



**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KALKANEUS KIRIKLARINDA
PROGNOSTİK FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ**

**UZMANLIK TEZİ
Dr. Ömer ACET**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Muhammed KÖROĞLU**

MALATYA- 2025



**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KALKANEUS KIRIKLARINDA
PROGNOSTİK FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Ömer ACET
ORCID ID: 0009-0000-0033-6434**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Muhammed KÖROĞLU**

MALATYA- 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Tarihçe	3
2.2. Gelişimsel Embriyoloji	4
2.3. Anatomi.....	5
2.3.1. Kemik Anatomisi	5
2.3.2. Eklem Anatomisi.....	6
2.3.3. Kas ve Ligament Anatomisi.....	7
2.3.4. Arteryel Anatomik Yapılar	9
2.3.5. Venöz Anatomik Yapılar	11
2.3.6. Sinirsel Yapılar	12
2.3.7. Kalkaneus Radyolojik Anatomik Değerlendirilmesi	15
2.4. Kırığın Oluşum Mekanizması.....	16
2.5. Kalkaneus Kırıklarında Klinik Değerlendirme	18
2.6. Radyolojik Değerlendirme	20
2.7. Kalkaneus Kırıklarının Sınıflandırması	23
2.8. Kalkaneus Kırıklarının Tedavisi	29
2.8.1. Konservatif Tedavi.....	30
2.8.2. Cerrahi Tedavi.....	30
2.9. Komplikasyonlar	45
3. MATERYAL VE METOT	49
3.1. Radyolojik Değerlendirme	50
3.2. Cerrahi Teknik	53
3.3. İstatistiksel Analiz.....	55
4. BULGULAR.....	56
5. TARTIŞMA	68

6. SONUÇ	79
KAYNAKLAR	80
EKLER.....	91
EK-1. Etik Kurul Onayı	91



TEŞEKKÜR

Geçirdiğim uzmanlık eğitimi programı boyunca bana desteklerini ve hoşgörüsünü esirgemeyen, tecrübeleriyle eğitimime katkıları olan saygıdeğer hocalarım, Prof. Dr. Kadir Ertem, Prof. Dr. Ahmet Harma, Prof.Dr. Mustafa Karakaplan, Prof. Dr. Reşit Sevimli, Doç. Dr. Emre Ergen, Doç. Dr. Okan Aslantürk, Doç. Dr. Muhammed Köroğlu Dr. Ö. Ü. Dr. Hüseyin Utku Özdeş ve Dr. Ö. Ü. Dr. Hakan Ertem'e teşekkürü bir borç bilirim.

Uzmanlık eğitimi süresince birlikte çalıştığım ve çalışırken mutlu hissettiğim asistan abilerime ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Klinikte birlikte çalışma fırsatı bulduğum sağlık memurları, hemşireler, tıbbi sekreterlere ve yardımcı sağlık personellerine sağladıkları keyifli ve huzurlu ortam için teşekkür ederim.

Verilerin toplanmasında bana yardımcı olan kıymetli çalışma arkadaşım Dr. M. Barakat'a teşekkür ederim.

Tezimin yazılması ve düzenlenmesi aşamalarında yönlendiren ve yardımcı olan tez danışmanı hocam sayın Doç. Dr. Muhammed Köroğlu'na ayrıca teşekkür ederim.

Hayatım boyunca yanımda duran desteklerini hissettiğim anneme ve babama çok teşekkür ederim. Meşakatli asistanlık dönemi boyunca yanımda duran sevgili eşim Sedef'e ve varlıklarıyla huzur bulduğum çocuklarım Ahmet, Neva ve Büşra'ya teşekkür ederim.

ÖZET

Kalkaneus Kırıklarında Prognostik Faktörlerin Belirlenmesi

Amaç: Kalkaneus kemiği, ayakta yük taşıma ve hareketin sağlanmasında, ayak ve ayak bileğindeki diğer anatomik yapılarla birlikte, güçlü bir biyomekanik uyum ve fonksiyonel korelasyon içerisindedir. Genel olarak, yüksekten düşme gibi yüksek enerjili travmalar sonrası kalkaneus kırığı ortaya çıkmaktadır. Kalkaneus kırıkları sonrasında uygulanacak takip ve tedavi süreci hem fonksiyonel hem de yapısal iyileşme açısından klinik önemini korumaktadır. Çalışmada, prospektif olarak kalkaneus kırık sebebiyle konservatif ve cerrahi yöntemle tedavi edilen hastaların bir yıl boyunca takibi sonucu klinik sonuçları etkileyen prognostik faktörleri değerlendirdi. Aynı zamanda kalkaneus kırığı gelişen hastalarda konservatif veya cerrahi tedavi sonrasında, kalkaneusun tomografik olarak ölçülen hacimsel değişimin klinik ve fonksiyonel sonuçlar ile ilişkisi değerlendirildi.

