç bireylerin spor aktivitelerine daha fazla maruz kaldıklarını, bu nedenle daha büyük osteokondral defektlere sahip olduklarını varsaymıştır. Önceki in vitro çalışmalarda da kemik iliğindeki mezenkimal kök hücre (MSC) sayısında yaşa bağlı azalma olduğu, fakat bu azalmanın büyük oranda 30 yaş öncesinde gerçekleştiği, sonrasında ise çok az değiştiği veya değişmediği bildirilmiştir. Bu bulgu, yaşlı hastalardaki MSC'lerin işlevsel kapasitesinin korunduğu ve yaşın MSC işlevi üzerinde olumsuz bir etkisinin bulunmadığı ya da hatta olumlu etkilerinin olabileceği yönündeki hipotezle örtüşmektedir. Dolayısıyla sadece yaşa bakarak artroskopik tedaviye engel koymak uygun değildir. Cerrahların, hem genç hem de yaşlı hastaların benzer klinik sonuçlar elde edebileceğini bilmeleri önemlidir. Tedavi başarısını artırmak adına, büyük lezyona sahip genç hastalar için osteokondral transplantasyon, uygun yaşlı hastalar için ise artroskopik müdahale seçeneklerini içeren dikkatli hasta seçim algoritmalarının geliştirilmesi gereklidir[150, 151]. Bizim çalışmamızda ise bazı literatürlere uygun olarak yaş ilerledikçe başarı oranı düşmüştür.

Bazı araştırmalarda risk faktörü olarak cinsiyet araştırılmıştır. Literatürde cinsiyet önemli bir risk faktörü olarak gösterilmiştir. Weiss ve ark. çalışmasında, erkek bireylerin TOL görülme olasılığı kadınlara kıyasla 3,6 kat daha fazlaydı. Ancak, çocuklarda ayak bileği TOL inceleyen bir çalışmada olduğu gibi, erkeklerde ayak bileği TOL açısından anlamlı düzeyde artmış bir insidans veya risk bulunmamıştır[9].

Literatürde Kim ve ark. yaptığı çalışmada astaların yaşı, cinsiyeti ve semptom süresinin klinik sonuçlar üzerindeki bağımsız etkilerini değerlendirmek amacıyla Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Hastalar, yaş (<48 veya ≥48 yıl) ve semptom süresi (<20 veya ≥20 hafta) gibi değişkenlerin medyan değerlerine göre gruplandırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, yaş, cinsiyet, ve semptom süresi gibi prognostik faktörlerin çoğu klinik sonuçlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermemiştir[152].

Lei ve ark. yaptığı çalışmada Toplam 30 hastanın 18'i erkek, 12'si kadındı ve cinsiyetin prognoz üzerinde herhangi bir etkisi bulunmadı. Takibi tamamlanan hastalarda hastalık süresi ortalama $28,30 \pm 21,25$ ay olarak belirlendi; en kısa süre 3 ay, en uzun süre ise 78 ay idi. Hastalık süresinin de prognoz üzerinde anlamlı bir etkisi saptanmadı[153]. Bizim çalışmamızda literatürlere uygun olarak başarılı ve başarısız olan gruplar arasında cinsiyet dağılımı anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 3).

Lokasyon bir diğer prognostik faktör olarak araştırılmış olup bununla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Litaratürde Berndt ve Harty'nin klasik çalışmasında, talusun osteokondral lezyonlarının en yaygın olarak posteromedial (%57) ve anterolateral (%43) bölgelerde yer aldığı belirtilmiştir[4].

Ferkel ve ark. yaptığı çalışmada Talus osteokondral lezyonlarının (TOL) yerleşim dağılımı şu şekildeydi: %78 medial, %10 santral ve %12 lateral. Bu yerleşim bölgelerine göre elde edilen modifiye Weber skorları sırasıyla 76 (medial), 78 (santral) ve 82 (lateral) olarak rapor edilmiştir. Ortalama AOFAS (Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak Bileği Derneği) skorları ise sırasıyla 84 (medial), 80 (santral) ve 86 (lateral) idi. Yapılan analizlerde lezyonun yerleşim yeri ile klinik sonuçlar arasında anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır[5].

Raikin ve ark. yaptığı çalışmada Toplamda 424 hastada 428 talus kubbesi osteokondral lezyonu kaydedilmiştir. Transvers planda değerlendirildiğinde, lezyonların 269'u (%62,9) medial talus kubbesinde (zon 1, 4 ve 7), 143'ü (%33,4) lateral kubbede (zon 3, 6 ve 9) ve sadece 16'sı (%3,7) kubbenin merkezi bölümünde (zon 2, 5 ve 8) yer almıştır. Anteroposterior düzlemde ele alındığında ise, lezyonların 25'i (%5,8) anterior bölümde (zon 1, 2 ve 3), 58'i (%13,6) posterior alanda (zon 7, 8 ve 9) ve 345'i (%80,6) kubbenin orta hattında, yani eşitör düzeyinde (zon 4, 5 ve 6) lokalize bulunmuştur. Dokuz eşit yüzey alanına ayrılmış zonlar içinde en sık lezyon görülen bölge, medial merkezi talus kubbesine denk gelen zon 4'tür ve bu bölgede toplam 227 (%53,0) lezyon saptanmıştır. En sık ikinci tutulum ise lateral merkezi kubbeyi temsil eden zon 6'da olup, burada 110 lezyon (%25,7) tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, lezyonların yerleşim bölgeleri ile hasta yaşı arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Bireysel zonlar arasında anlamlı bir fark gözlenmemekle birlikte, medial bölgede (zon 1, 4 ve 7) yer alan lezyonların, lateral bölgede (zon 3, 6 ve 9) bulunanlara kıyasla daha ileri yaş grubunda ortaya çıktığı belirlenmiştir. Medial lezyonların görüldüğü hastaların ortalama yaşı 44,6 yıl iken, lateral lezyonlu hastaların ortalama yaşı 39,3 yıl olarak saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,001$). Cinsiyete göre yapılan analizde ise, lezyonun lokalizasyonu ile hasta cinsiyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır[95].

Diepen ve ark. yaptığı çalışmada lezyonların %73'ü talusun medial kısmında yer almaktaydı. Bu lezyonların %28'i posteromedial bölgede, %31'i ise centromedial

bölgede saptanmıştır. Dokuz bölgeli ızgara sistemine göre her bir bölgedeki lezyon boyutlarına ilişkin bireysel hasta verileri toplam 153 lezyon (%7) için rapor edilmiştir. Bu bilgiler, dahil edilen çalışmaların %20'sini oluşturan 10 çalışmadan elde edilmiştir. Birincil sonuç olan lezyon lokalizasyonu açısından, her bölge için güven aralıkları hesaplanmış ve Şekil 3'te görselleştirilmiştir. Lezyonların en sık bulunduğu bölgeler anlamlı olarak 4 numaralı bölge (sentromedial, %31.2; %95 GA: %29.3–33.3) ve 7 numaralı bölge (posteromedial, %28.2; %95 GA: %26.3–30.2) olarak saptanmıştır. Bu oranlar diğer bölgelerle kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir[154].