Materyal ve Metot: İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde, Ekim 2023 itibariyle kalkaneus kırığı sebebiyle konservatif ya da cerrahi işlem yapılan hastaların klinik, fonksiyonel ve radyolojik ölçüm sonuçları prospektif olarak incelendi. Hastalar 3. ay, 6. ay ve 12. aylarda periyodik olarak kontrollere çağrıldı. Fizik muayene ile birlikte VAS, AOFAS, FAAM ve SF-12 gibi fonksiyonel skorlamaları uygulandı. Son kontrollerinde (12. Ayda) tüm hastalara her iki ayağı içerecek şekilde bilgisayarlı tomografi (BT) çekildi.

Bulgular: Çalışmaya dâhil edilen 38 hastanın ortalama yaşı 46 (18–77) olup, takip süresi ortalama 12 aydı. Hastaların 32'si erkek, 6'sı kadındı. Olguların 6'sı konservatif, 32'si cerrahi yöntemle tedavi edildi. Cerrahi uygulanan hastaların 25'ine açık redüksiyon internal fiksasyon (ORIF), 7'sine vida ile tespit işlemi yapıldı. Hastaların 18'i sigara kullanıcısıydı ve 9'unda politravma mevcuttu. Ortalama beden kitle indeksi 23 (20–30) idi. Kırıklar, Sanders sınıflamasına göre; 22'si Tip 2, 8'i Tip 3 ve 8'ide Tip 4 olarak değerlendirildi. Parsiyel yük verme ortalama 45. günde, tam yük verme ise ortalama 90. günde başlatıldı. Tedavi öncesi 28 hastada eklem içi basamaklanma mevcutken, takip sonunda tüm hastalarda eklem içi uyumun sağlandığı gözlemlendi. Takip sürecinde 21 hastada subtalar artroz gelişti. Ayrıca, 11 hastada ayakkabı numarası değişimi gerekmiş olup, cerrahi sonrası kalkaneus hacminde anlamlı artış saptanmıştır.

Sonuç: Çalışmamızda, kalkaneus kırığı cerrahisi sonrasında hastalarda kalkaneus hacminde artış saptanmıştır. Kalkaneus kırığı cerrahisi sonrası hacim artışının erken dönemde tespiti ve uygun ayakkabı seçiminin sağlanmasıyla, hastaların klinik ve fonksiyonel iyileşmesine olumlu etkisi ortaya konulmuştur.

Anahtar sözcükleri: Kalkaneus kırıkları, Açık redüksiyon internal fiksasyon, Sanders sınıflaması, Kalkaneus hacmi, Klinik ve Fonksiyonel iyileşme



ABSTRACT

Determination of Prognostic Factors in Calcaneal Fractures

Objective: The calcaneus bone, together with other anatomical structures in the foot and ankle, is involved in a strong biomechanical harmony and functional correlation in bearing weight and enabling movement in the foot. Calcaneal fractures generally occur after high-energy trauma, such as falls from a height. The follow-up and treatment process after calcaneal fractures remains clinically important in terms of both functional and structural recovery. The study prospectively evaluated the prognostic factors affecting clinical outcomes by following up patients treated conservatively and surgically for calcaneal fractures for one year. At the same time, the relationship between the volumetric change of the calcaneus measured by tomography after conservative or surgical treatment in patients with calcaneal fractures and clinical and functional outcomes was evaluated.

Materials and Methods: At the Orthopedics and Traumatology Clinic of İnönü University Faculty of Medicine, the clinical, functional, and radiological measurement results of patients who underwent conservative or surgical procedures for calcaneal fractures as of October 2023 were prospectively examined. Patients were periodically called for follow-up visits at 3 months, 6 months, and 12 months. Functional assessments, including VAS, AOFAS, FAAM, and SF-12, were performed alongside physical examinations. At their final follow-up (12 months), all patients underwent computed tomography (CT) scans of both feet.