Artroskopik tedavi uygulanan 434 hastanın incelendiği bu çalışmada, osteokondral lezyonun (OLT) lokalizasyonu 274 hastada (%63,1) medial, 125 hastada (%28,8) lateral ve 35 hastada (%8,1) hem medial hem de lateral olarak saptanmıştır. Tek başına medial veya lateral yerleşimin klinik sonuçlar üzerindeki prognostik değerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır[155].

Talus osteokondral lezyonlarının (TOL) prognozunda, lezyonun yerleşimi göreceli önemi uzun süredir tartışma konusudur. Diz ekleminde görülen osteokondritis dissekans (OCD) vakalarında sınırlı ve sınırsız kırıldak defektleri arasında klinik sonuçlar açısından belirgin farklılıklar gösterilmiş olsa da talus üzerindeki OLT'lerin bu şekilde sınıflandırılmasının yararlılığı ve geçerliliği hâlâ netlik kazanmamıştır[156]. Schimmer ve arkadaşları, medial yerleşimli OLT'lerin lateral lezyonlara göre daha iyi sonuç verdiğini öne sürmüşlerdir[157]. Saxena ve Eakin ise 44 atletik hastayı inceledikleri bir çalışmada, anterolateral yerleşimli OLT'lerin medial lezyonlara kıyasla daha kısa sürede aktiviteye dönüş ve daha yüksek AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) skoru ile sonuçlandığını bildirmiştir[12].

Chuckpaiwong ve arkadaşları, medial OLT'lerin başarılı klinik sonuçlarla anlamlı şekilde ilişkili olduğunu belirtmiş. Bununla birlikte, 105 vakalık bir çalışmada yapılan çok değişkenli analizde, medial ve lateral OLT'ler arasındaki klinik sonuç farkının, lateral lezyonların daha büyük boyutta olmasından kaynaklandığı, lezyonun yerleşiminin tek başına bağımsız bir prognostik faktör olmadığı gösterilmiştir. Diğer bazı araştırmalar da lezyonun yerine bağlı olarak klinik sonuçlarda anlamlı fark olmadığını ileri sürmüştür[15]. Çalışmamızda literatüre uygun olarak lokasyonda en çok zon 4 ve medial

taraf çıkmıştır. Yine literatüre uygun olarak tedavi etkinliğinin başarılı ve başarısızlık olarak tek başına etki etmediği görülmüştür.

Litaratürün en çok üstünde durduğu lezyonun boyutu ve alanı ise önemli bir prognostik faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Litaratürde Chuckpaiwong ve ark yaptığı çalışmada tedavi başarısını belirleyen en önemli değişkenin lezyon boyutu olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle 15 mm'den küçük lezyonlarda hiçbir başarısızlık gözlenmemişken, 15 mm'den büyük lezyonlarda yalnızca bir başarılı sonuç elde edilmiştir. Bu çalışma, 15 mm'den küçük osteokondral lezyonlarda artroskopik debridman ve mikrokirik uygulamasının başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Buna karşılık, 15 mm'den büyük lezyonlar neredeyse istisnasız olarak daha kötü sonuçlara yol açmıştır. Çalışmaya, evre 3 veya 4 lezyonu (yani ≥ 15 mm) olan hastalar da dahil edilmiştir; çünkü bu hastalar osteokondral transplantasyon veya otolog transplantasyon yöntemlerini kabul etmemiştir. Başarıyı tanımlarken kullanılan katı kriterlere göre, sonuçlar en iyi şekilde lezyon boyutu ile ilişkilendirilmiştir; diğer faktörlerle anlamlı bir korelasyon gösterilmemiştir. Sadece 15 mm'den büyük lezyonlara sahip hasta grubunda yapılan analizde, başarıyla ilişkilendirilebilecek belirgin bir faktör saptanamamıştır. Bu çalışma, lezyon boyutu ile tedavi başarısı arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle 15 mm'den küçük lezyonlarda, yerleşim fark etmeksizin, mükemmel sonuçlar elde edilmiştir. Buna ek olarak, artan yaş, yüksek vücut kitle indeksi (BMI), travma öyküsü ve osteofit varlığı klinik sonuçları olumsuz etkilemiştir. Öte yandan, ayak bileği instabilitesinin olmaması başarılı klinik sonuçlarla anlamlı düzeyde ilişkili bulunmuştur[15].

Christensen ve arkadaşları, 18 taze kadavra örneğinde basınca duyarlı film kullanarak ayak bileği eklemine temas karakteristiklerini incelemiş ve lezyonun boyutunun temas streslerini değiştirebileceğini ortaya koymuştur. Özellikle 7,5 x 15 mm'den büyük lezyonlarda bu temas karakteristiklerinde anlamlı değişiklikler gözlemlenmiş ve bu bulgu, lezyon boyutunun prognoz açısından önemli bir belirteç olabileceğini düşündürmüştür[97].

Giannini ve çalışma arkadaşları, 150 mm²'den küçük lezyonların ilk etapta artroskopik yöntemlerle tedavi edilmesi gerektiğini, buna karşın 150 mm²'den büyük lezyonlarda ya da daha önce cerrahi girişim uygulanmış olgularda osteokondral otoplastik transferi veya otolog kondrosit implantasyonu (OKİ) tercih edilmesi gerektiğini

vurgulamıştır. Gobbi ve arkadaşları da kıkırdak lezyonunun boyutu ile klinik sonuçlar arasında ters orantılı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur[158].

Choi ve ark. yaptığı çalışmada ise 120 ayak bileğine talus osteokondral lezyonu (TOL) nedeniyle artroskopik kemik iliği stimülasyonu uygulanmış ve lezyon alanı prognoz belirleyici bir faktör olarak değerlendirilmiştir. Lezyon alanı 100 mm²'den küçük olan 58 ayak bileğinden sadece 3'ünde (%5,2) klinik başarısızlık gelişmiştir. Lezyon alanı 100–150 mm² arasında olan 37 ayak bileğinde bu oran %18,9'a yükselmiştir. Ancak 150 mm²'yi aşan lezyonlara sahip 25 vakadan 20'sinde (%80) klinik başarısızlık görülmüştür. Bu veriler, küçük lezyonlarda kemik iliği stimülasyonunun kıkırdak tamiri yapılan bölgedeki yüklenmeyi azalttığını ve yükün daha sağlam dokulara dağıtılarak olumlu sonuçlar elde edilebildiğini düşündürmektedir. Buna karşılık, geniş lezyonlarda yük dağılımı dezavantaja dönüşmektedir; çünkü artan mekanik stres, sağlam kalan kıkırdak bölgelerinde ilave hasara yol açabilmektedir. Bu durum, büyük lezyonlara sahip hastalarda neden daha kötü sonuçlar elde edildiğini ve kemik iliği stimülasyonunun bu vakalarda neden yetersiz kaldığını açıklayabilir. Sonuç olarak, lezyon boyutu, artroskopik kemik iliği stimülasyonu sonrası klinik sonuçları etkileyen en güçlü prognostik faktörlerden biridir. Güncel tedavi algoritmaları, sınırda vakalarda öncelikle artroskopik mikrokırık yöntemini, büyük lezyonlarda ise osteokondral greft uygulamalarını alternatif tedavi olarak önermektedir. Ancak tedavi yaklaşımı belirlenirken hasta ve lezyona özgü değişkenlerin göz önünde bulundurulması kritik öneme sahiptir; böylece bireyselleştirilmiş ve etkili bir tedavi stratejisi oluşturulabilir[96].