Results: The mean age of the 38 patients included in the study was 46 (18–77), and the mean follow-up period was 12 months. Thirty-two patients were male and 6 were female. Six cases were treated conservatively and 32 were treated surgically. Of the patients who underwent surgery, 25 underwent open reduction internal fixation (ORIF) and 7 underwent screw fixation. Eighteen patients were smokers and 9 had multiple trauma. The average body mass index was 23 (20–30). According to the Sanders classification, 22 fractures were classified as Type 2, 8 as Type 3 and 8 as Type 4. Partial weight bearing was initiated on average on the 45th day, and full weight bearing on average on the 90th day. While 28 patients had intra-articular step-up before treatment, intra-articular alignment was achieved in all patients at follow-up. Subtalar arthrosis developed in 21 patients during follow-up. Additionally, 11 patients required a change in shoe size, and a significant increase in calcaneal volume was detected after surgery.

Conclusion: Our study, found an increase in calcaneal volume in patients following calcaneal fracture surgery. The early detection of volume increase after calcaneal fracture surgery and ensuring appropriate footwear selection were shown to have a positive effect on patients' clinical and functional recovery.

Key words: Calcaneal fractures, Open reduction internal fixation, Sanders classification, Calcaneal volume, Clinical and functional recovery



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AO	: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AOFAS	: American Orthopaedic Foot Ankle Society
AP	: Anterior posterior
ARİF	: Açık Redüksiyon İnternal Fiksasyon
ARK	: arkadaşları
BKİ	:Beden Kitle İndeksi
BT	: Bilgisayarlı tomografi
CM	: Santimetre
CM³	: Santimetre Küp
FAAM	: Foot Ankle Ability Measure
GYA	: Günlük Yaşam Aktivitesi
İ.V	: İntravenöz
K teli	: Kirschner teli
MAKS	: Maksimum
MİN	: Minimum
MM	: Milimetre
OTA	: Orthopedic Trauma Association
SAÖ	: Spor Alt Ölçeği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 2.1. Kalkaneus: farklı yönlerden görünümü. A) Üstten görünüm. B) Alttan görünüm. C) Lateralinden görünüm	6
Şekil 2.2. Kalkaneus'un medialinden geçen anatomik oluşumlar.....	8
Şekil 2.3. Kalkaneus'un kanlanması.....	10
Şekil 2.4. Anterior tibial arter ve dalları	11
Şekil 2.5. Ayağın venöz anatomik yapısı	12
Şekil 2.6. Posterior tibial sinir ve dalları	13
Şekil 2.7. Ayağın dorsal ve plantar dermatom alanları	14
Şekil 2.8. Kalkaneus'un lateralinden geçen anatomik yapılar.....	14
Şekil 2.9. Lateral grafide Böhler (A) ve Gissane(B) açıları	16
Şekil 2.10. Kırık oluşum mekanizması.....	17
Şekil 2.11. Kırık hattının koronal(A) ve lateral(B) görüntüsü.	17
Şekil 2.12. Kırık sonrası cilt görünümü.....	20
Şekil 2.13. Lateral grafide çift gölgelenme (double density). A) Lateral grafi görüntüsü B) ameliyat sırasındaki görüntü (17).....	21
Şekil 2.14. Broden çekim görüntüsü.	22
Şekil 2.15. 1) Kalkaneus yükseklik. 2) Kalkaneal uzunluk. 3) Harris radyografisinde kalkaneal genişlik.	23
Şekil 2.16. Essex-Lopresti sınıflaması kırık oluşum mekanizması	24
Şekil 2.17. Eklem dışı kalkaneus kırıklarının şematik görünümü (a) Sustentakulum kırığı, (b) Medial kalkaneal proses kırığı, (c) Peroneal tüberkül kırığı, (d) Kalkaneus tüberkül kırığı, (e) Vertikal cisim kırığı, (f) Ön proses kırığı	25
Şekil 2.18. Zwipp BT sınıflaması.....	26
Şekil 2.19. Sanders BT sınıflaması.....	28
Şekil 2.20. A) Sanders sınıflaması tip 3BC aksiyel BT görüntüsü. B) Sanders tip 2A aksiyel BT görüntüsü	28
Şekil 2.21. McReynolds'a göre medial yaklaşım	31
Şekil 2.22. Lateral yaklaşım	32
Şekil 2.23. Lateral yaklaşım A) Modifiye Kocher yaklaşım. B) Selligson lateral yaklaşım	33