Ramponi ve ark yaptığı derlemede ise kısa vadede birçok çalışmada iyi ile mükemmel arasında değişen sonuçlar raporlanmış olmasına rağmen, lezyon analizi veya tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde hâlen standartlaştırılmış bir yöntem bulunmamaktadır. Mevcut verilerin değerlendirilmesi, kemik iliği stimülasyonunun (BMS), en iyi sonuçların elde edilebildiği lezyon boyutlarının 107,4 mm² yüzey alanının veya 10,2 mm çapın altında olduğu durumlarla sınırlı tutulması gerektiğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, yüksek kaliteli klinik verilerle uyumlu biçimde prognozla ilişkilendirilebilecek güvenilir boyut eşiklerinin belirlenmesi, TOL cerrahi tedavisinden sonra hastalar için uzun vadeli başarı şansını artıracaktır[159].

Çalışmamızda litaratrülere uygun olarak başarılı olan grupta preop lezyon alanı başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha düşüktü. Ortalama lezyon alanı

başarılı grupta $100,4\text{mm}^2 \pm 28\text{mm}^2$ çıkmıştır. Çalışmamıza 150mm^2 üzeri alana sahip lezyonlar dahil edilmemiştir. Bu sebeple başarısız olan lezyon alanı ortalama $113,9\text{mm}^2 \pm 19,2\text{mm}^2$ olarak ortaya çıkmıştır.

Başarılı olan grupta postop lezyon alanı preopa göre anlamlı ($p<0.05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta preop/postop lezyon alanındaki düşüş başarısız olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti.

Bizim çalışmamızdaki bir diğer prognostik faktör derinlikti. Literatürde bunla ilgili çok fazla yayın olmasada Ögüt ve ark yaptığı çalışmada hastalar, ortalama 20,3 aylık bir izlem süresi sonunda değerlendirmeye alındı. Takip süresi bireyler arasında değişiklik göstermekte olup, en kısa takip 6,2 ay, en uzun ise 36,5 ay olarak kaydedildi. Lezyonların dağılımına bakıldığında, 19 hastada (%95) medial yerleşim izlenirken, sadece 1 olguda lateral yerleşim saptandı. Cerrahi sırasında yapılan ölçümlerde, debridman sonrası lezyonların ortalama derinliği $10,4 \pm 1,9$ mm, yüzey alanı ise ortalama $0,969 \pm 0,505$ cm² olarak hesaplandı. Klinik değerlendirmede Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak Bileği Derneği (AOFAS) skoru ile Vizüel Analog Skala (VAS) kullanıldı. Operasyon öncesi AOFAS skoru ortalama $57,45 \pm 9,37$ iken, operasyon sonrası bu skor istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artarak $92,45 \pm 8,4$ 'e ulaştı ($p < 0,05$). Ağrı düzeyini gösteren VAS skoru ise ameliyat öncesi ortalama $7,05 \pm 2,45$ 'ten, ameliyat sonrası $1,65 \pm 2,20$ 'ye gerileyerek anlamlı bir iyileşme sağlandığı ortaya kondu ($p < 0,05$). Ameliyat sonrası dönemde sinir hasarı, enfeksiyon veya gecikmiş yara iyileşmesi gibi cerrahiye bağlı herhangi bir komplikasyon gözlenmedi. Mikrokırık tedavisinde prognostik açıdan önemli kabul edilen faktörler arasında lezyonun boyutu, hastanın yaşı, vücut kitle indeksi, lezyonun kistik yapısı veya derinliği, semptom süresi ve lezyonun sınırlı olup olmaması yer almaktadır. Bu faktörler arasında lezyon boyutunun prognostik değeri konusunda literatürde genel bir görüş birliği bulunmaktadır. Bu nedenle, $1,5$ cm²'den veya 15 mm'den küçük lezyonlar mikrokırık için uygun adaylar olarak kabul edilmektedir. Küçük lezyonların mikrokırık ile genellikle başarılı sonuçlar verdiği bilinmekle birlikte, lezyon derinliği arttıkça başarısızlık oranının %53'e kadar çıkabildiğini bildiren çalışmalar mevcuttur. Sadece KİS yapılan hastalar ve KİS+skafold eklenen hastalara bakıldığında KİS ile skafold kombinasyonu, 7 mm'den daha derin lezyonlarda güvenli ve etkili bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmakta; bu yaklaşım, klinik sonuçlar açısından tatmin edici düzeyde iyileşme sağlamaktadır[160].

Aldashan ve ark yaptığı çalışma ise kemik iliği stimülasyonu yöntemiyle tedavi edilen osteokondral lezyonlarda (OCL) yalnızca lezyon derinliğinin tedavi sonuçları üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Hipotezi 5 mm'den daha derin lezyonlarda klinik sonuçların, 5 mm'den daha yüzeysel olanlara kıyasla daha kötü olacağı yönündedir. Bunun için tam kat osteokondral talus lezyonu tanısı almış 55 hastanın lezyonları manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulgularına göre Anderson evreleme sistemine göre evre II, III ve IV olarak sınıflandırılmış; derinlikleri 10 mm veya daha az ve yüzey alanları preoperatif bilgisayarlı tomografi ile 150 mm² veya daha az olarak ölçülmüştür. Lezyon derinliğine göre hastalar iki gruba ayrılmıştır: Grup A (≤ 5 mm) ve Grup B (> 5 mm). Her iki grubun ortalama takip süresi 30 ay olup, bu süre 22 ile 40 ay arasında değişmektedir. Grup A ve Grup B'de ameliyat öncesi ortalama Ayak ve Ayak Bileği Sonuç Skoru (FAOS) sırasıyla $43,1 \pm 8,8$ (dağılım: 25–52) ve $46 \pm 8,5$ (dağılım: 32–60) olarak ölçülmüştür. Nihai kontrol muayenesinde bu skorlar anlamlı düzeyde artarak Grup A'da $90 \pm 4,3$ (dağılım: 80–96) ve Grup B'de $75 \pm 6,4$ (dağılım: 65–88) değerlerine ulaşmıştır (her iki grup için $P = 0,001$). Tam yük verme süresi ise Grup A'da ortalama 12 hafta (aralık: 10–16 hafta), Grup B'de ise 16 hafta (aralık: 12–20 hafta) olarak kaydedilmiştir. Her ne kadar osteokondral lezyonların (OCL) tedavisi hâlen gelişim göstermekte ve kemik iliği stimülasyonuna yanıtı etkileyen birçok prognostik faktör bulunmakta olsa da lezyon derinliğinin tedavi sonuçları üzerinde bağımsız bir belirleyici olduğu gösterilmiştir. Derinliği 5 mm'den az olan lezyonlar, 5 mm'den derin olanlara kıyasla daha olumlu klinik sonuçlar verme eğilimindedir[161].

Yoshimura ve ark yaptığı çalışma artroskopik debridman ve kemik iliği stimülasyonu sonrasında talus osteokondral lezyonlarının üç boyutlu geometrik özellikleri ile klinik sonuçlar ve hasta demografik verileri arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. 2005 ile 2011 yılları arasında, osteokondral TOL tanısı konulan 50 ayak bileğine artroskopik debridman ve kemik iliği stimülasyonu uygulamış ve hastaların ortalama yaşı $36,0 \pm 19,1$ yıl, ortalama takip süresi ise $35,5 \pm 20,2$ ay olarak kaydedilmiştir. Klinik değerlendirme, Japon Ayak Cerrahisi Derneği (JSSF) tarafından doğrulanmış skor sistemi kullanılarak yapılmış. JSSF skoru 80'in altında olan hastalar, tatmin edici olmayan klinik sonuçlar kategorisine alınmış. Lezyonların üç boyutlu geometrik özellikleri, manyetik rezonans görüntüleme ve direkt radyografiler aracılığıyla değerlendirilmiş. Ameliyat öncesi ve sonrası JSSF skorları sırasıyla ortalama $73,4 \pm 13,6$ ve $89,6 \pm 11,5$ olarak ölçüldü; bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ($p < 0,001$). Hastaların %12'sinde

klirik sonuçlar tatmin edici bulunmamış. Doğrusal regresyon analizleri, lezyon derinliği ile hasta yaşının postoperatif skorlarla anlamlı düzeyde negatif korelasyon gösterdiğini ortaya koymuş ($p < 0,001$). Prognostik açıdan en belirleyici iki faktör olarak lezyon derinliği ve hasta yaşı öne çıkarken, sırasıyla 7,8 mm ve 80 yaşı eşik değeri, ameliyat sonrası 80 puanın altında kalma riskini azaltmak için önerilmiş. Diğer lezyon özellikleri ya da demografik faktörlerle klinik sonuçlar arasında anlamlı bir ilişki saptanmamış. Üç boyutlu geometrik özellikler ve demografik veriler dikkate alındığında, TOL lezyon derinliği ve hasta yaşı, temel prognostik faktörler olarak öne çıkmaktadır ve bu parametreler preoperatif cerrahi kararların şekillendirilmesinde yol gösterici olabilir. Özellikle, lezyon derinliği $\geq 7,8$ mm ve hasta yaşı ≥ 80 olduğunda, artroskopik debridman ve kemik iliği stimölasyonu sonrası klinik sonuçların yetersiz olma ihtimali belirgin şekilde artmaktadır[162].

Bizim alışmamızda literatüre uygun olarak Başarılı olan grupta preop, postop lezyon derinliği başarısız olan gruptan anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha düşüktü. Başarısız olan grupta postop lezyon derinliği preopa göre anlamlı ($p < 0,05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta postop lezyon derinliği preopa göre anlamlı ($p < 0,05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan grupta preop/postop lezyon derinliğindeki düşüş başarısız olan gruptan anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha yüksekti. Başarılı olan grupta postop lezyon hacmi preopa göre anlamlı ($p < 0,05$) düşüş göstermiştir. Başarılı olan ve olmayan gruplar arasında preop/postop lezyon hacmindeki düşüş anlamlı ($p > 0,05$) anlamlı farklılık göstermemiştir. Operasyonda başarı olan ve olmayan hastaların ayırımında lezyon derinliğinin anlamlı [Eğri altı alan 0.876 (0.771-0.981)] etkinliği gözlenmiştir. Operasyonda başarı olan ve olmayan hastaların ayırımında lezyon derinliğinin 6.85 mm eşik değeri anlamlı [Eğri altı alan 0.870 (0.758-0.981)] etkinliği gözlenmiştir. Lezyon derinliğinin 6.85 mm eşik değeri operasyonda başarı olan ve olmayan hastaları ayırmada duyarlılık % 100, pozitif kestirim % 85.7, özğüllük % 73.9, negatif kestirim % 100 dü. Çıkan bu sonuçlarla derinlik tarafımızca değeriendirilen prognostik faktörler arasında en değeri faktör olarak ortaya çıkmıştır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızın hipotezi kemik iliği stimülasyonu yapılmış talus osteokondral lezyonlarının derinliğinin klinik sonuçlar üzerinde etkisi vardır.

Çalışmamızda derinliğin önemli bir prognostik faktör olduğu post-op değerlendirilen klinik skorlamalarda ve radyolojik görüntülemelerdeki iyileşmelerde ortaya çıkmıştır.

Çalışmamızda yaş, cinsiyet, daha önce enjeksiyon yapıp yapılmaması, pre-op bekleme süresi gibi parametrelerin sonuca anlamlı bir etkisi olmamıştır.

Çalışmamızda lokasyon olarak literatüre uygun olarak en çok 4. zon görülmüştür. Fakat lokalizasyonun tek başına anlamlı bir prognostik faktör olmadığı diğer faktörlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Talus osteokondral lezyonlarının güncel evreleme sınıflandırmalarına bakılarak evre arttıkça kemik iliği stimülasyon etkisi azaldığı görülmektedir.

Alan önemli bir prognostik faktör olarak bilinmektedir. Çalışmamızda alan derinlikten sonraki en önemli faktör olarak görülmüştür. Literatürde kemik iliği stimülasyonu yapılacak hastalarda başarı kriteri olarak $1,5 \text{ cm}^2$ olarak görülmüştür. Bu değer altındaki lezyonların başarı oranı yüksektir. Bu değer üzerindeki lezyonlara KİS önerilmemektedir.

$1,5 \text{ cm}^2$ altındaki lezyonlarda başarı sadece alan büyüklüğüne bağlı olmadığı görülmüştür. Derinliğinde bu lezyonlarda alan kadar hatta çalışmamızda alandan daha değerli bir faktör olduğu ortaya çıkmıştır.

Çalışmamızda sadece KİS yapılan derinliği 6,85 mm üzerindeki lezyonlarda lezyon boyutu $1,5 \text{ cm}^2$ altında dahi olsa başarı oranları düşmüştür. Bu eşik değer çalışmamızın hipotezini doğrular niteliktedir.

Çalışmamızda çıkan sonuçlara göre TOL'de yapılacak olan ameliyatlarda derinlik mutlaka değerlendirilmelidir. KİS günümüzde halen TOL'de en çok kullanılan yöntemdir. Bu sebeple lezyon boyutu $1,5 \text{ cm}^2$ küçük olan lezyonlarda eğer derinlik 6,85 mm üzerindeyse sadece KİS yapılmamalı, operasyona ek prosedürler (skafold veya greft+skafold) eklenmelidir.