Şekil 2.24. Minimal invaziv teknikle tedavi edilen kalkaneus kırığında, retrograd K-tellerin perkütan olarak tuber kalkanei üzerinden yerleştirildiği giriş noktaları görüntüsü	36
Şekil 2.25. Perkütan Essex-Lopresti manevrası.	37
Şekil 2.26. Sanders tip 2A kırığı olan hastaya 3 adet kanülle vida ile perkütan tespit uygulanması	37
Şekil 2.27. Dil tipi kırığı olan hastaya 2 adet kanülle vida ile perkütan tespit uygulaması.	37
Şekil 2.28. Dil tipi kırık sonrası X-ray görüntüleri.....	38
Şekil 2.29. Kalkaneus kırığı gelişen hastanın intraoperatif görüntüleri	40
Şekil 2.30. Kalkaneus kırığı gelişen hastanın intraoperatif görüntüleri	41
Şekil 2.31. Sanders tip 3AC kırığı olan hastaya ARİF ile plak vida tespiti uygulaması 41	
Şekil 2.32. Talonaviküler eklem çıkığına, sustantakulum tali kırığının eşlik ettiği eklem dışı kalkaneus kırığı görüntüleri.....	43
Şekil 2.33. Kalkaneus kırığı gelişen hastanın takipteki lateral X-ray görüntüleri.....	45
Şekil 2.34. Postoperatif insizyon bölgesinde görülen cilt problemleri.....	46
Şekil 3.1. Kalkaneus cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası radyolojik ölçümler.	51
Şekil 3.2. Somatom Definition Flash çift dedektörlü BT cihazı	52
Şekil 3.3. Her iki ayağı düz nötral pozisyonda ve medial malleol arası sıfır mesafe olacak şekilde çekim standartizasyonu	52

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 2.1. Direk Radyografi ve BT'ye dayalı sınıflamalar.	24
Tablo 4.1. Hastaların demografik, klinik ve tedaviye ilişkin özellikleri.....	56
Tablo 4.2. Hastaların preoperatif ve postoperatif radyolojik ölçümleri ile klinik ve fonksiyonel değerlendirme skorlarının istatistiksel özeti.....	57
Tablo 4.3. Sağlam taraf ve tedavi sonrası kırık taraf radyolojik ölçümlerin değişimi ve gruplar arası farklılıkların değerlendirilmesi.....	58
Tablo 4.4. Cerrahi sonrası radyolojik değişiklikler ile fonksiyonel skorlamalar arasındaki ilişki	58
Tablo 4.5. Kalkaneus hacmi ve değişiminin değerlendirilmesi klinik bulgulara etkisinin değerlendirilmesi	59
Tablo 4.6. Tam ve parsiyel yük verme zamanlarının klinik özelliklere göre incelenmesi.....	60
Tablo 4.7. Takip sürecinde VAS, FAAM, AOFAS ve SF-12 ölçeklerine ait medyan değerler ile gruplar arası ve grup içi karşılaştırma sonuçları	61
Tablo 4.8. Klinik ve fonksiyonel sonuçlar ile yaş, vücut kitle indeksi ve ameliyat süreci değişkenleri arasındaki korelasyon analizi.....	62
Tablo 4.9. Sanders sınıflamasında kırık tiplerinin fonksiyonel sonuçlarla ilişkisi	63
Tablo 4.10. Sigara kullanımına göre klinik skorların zaman içindeki değişimi	64
Tablo 4.11. Tedavi yönteminin fonksiyonel sonuçlarla ilişki analizi	65
Tablo 4.12. Politravma bazlı klinik skorların zaman içindeki değişimi	65
Tablo 4.13. Subtalar eklemden artrozun fonksiyonel sonuçlarla ilişkisi	66
Tablo 4.14. Klinik ve fonksiyonel ölçümlerin cinsiyet durumu ile ilişkisinin analizi ...	67