KAYNAKLAR

1. PEKER, T., et al., *AYAK BİLEĞİ ARTROSKOPİSİ*. 2018.
2. Dragoni, M., D.E. Bonasia, and A. Amendola, *Osteochondral talar allograft for large osteochondral defects: technique tip*. Foot Ankle Int, 2011. **32**(9): p. 910–6.
3. Akmeşe, R. and M.B. Ertan, *Ayak bileği osteokondral lezyonları*.
4. Berndt, A.L. and M. Harty, *Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus*. JBJS, 1959. **41**(7): p. 1363.
5. Ferkel, R.D., et al., *Arthroscopic treatment of chronic osteochondral lesions of the talus: long-term results*. The American journal of sports medicine, 2008. **36**(9): p. 1750–1762.
6. Carballo, C.B., et al., *Basic Science of Articular Cartilage*. Clin Sports Med, 2017. **36**(3): p. 413–425.
7. Han, S.H., et al., *Radiographic changes and clinical results of osteochondral defects of the talus with and without subchondral cysts*. Foot & ankle international, 2006. **27**(12): p. 1109–1114.
8. Cameron, S.E., *Noninvasive distraction for ankle arthroscopy*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 1997. **13**(3): p. 366–369.
9. Weiss, J.M., et al., *Incidence of Osteochondritis Dissecans in Adults*. Am J Sports Med, 2018. **46**(7): p. 1592–1595.
10. Yoshimura, I., et al., *Arthroscopic bone marrow stimulation techniques for osteochondral lesions of the talus: prognostic factors for small lesions*. The American journal of sports medicine, 2013. **41**(3): p. 528–534.
11. Tol, J., et al., *Treatment strategies in osteochondral defects of the talar dome: a systematic review*. Foot & ankle international, 2000. **21**(2): p. 119–126.
12. Saxena, A. and C. Eakin, *Articular talar injuries in athletes: results of microfracture and autogenous bone graft*. The American journal of sports medicine, 2007. **35**(10): p. 1680–1687.
13. Altomare, D., B. Di Matteo, and E. Kon, *Conservative Treatment for Ankle Cartilage: Cellular and Acellular Therapies: A Systematic Review*. Foot and Ankle Clinics, 2023. **29**(2): p. 253–263.
14. Murawski, C.D. and J.G. Kennedy, *Operative treatment of osteochondral lesions of the talus*. JBJS, 2013. **95**(11): p. 1045–1054.
15. Chuckpaiwong, B., E.M. Berkson, and G.H. Theodore, *Microfracture for osteochondral lesions of the ankle: outcome analysis and outcome predictors of 105 cases*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2008. **24**(1): p. 106–112.
16. Cheng, L. and X. Wang, *Advancements in the treatment of osteochondral lesions of the talus*. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 2024. **19**(1): p. 827.
17. Hargest, R., *Five thousand years of minimal access surgery: 3000BC to 1850: early instruments for viewing body cavities*. Journal of the Royal Society of Medicine, 2020. **113**(12): p. 491–496.

18. Shah, J., *Endoscopy through the ages*. BJU international, 2002. **89**(7): p. 645–652.
19. Baydar, M. and E. Gür, *Türkiye’de artroskopi ve artroskopik cerrahinin tarihçesi*. Hacettepe Ortopedi Dergisi, 1991. **1**(2): p. 118–120.
20. Baker, A., et al., *The Early Development of Arthroscopy*, in *Arthroscopy and Endoscopy of the Elbow, Wrist and Hand: Surgical Anatomy and Techniques*. 2021, Springer. p. 3–13.
21. Watanabe, M., *Memories of the early days of arthroscopy*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 1986. **2**: p. 209–214.
22. Marić, D., et al., *History of arthroscopy*. Medicinski pregled, 2002. **55**(1-2): p. 51–56.
23. Pässler, H.H. and Y. Yang, *The past and the future of arthroscopy*, in *Sports injuries: prevention, diagnosis, treatment and rehabilitation*. 2011, Springer. p. 5–13.
24. Lök, V., *Türkiye’de artroskopi ve diz cerrahisinin tarihçesi*. Turk J Hip Surg, 2021. **1**(2): p. 37–44.
25. Ramai, D., et al., *Philipp Bozzini (1773–1809): the earliest description of endoscopy*. Journal of medical biography, 2018. **26**(2): p. 137–141.
26. Kieser, C., *Die arthroskopie zwischen Weltgeschichte und Technik*. Arthroskopie, 1999. **12**(3): p. 111–116.
27. Lök, V., *Meniskal patolojilerin tedavisinde tarihsel gelişim ve güncel durum*. Acta Orthop Traum Turc, 1997. **5**: p. 389.
28. Baker, C.L. and J.M. Graham, *Current concepts in ankle arthroscopy*. Orthopedics, 1993. **16**(9): p. 1027–1035.
29. DeMaio, M., *Giants of orthopaedic surgery: Masaki Watanabe MD*. Clinical Orthopaedics and Related Research®, 2013. **471**(8): p. 2443–2448.
30. Chen, Y.-C., *Clinical and cadaver studies on the ankle joint arthroscopy*. J Jpn Orthop Assoc, 1976. **50**: p. 631–651.
31. Aydın, A., *Ankle arthroscopy*. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 1996. **30**(5): p. 470–483.
32. Rockwood, C.A., *Rockwood and Green's fractures in adults*. Vol. 1. 2006: Lippincott Williams & Wilkins.
33. Golanó, P., et al., *Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay*. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy, 2010. **18**(5): p. 557–569.
34. Ege, R., *Ayak ve ayak bileği sorunları*. 1999: Türk Hava Kurumu Basımevi.
35. Rudloff, M.I., *Fractures of the lower extremity*. Campbell's Operative Orthopaedics, 2013. **12**: p. 2690–2701.
36. Drake, R., A.W. Vogl, and A.W. Mitchell, *Gray's anatomy for students E-book*. 2009: Elsevier Health Sciences.
37. Snell, R.S., *Clinical anatomy by regions*. 2011: Lippincott Williams & Wilkins.
38. Moore, K.L. and A.F. Dalley, *Clinically oriented anatomy*. 2018: Wolters kluwer india Pvt Ltd.
39. Burks, R.T. and J. Morgan, *Anatomy of the lateral ankle ligaments*. The American journal of sports medicine, 1994. **22**(1): p. 72–77.
40. Milner, C. and R. Soames, *Anatomical variations of the anterior talofibular ligament of the human ankle joint*. The Journal of Anatomy, 1997. **191**(3): p. 457–458.

41. Sarrafian, S.K., *Anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional*. (No Title), 1983.
42. BROSTROM, L., *Treatment and prognosis in recent ligament ruptures*. Acta chir. scand., 1966. **132**: p. 537–550.
43. Boss, A.P. and B. Hintermann, *Anatomical study of the medial ankle ligament complex*. Foot & ankle international, 2002. **23**(6): p. 547–553.
44. Taylor, D.C., D.L. Englehardt, and F.H. Bassett, *Syndesmosis sprains of the ankle: the influence of heterotopic ossification*. The American journal of sports medicine, 1992. **20**(2): p. 146–150.
45. Akseki, D., et al., *The distal fascicle of the anterior inferior tibiofibular ligament as a cause of anterolateral ankle impingement: results of arthroscopic resection*. Acta orthopaedica Scandinavica, 1999. **70**(5): p. 478–482.
46. Akseki, D., et al., *The anterior inferior tibiofibular ligament and talar impingement: a cadaveric study*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2002. **10**(5): p. 321–326.
47. Nikolopoulos, C.E., et al., *The accessory anteroinferior tibiofibular ligament as a cause of talar impingement: a cadaveric study*. The American journal of sports medicine, 2004. **32**(2): p. 389–395.
48. Hoefnagels, E.M., et al., *Biomechanical comparison of the interosseous tibiofibular ligament and the anterior tibiofibular ligament*. Foot & ankle international, 2007. **28**(5): p. 602–604.
49. Johnstone, B., et al., *Tissue engineering for articular cartilage repair--the state of the art*. Eur Cell Mater, 2013. **25**: p. 248–67.
50. Musumeci, G., et al., *Advantages of exercise in rehabilitation, treatment and prevention of altered morphological features in knee osteoarthritis. A narrative review*. Histol Histopathol, 2014. **29**(6): p. 707–19.
51. Nakagawa, Y., et al., *Cartilage Derived from Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells Expresses Lubricin In Vitro and In Vivo*. PLoS One, 2016. **11**(2): p. e0148777.
52. Ateshian, G.A., et al., *Finite deformation biphasic material properties of bovine articular cartilage from confined compression experiments*. J Biomech, 1997. **30**(11-12): p. 1157–64.
53. Poole, C.A., *Articular cartilage chondrons: form, function and failure*. J Anat, 1997. **191** (Pt 1)(Pt 1): p. 1–13.
54. Maroudas, A., *Physicochemical properties of articular cartilage*. Adult articular cartilage, 1979: p. 215–290.
55. Mankin, H., *Form and function of articular cartilage*. Orthopaedic Basic Science., 1994: p. 1–44.
56. SL-Y, W., *Ligament, tendon, and joint capsule insertions to bone*. Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues, 1988: p. 133–166.
57. Redman, S., S. Oldfield, and C. Archer, *Current strategies for articular cartilage repair*. Eur Cell Mater, 2005. **9**(23-32): p. 23–32.
58. Yoshioka, M., et al., *Differences in the repair process of longitudinal and transverse injuries of cartilage in the rat knee*. Osteoarthritis and Cartilage, 1998. **6**(1): p. 66–75.
59. Hwang, N.S. and J. Elisseeff, *Application of stem cells for articular cartilage regeneration*. The journal of knee surgery, 2009. **22**(01): p. 60–71.

60. Nordin, M. and V.H. Frankel, *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 2001: Lippincott Williams & Wilkins.
61. Brockett, C.L. and G.J. Chapman, *Biomechanics of the ankle*. Orthop Trauma, 2016. **30**(3): p. 232–238.
62. Sarrafian, S.K., *Biomechanics of the subtalar joint complex*. Clin Orthop Relat Res, 1993(290): p. 17–26.
63. Hicks, J.H., *The mechanics of the foot. I. The joints*. J Anat, 1953. **87**(4): p. 345–57.
64. Barnett, C.H. and J.R. Napier, *The axis of rotation at the ankle joint in man; its influence upon the form of the talus and the mobility of the fibula*. J Anat, 1952. **86**(1): p. 1–9.
65. Lundberg, A., et al., *The axis of rotation of the ankle joint*. J Bone Joint Surg Br, 1989. **71**(1): p. 94–9.
66. Grimston, S.K., et al., *Differences in ankle joint complex range of motion as a function of age*. Foot Ankle, 1993. **14**(4): p. 215–22.
67. Stauffer, R.N., E.Y. Chao, and R.C. Brewster, *Force and motion analysis of the normal, diseased, and prosthetic ankle joint*. Clin Orthop Relat Res, 1977(127): p. 189–96.
68. Valderrabano, V., et al., *Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis*. Am J Sports Med, 2006. **34**(4): p. 612–20.
69. Calhoun, J.H., et al., *A comprehensive study of pressure distribution in the ankle joint with inversion and eversion*. Foot Ankle Int, 1994. **15**(3): p. 125–33.
70. Burdett, R.G., *Forces predicted at the ankle during running*. Med Sci Sports Exerc, 1982. **14**(4): p. 308–16.
71. Hunter, L. and J. Fortune, *Foot and ankle biomechanics*. South African Journal of Physiotherapy, 2000. **56**(1): p. 17.
72. Calhoun, J.H., et al., *A comprehensive study of pressure distribution in the ankle joint with inversion and eversion*. Foot & ankle international, 1994. **15**(3): p. 125–133.
73. Michael, J.M., et al., *Biomechanics of the ankle joint and clinical outcomes of total ankle replacement*. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 2008. **1**(4): p. 276–294.
74. Kimizuka, M., H. Kurosawa, and T. Fukubayashi, *Load-bearing pattern of the ankle joint: contact area and pressure distribution*. Archives of orthopaedic and traumatic surgery, 1980. **96**(1): p. 45–49.
75. de Asla, R.J., et al., *Six DOF in vivo kinematics of the ankle joint complex: application of a combined dual-orthogonal fluoroscopic and magnetic resonance imaging technique*. Journal of Orthopaedic Research, 2006. **24**(5): p. 1019–1027.
76. Burman, M.S., *Arthroscopy or the direct visualization of joints: an experimental cadaver study*. JBJS, 1931. **13**(4): p. 669–695.
77. Bosien, W.R., O.S. Staples, and S.W. Russell, *Residual disability following acute ankle sprains*. JBJS, 1955. **37**(6): p. 1237–1243.
78. Hermanson, E. and R.D. Ferkel, *Bilateral osteochondral lesions of the talus*. Foot & ankle international, 2009. **30**(8): p. 723–727.

79. Leontaritis, N., L. Hinojosa, and V.K. Panchbhavi, *Arthroscopically detected intra-articular lesions associated with acute ankle fractures*. JBJS, 2009. **91**(2): p. 333–339.
80. König, F., *Über freie Körper in den Gelenken*. Dtsch Z Chir, 1888. **27**: p. 90–109.
81. Thordarson, D.B., *Talar body fractures*. Orthopedic Clinics of North America, 2001. **32**(1): p. 65–77.
82. Flick, A. and N. Gould, *Osteochondritis dissecans of the talus (transchondral fractures of the talus): review of the literature and new surgical approach for medial dome lesions*. Foot & ankle, 1985. **5**(4): p. 165–185.
83. Pick, M.P., *Familial osteochondritis dissecans*. The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume, 1955. **37**(1): p. 142–145.
84. FLORIO, L. and G. DELCROIX, *OSTEOCHONDRITIS DISSECANS OF THE ELBOW*. Archivio "putti" di Chirurgia Degli Organi di Movimento, 1965. **20**: p. 325–338.
85. Mubarak, S.J. and N.C. Carroll, *Familial osteochondritis dissecans of the knee*. Clin Orthop Relat Res, 1979(140): p. 131–6.
86. TRIAS, A., K. MUELLER, and R. Ray, *Epiphysial stapling*. Surgery, Gynecology & Obstetrics, 1961. **113**: p. 315–323.
87. O'Loughlin, P.F., B.E. Heyworth, and J.G. Kennedy, *Current concepts in the diagnosis and treatment of osteochondral lesions of the ankle*. The American journal of sports medicine, 2010. **38**(2): p. 392–404.
88. Bashir, A., et al., *Nondestructive imaging of human cartilage glycosaminoglycan concentration by MRI*. Magnetic Resonance in Medicine: An Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine, 1999. **41**(5): p. 857–865.
89. Nieminen, M.T., et al., *T2 relaxation reveals spatial collagen architecture in articular cartilage: a comparative quantitative MRI and polarized light microscopic study*. Magnetic Resonance in Medicine: An Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine, 2001. **46**(3): p. 487–493.
90. Eckstein, F., et al., *Non-invasive determination of cartilage thickness throughout joint surfaces using magnetic resonance imaging*. Journal of biomechanics, 1997. **30**(3): p. 285–289.
91. Shimozono, Y., et al., *Osteochondral lesions of the talus in the athlete: up to date review*. Current reviews in musculoskeletal medicine, 2017. **10**(1): p. 131–140.
92. Hepple, S., I.G. Winson, and D. Glew, *Osteochondral lesions of the talus: a revised classification*. Foot & ankle international, 1999. **20**(12): p. 789–793.
93. Mintz, D.N., et al., *Osteochondral lesions of the talus: a new magnetic resonance grading system with arthroscopic correlation*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2003. **19**(4): p. 353–359.
94. Brittberg, M. and C.S. Winalski, *Evaluation of cartilage injuries and repair*. JBJS, 2003. **85**(suppl_2): p. 58–69.
95. Raikin, S.M., et al., *Osteochondral lesions of the talus: localization and morphologic data from 424 patients using a novel anatomical grid scheme*. Foot & ankle international, 2007. **28**(2): p. 154–161.