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kalkaneus kemiği, ayakta bulunan büyük ve güçlü bir topuk kemiğidir. İnsan vücudundaki en büyük ayak kemiği olup, insan yürüyüş mekanizmasının devamlılığında önemli bir rol oynar. Yürüme, koşma ve zıplama gibi aktivitelerde önemli görevleri vardır çünkü ağırlığın büyük kısmını kalkaneus kemiği taşır. Kalkaneus kırıkları genç ve ileri yaş döneminde sıklığı arttığından dolayı bimodal dağılım göstermektedir. Kırık sonrası dönemde iş gücü kaybı ve morbiditeye neden olmaktadır. Tarsal kemik kırıkları içinde en sık meydana gelen kırık kalkaneus kırığıdır ve bütün kırıklar içinde yaklaşık %2 oranında görülmektedir. Bunların %60-75'i eklem içi paterni içerir iken, % 1-3'ü ise kalkaneus tüberosit kırıklarını oluşturmaktadır. Bu kırıkların %17'sinde açık yaralanmalar eşlik etmektedir. Kalkaneus kırıklarının oluş mekanizması sıklıkla travmatik aksiyel yüklenmedir. Bu durum, yüksekte düşme ya da trafik kazaları sebebiyle yüksek enerjili travmalar sonucu meydana gelmektedir. Radyolojik ve teknolojik ilerlemeler sayesinde kalkaneus kırıklarının patomekaniği ve sınıflandırılması daha net biçimde ortaya konulmuştur. Tarihsel olarak, parçalı kalkaneus kırıklarında eklem içi uzanımı olmasına rağmen cerrahi dışı tedaviler ön planda tutulurken, kullanılan implantların biyomekanik olarak daha etkin üretilmesiyle beraber cerrahi tedavi tercihi ön plana çıkmıştır. Kalkaneus kırıkları için birçok tedavi yöntemi tariflenmiştir; anatomik implant seçeneği ve modern cerrahi teknikler deplase eklem içi kalkaneus kırıklarında cerrahi tedavi seçeneklerini altın standart haline getirmiştir (1). Kalkaneus kırığı gelişen hastalarda, yüksek enerjili yaralanma mekanizmasına bağlı olarak %10 omurga kırığı ve %26'sında diğer ekstremiteler yaralanmaları eşlik etmektedir (2,3). Modern tıp ışığındaki gelişmeler ile elde edilen kalkaneus kırığı sonrası klinik sonuçlarda iyileşme görülse de beraberinde cilt ve cerrahi alan komplikasyonları gibi ilave sorunları ortaya çıkarmıştır.

Kalkaneus kırıklarında cerrahi tedavide amaç, kalkaneusun kemik, eklem anatomik yapısını yeniden kazanmak ve yere düz, deformitesiz temas edebilen bir ayak elde etmektir. Bu durum, ağrısız yürüme paterninin kazanılmasında en önemli etkidir. Doğru tedavi edilmemiş intraartiküler kalkaneus kırıkları sonrası artroza bağlı olarak ağrı ve fonksiyon kayıpları görülebilir (4). Günümüzde açık cerrahi teknikler ile önlenebilir komplikasyonların gelişme ihtimalini en aza indirmek hedeflenmektedir. Kalkaneus kırıklarının sınıflandırma tipine göre konservatif takip edilip başarılı klinik sonuçlar elde edilen olgular literatürde mevcuttur.

Biz bu çalışmamızda, prospektif olarak kliniğimizde kalkaneus kırık sebebiyle konservatif ve cerrahi yöntemle tedavi ettiğimiz hastaların bir yıl boyunca takibi sonucu klinik sonuçları etkileyen prognostik faktörleri değerlendirdik. Amacımız, kalkaneus kırığı gelişen hastalarda konservatif veya cerrahi tedavi sonrasında kalkaneusun tomografik olarak ölçülen hacimsel değişimin, klinik ve fonksiyonel sonuçlar ile ilişkisini değerlendirmektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