96. Choi, W.J., et al., *Prognostic significance of the containment and location of osteochondral lesions of the talus: independent adverse outcomes associated with uncontained lesions of the talar shoulder*. The American Journal of Sports Medicine, 2013. **41**(1): p. 126–133.
97. Christensen, J., H. Driscoll, and A. Tencer, 1994 *William J. Stickel Gold Award*. *Contact characteristics of the ankle joint. Part 2. The effects of talar dome cartilage defects*. Journal of the American Podiatric Medical Association, 1994. **84**(11): p. 537–547.
98. Scranton Jr, P.E. and J.E. McDermott, *Treatment of type V osteochondral lesions of the talus with ipsilateral knee osteochondral autografts*. Foot & ankle international, 2001. **22**(5): p. 380–384.
99. Choi, G.W., et al., *Osteochondral lesions of the talus: are there any differences between osteochondral and chondral types?* The American journal of sports medicine, 2013. **41**(3): p. 504–510.
100. Becher, C. and H. Thermann, *Results of microfracture in the treatment of articular cartilage defects of the talus*. Foot & ankle international, 2005. **26**(8): p. 583–589.
101. Gill, T.J., et al., *Chondral defect repair after the microfracture procedure: a nonhuman primate model*. The American journal of sports medicine, 2005. **33**(5): p. 680–685.
102. Lee, D.-H., et al., *Comparison of early versus delayed weightbearing outcomes after microfracture for small to mid-sized osteochondral lesions of the talus*. The American journal of sports medicine, 2012. **40**(9): p. 2023–2028.
103. Looze, C.A., et al., *Evaluation and management of osteochondral lesions of the talus*. Cartilage, 2017. **8**(1): p. 19–30.
104. Rikken, Q.G. and G.M. Kerkhoffs, *Osteochondral lesions of the talus: an individualized treatment paradigm from the Amsterdam perspective*. Foot and ankle clinics, 2021. **26**(1): p. 121–136.
105. Schwartz, A.M., et al., *Surgical treatment of talus OCL: mid-to long-term clinical outcome with detailed analyses of return to sport*. The Journal of Foot and Ankle Surgery, 2021. **60**(6): p. 1188–1192.
106. Cao, J., et al., *Effectiveness and safety of arthroscopy combined with radial extracorporeal shockwave therapy for osteochondritis of the talus: a prospective, single-centre, randomized, double-blind study*. The Bone & Joint Journal, 2023. **105**(10): p. 1108–1114.
107. McKeon, P.O. and J. Hertel, *Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective?* Journal of athletic training, 2008. **43**(3): p. 305–315.
108. Bleakley, C., S. McDonough, and D. MacAuley, *The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials*. The American journal of sports medicine, 2004. **32**(1): p. 251–261.
109. Duramaz, A. and E. Baca, *Microfracture provides better clinical results than debridement in the treatment of acute talar osteochondral lesions using arthroscopic assisted fixation of acute ankle fractures*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2018. **26**(10): p. 3089–3095.
110. Buck, T.M., et al., *Non-operative management for osteochondral lesions of the talus: a systematic review of treatment modalities, clinical-and radiological*

- outcomes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2023. **31**(8): p. 3517–3527.
111. Thomas, R.H. and T.R. Daniels, *Ankle arthritis*. *JBJS*, 2003. **85**(5): p. 923–936.
 112. Andia, I. and N. Maffulli, *Platelet-rich plasma for managing pain and inflammation in osteoarthritis*. *Nature Reviews Rheumatology*, 2013. **9**(12): p. 721–730.
 113. Kon, E., et al., *Platelet-rich plasma (PRP) to treat sports injuries: evidence to support its use*. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2011. **19**(4): p. 516–527.
 114. Baltzer, A., et al., *Autologous conditioned serum (Orthokine) is an effective treatment for knee osteoarthritis*. *Osteoarthritis and cartilage*, 2009. **17**(2): p. 152–160.
 115. Zengerink, M., et al., *Treatment of osteochondral lesions of the talus: a systematic review*. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2010. **18**(2): p. 238–246.
 116. Choi, W.J., et al., *Osteochondral lesion of the talus: is there a critical defect size for poor outcome?* *The American journal of sports medicine*, 2009. **37**(10): p. 1974–1980.
 117. Gobbi, A., et al., *Osteochondral lesions of the talus: randomized controlled trial comparing chondroplasty, microfracture, and osteochondral autograft transplantation*. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 2006. **22**(10): p. 1085–1092.
 118. Lee, K.-B., et al., *Arthroscopic microfracture for osteochondral lesions of the talus*. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2010. **18**(2): p. 247–253.
 119. Thermann, H., *Treatment of osteochondritis dissecans of the talus: a long-term follow-up*. *Sports Med. Arthroscopy Rev.*, 1994. **2**: p. 284–288.
 120. Kumai, T., et al., *Arthroscopic drilling for the treatment of osteochondral lesions of the talus*. *JBJS*, 1999. **81**(9): p. 1229–35.
 121. Cuttica, D.J., et al., *Correlation of MRI edema and clinical outcomes following microfracture of osteochondral lesions of the talus*. *Foot & ankle specialist*, 2011. **4**(5): p. 274–279.
 122. Lee, K.-B., et al., *Second-look arthroscopic findings and clinical outcomes after microfracture for osteochondral lesions of the talus*. *The American journal of sports medicine*, 2009. **37**(1_suppl): p. 63–70.
 123. Steinwachs, M., T. Gugli, and P. Kreuz, *Marrow stimulation techniques*. *Injury*, 2008. **39**(1): p. 26–31.
 124. Latt, L.D., et al., *Effect of graft height mismatch on contact pressures with osteochondral grafting of the talus*. *The American journal of sports medicine*, 2011. **39**(12): p. 2662–2669.
 125. Fansa, A.M., et al., *Autologous osteochondral transplantation of the talus partially restores contact mechanics of the ankle joint*. *The American journal of sports medicine*, 2011. **39**(11): p. 2457–2465.
 126. Hangody, L., et al., *Autologous osteochondral grafting—technique and long-term results*. *Injury*, 2008. **39**(1): p. 32–39.
 127. Kennedy, J.G. and C.D. Murawski, *The treatment of osteochondral lesions of the talus with autologous osteochondral transplantation and bone marrow aspirate concentrate: surgical technique*. *Cartilage*, 2011. **2**(4): p. 327–336.