İnsan evrimine bakıldığında, kalkaneus kemiğinin tarihsel anlamı, ayakta durmak ve yürüme işlevi ile doğrudan bağlantılıdır. İnsanların ve diğer memeli canlıların evrimsel döngüsüne ve sürecine bakıldığında, ayakta durma ve yürümeyi mümkün kılmak için kalkaneus kemiği evrimleşmiştir. Antik Yunan'dan Roma'ya kadar anatomistlerin çoğu, ayak yapısını irdeleyip incelemiş; daha modern zamanlarda bilim insanları ve hekimler, kalkaneus kemiğinin yapısı, işlevi ve fonksiyonu üzerine ileri düzeyde çalışmalar yapmışlardır. Kalkaneus kırıklarının tedavisinde son asırda birçok gelişme ve değişiklikler olmuştur. 17. ve 18. yüzyıllarda diğer kemik kırıklarında olduğu gibi, kalkaneus kırıklarında amaç enfeksiyon gelişmesini engellemektir. Bundan dolayı konservatif tedavi asıl tedavi şeklini oluşturmaktaydı. Bu dönemde, hastaların tetanoz ve gazlı gangrenden korunması adına açık olan kalkaneus yaralanmalarında parsiyel ya da total kalkanektomi uygulanmaktaydı.

Kalkaneus kırığı, Malgaigne tarafından 1843'te ilk defa tanımlanmıştır. Kalkaneus kırıklarının doğru teşhisinde, 1890'lı yılları itibarıyla X-ışının keşfi sonrası önemli miktarda artış olmuştur (5). Wilson ve Cotton, 1908 yılında açık redüksiyonun kalkaneus kırıklarında kontredike olduğunu öne sürmüşlerdir. V. Stockum, 1912 yılında subtalar ekleminde sürekli olan ağrı nedeniyle kalkaneus kırıklarının tedavisinde ilk primer subtalar füzyon ameliyatını yapmıştır. Kalkaneus kırığı sonrası staple ve vida ile osteosentez tespit yöntemini 1921 yılında vurgulayan Leriche, bu çalışmada kalkaneus kırığı internal tespiti üzerinde durmuştur (6,7). Böhler, 1931 yılında kalkaneus kırık tanısında önemli belirteç olan Böhler açısını tarif etmiş; daha sonra, uzun süre devam eden çalışmaları sonrasında yaşanan cerrahi komplikasyonlar nedeniyle kapalı redüksiyonun daha iyi bir tedavi seçeneği olduğunu öne sürmüştür. 1947'de Gissane açısını tariflemiş ve dil tipi kırıklarda tedavi metodu olarak perkütan vida metodunu geliştirdi (8). 1952 yılında ise Essex-Lopresti, kırığın sınıflandırmasında önemli tanımlar yapmış ve dil tip kırıklarda perkütan pinlemenin çok başarılı olduğunu; fakat intraartiküler çökme olan kırıklarda bunun koruyuculuk sağlanamadığını ve açık redüksiyonun gerekliliğini bildirmiştir (4). Tüm bunların ışığında, 1960'lı yıllarda kalkaneus kırıklarında cerrahi tedavinin komplikasyonları, konservatif tedaviyi daha ön plana çıkarmıştır (1).

Son 40 yılda, internal tespit tekniklerinde ve implant teknolojisinde ilerleme ile birlikte kalkaneus kırıklarında açık redüksiyon ve internal tespit yöntemleri öne çıkmıştır (6). Klinik duruma göre değişmekle birlikte kalkaneus kırıklarında açık redüksiyon ve internal tespit öncelikli tedavi şekli olarak görülmekte olup, cerrahi endikasyon ve yaklaşım şekli halen tartışılmaktadır (6,9).

2.2. Gelişimsel Embriyoloji

İntrauterin hayat üç bölümden oluşur. Ovular, embriyolojik ve fötalden dönemden oluşur. Ovular dönem, fertilizasyondan sonraki ilk iki haftadır; ovumun endometriuma yapışmasıyla gelişim başlamış olur. Sekizinci haftanın sonuna kadar devam eden embriyolojik dönem, intrauterin ikinci haftanın sonunda başlar. Doku ve organların gelişim ve değişim evresidir; kemik ve eklemlerin gelişmeye başladığı evredir. Fötal dönem ise, fertilizasyonun sekizinci haftasından doğuma kadar geçen süreçtir. Bu dönemde organlar gelişmeye devam ederler (10,11).