128. Paul, J., et al., *Sports activity after osteochondral transplantation of the talus*. The American journal of sports medicine, 2012. **40**(4): p. 870–874.
129. Lamb, J., et al., *Chevron-type medial malleolar osteotomy: a functional, radiographic and quantitative T2-mapping MRI analysis*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2013. **21**(6): p. 1283–1288.
130. Paul, J., et al., *Donor-site morbidity after osteochondral autologous transplantation for lesions of the talus*. JBJS, 2009. **91**(7): p. 1683–1688.
131. Reddy, S., et al., *The morbidity associated with osteochondral harvest from asymptomatic knees for the treatment of osteochondral lesions of the talus*. The American journal of sports medicine, 2007. **35**(1): p. 80–85.
132. Raikin, S.M., *Fresh osteochondral allografts for large-volume cystic osteochondral defects of the talus*. JBJS, 2009. **91**(12): p. 2818–2826.
133. El-Rashidy, H., et al., *Fresh osteochondral allograft for the treatment of cartilage defects of the talus: a retrospective review*. JBJS, 2011. **93**(17): p. 1634–1640.
134. Brittberg, M., et al., *Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation*. New england journal of medicine, 1994. **331**(14): p. 889–895.
135. Niemeyer, P., et al., *Autologous chondrocyte implantation for the treatment of chondral and osteochondral defects of the talus: a meta-analysis of available evidence*. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy, 2012. **20**(9): p. 1696–1703.
136. Giannini, S., et al., *Autologous chondrocyte transplantation in osteochondral lesions of the ankle joint*. Foot & ankle international, 2001. **22**(6): p. 513–517.
137. Battaglia, M., et al., *Arthroscopic autologous chondrocyte implantation in osteochondral lesions of the talus: mid-term T2-mapping MRI evaluation*. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2011. **19**(8): p. 1376–1384.
138. Jones, C., et al., *Matrix-induced autologous chondrocyte implantation in sheep: objective assessments including confocal arthroscopy*. Journal of Orthopaedic Research, 2008. **26**(3): p. 292–303.
139. Haleem, A.M. and C.R. Chu, *Advances in tissue engineering techniques for articular cartilage repair*. Operative Techniques in Orthopaedics, 2010. **20**(2): p. 76–89.
140. Giannini, S., et al., *Arthroscopic autologous chondrocyte implantation in osteochondral lesions of the talus: surgical technique and results*. The American journal of sports medicine, 2008. **36**(5): p. 873–880.
141. Magnan, B., et al., *Three-dimensional matrix-induced autologous chondrocytes implantation for osteochondral lesions of the talus: midterm results*. Advances in orthopedics, 2012. **2012**(1): p. 942174.
142. Lehane, K., et al., *Basics of Ankle Arthroscopy Part 1: Patient Positioning and Preparation for Anterior Ankle Arthroscopy*. Arthroscopy Techniques, 2025. **14**(4): p. 103320.
143. Butler, J.J., et al., *Basics of ankle arthroscopy part 2: Surface anatomy, portal placement, and diagnostic evaluation for anterior ankle arthroscopy*. Arthroscopy Techniques, 2025. **14**(4): p. 103321.

144. Mercer, D., et al., *The course of the distal saphenous nerve: a cadaveric investigation and clinical implications*. The Iowa orthopaedic journal, 2011. **31**: p. 231.
145. Stephens, M. and P.M. Kelly, *Fourth toe flexion sign: a new clinical sign for identification of the superficial peroneal nerve*. Foot & Ankle International, 2000. **21**(10): p. 860–863.
146. Kitaoka, H.B., et al., *Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes*. Foot & ankle international, 1994. **15**(7): p. 349–353.
147. Martin, R.L., et al., *Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)*. Foot & ankle international, 2005. **26**(11): p. 968–983.
148. Van Dijk, C.N., *Ankle arthroscopy: techniques developed by the Amsterdam Foot and Ankle School*. 2014: Springer Science & Business.
149. Cuttica, D.J., et al., *Osteochondral lesions of the talus: predictors of clinical outcome*. Foot & ankle international, 2011. **32**(11): p. 1045–1051.
150. Nishida, S., et al., *Number of osteoprogenitor cells in human bone marrow markedly decreases after skeletal maturation*. Journal of bone and mineral metabolism, 1999. **17**(3): p. 171–177.
151. Egrise, D., et al., *The number of fibroblastic colonies formed from bone marrow is decreased and the in vitro proliferation rate of trabecular bone cells increased in aged rats*. Bone, 1992. **13**(5): p. 355–361.
152. Kim, Y.S., et al., *Factors associated with the clinical outcomes of the osteochondral autograft transfer system in osteochondral lesions of the talus: second-look arthroscopic evaluation*. The American journal of sports medicine, 2012. **40**(12): p. 2709–2719.
153. Bai, L., et al., *Analysis of factors affecting the prognosis of osteochondral lesions of the talus*. International Orthopaedics, 2023. **47**(3): p. 861–871.
154. van Diepen, P.R., et al., *Location Distribution of 2,087 Osteochondral Lesions of the Talus*. Cartilage, 2021. **13**(1_suppl): p. 1344s–1353s.
155. Choi, W.J., et al., *Prognostic significance of the containment and location of osteochondral lesions of the talus: independent adverse outcomes associated with uncontained lesions of the talar shoulder*. Am J Sports Med, 2013. **41**(1): p. 126–33.
156. Choi, W.J., J. Jo, and J.W. Lee, *Osteochondral lesion of the talus: prognostic factors affecting the clinical outcome after arthroscopic marrow stimulation technique*. Foot and ankle clinics, 2013. **18**(1): p. 67–78.
157. Schimmer, R.C., W. Dick, and B. Hintermann, *The role of ankle arthroscopy in the treatment strategies of osteochondritis dissecans lesions of the talus*. Foot & ankle international, 2001. **22**(11): p. 895–900.
158. Giannini, S., et al., *Biological osteosynthesis in osteochondral lesions of the talus*. Ital J Orthop Traumatol, 1989. **15**(4): p. 425–32.
159. Ramponi, L., et al., *Lesion size is a predictor of clinical outcomes after bone marrow stimulation for osteochondral lesions of the talus: a systematic review*. The American journal of sports medicine, 2017. **45**(7): p. 1698–1705.
160. Yontar, N.S., et al., *One step treatment of talus osteochondral lesions with microfracture and cell free hyaluronic acid based scaffold combination*. Acta orthopaedica et traumatologica turcica, 2019. **53**(5): p. 372–375.

161. Aldahshan, W.A., et al., *Lesion depth and marrow stimulation results*. Foot Ankle Surg, 2023. **29**(2): p. 165–170.
162. Angthong, C., et al., *Critical three-dimensional factors affecting outcome in osteochondral lesion of the talus*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013. **21**(6): p. 1418–26.