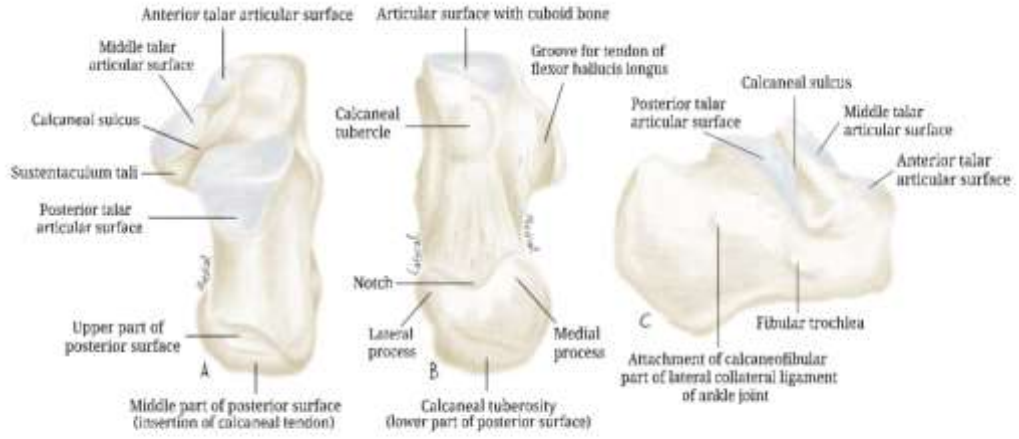
Ekstremité tomurcukları dördüncü hafta itibariyle ektoderm ile çevrili mezodermden oluşmaya başlar. Morfolojik olarak beşinci haftada artık seçilmeye başlarlar. Eklemler, altıncı haftada kemik oluşum bölgelerinde mezenşim aralıklarından farklılaşmış olur (10). Dördüncü haftada ekstremité şekillenmesi başlamış olup sekizinci haftanın bitiminde tamamlanmış olur. İlk dönemde ayağın plantar yüzü kraniale ve mediale bakacak şekilde pozisyon alır; gelişimin devam etmesiyle birlikte fizyolojik pozisyonu zamanla gelişir. Embriyolojik dönemde yedinci haftanın sonunda ayak tam sagittal pozisyona gelirken, embriyolojik dönemin sekizinci haftasında ise ayaklar birbirine tam paralel hale gelir. Bu dönemde ayak bileğinde açılanma yok ve ayaklar tam ekinizimde durmaktadır (10). Fetal dönem 10. hafta civarı ayak bileği hafif ekin ve dorsifleksiyondadır. Yaklaşık yedinci aya kadar ayaklar dua eden pozisyonunu korur, bu ay itibariyle kalkaneus ve talusun rotasyonel değişiklikleri ile doğumdaki pozisyonlarını alırlar. Bu dönemde fizyolojik pozisyonun belirlenmesindeki herhangi bir aksaklık, pes ekinovarus ve vertikal talus gibi konjenital ayak hastalıklarına neden olabilir (12). İntrauterin üçüncü ay itibariyle kalkaneus kemikleşmeye başlar; diğer tarsal kemikler ise bu süreyle takip ederek kemikleşmeye başlarlar. Kalkaneus sekonder kemikleşme merkezi olan tek tarsal kemiktir ve ayak kemikleri arasında büyüme hattı ilk kapanan kalkaneus apofizidir. Apofiz 12-22 yaş arasında geniş bir yelpazede kapanabilir.

2.3. Anatomi

2.3.1. Kemik Anatomisi

Arka ayak kemiklerinden olan kalkaneus kemiği, topuk olarak adlandırılmıştır. Tarsal kemiklerin en büyüğü olan kalkaneus kemiği, vücut ağırlığını zemine ileterek günlük streslere dayanacak şekilde özelleşmiş yapıya sahiptir. Bu özelleşmiş yapı ile kuvvet nakli ve fleksör kaslar için kaldıraç kolu görevi görür. Aynı zamanda şok ve yük absorpsiyonu görevi görür. Kalkaneus, topuğun çatısını oluşturmak üzere ayak bileği eklemının arkasına doğru yönelim göstermektedir. Düzensiz, kutu şekle sahip olup genel olarak uzun eksen ayağın orta çizgisine yönelmektedir. Talus'un altında yer alır ve onu destekler. Talus ile süperiorda, kuboidle anteriordan eklem yapar. Kalkaneus kemiğine birçok ligament ve tendon yapışır. Bipedal yürüme mekanığına yardımcı olur (13). Birçok eklem yüzünün yanı sıra bağ, tendonlar ve kaslar için origo ve insersiyon olan kemik çıkıntılar içerir. Kalkaneus'un üst yüzü, ön ve arka olmak üzere iki bölüm şeklinde değerlendirilir. Arka bölüm konveks bir anatomik yapıya sahipken; ön bölümde, kalkaneus talus'la üç eklem yüzü yapar. Kalkaneusun arka kısmında Tuber kalkanei bulunur. Tuber kalkanei, çıkıntı şeklinde olup ön tarafındaki alandan gelen kaslar ve bağlar yapışır. Tuber kalkanei'nin devamı niteliğindeki alt kısım, Aşil tendonunun yapışma bölgesidir; tendon, kalkaneusun arka yüzeyinin alt 2/3'lük kısmına tutunur (9,14).

Dış yüzü pürüzsüz ve geniş yapıya sahiptir. Dış yüzün orta bölgesinde trochlea peronealis (peroneal tüberkül) denen bir çıkıntı mevcut olup, bu nokta Lateral malleolün yaklaşık 2–3 cm alt kısmında palpe edilir. Onun da distalinde kalkaneokuboid eklem mevcuttur. Kalkaneusun iç yüzü konkav bir yapıya sahipken, medial malleol arka tarafından gelen tendon, sinir ve damarlar bu yüzden geçip ayak tabanına doğru ilerler. Kalkaneusun iç yüzünün kemik yapısı, kaslarla ve yumuşak doku ile örtülü olduğundan dolayı dış yüz gibi kolaylıkla palpe edilip hissedilemez. Bu yüzde, medial malleolün yaklaşık 2,5 cm altında ve ön kısmında sustentaculum tali denilen horizontal çıkıntı mevcuttur (Şekil 2.1.). Sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi denilen oluk, bu horizontal çıkıntının alt kısmında yer alırken, üstünde de orta faset bulunmaktadır (14).



Şekil 2.1. Kalkaneus: farklı yönlerden görünümü. A) Üstten görünüm. B) Alttan görünüm. C) Lateralden görünüm

2.3.2. Eklem Anatomisi

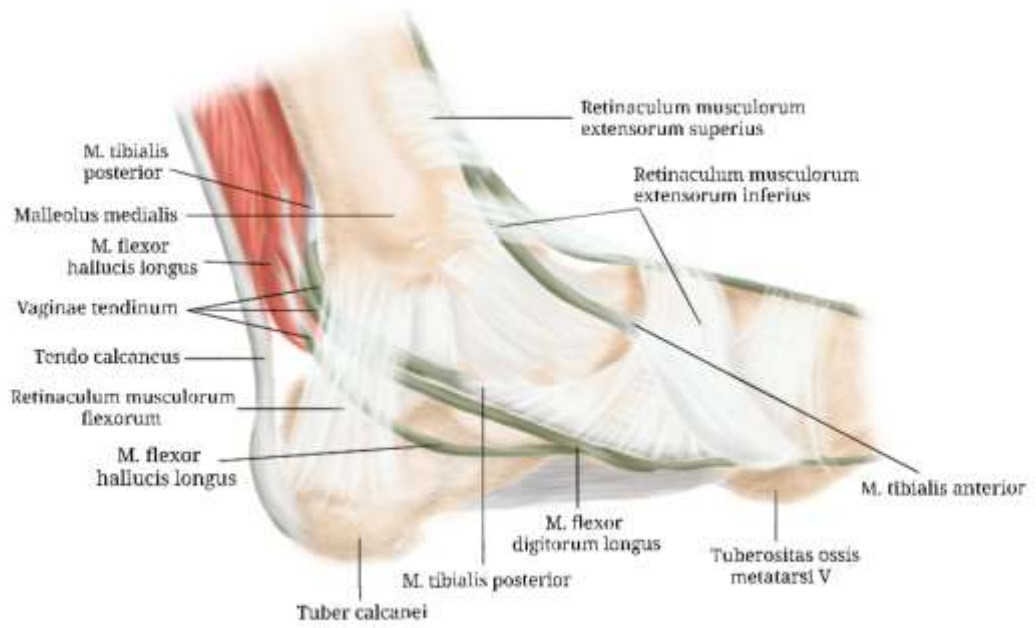
Kalkaneus, üstte yer alan talus kemiği ile subtalar eklem olarak da isimlendirilen talokalkaneal eklemi meydana getirmektedir. Talokalkaneal eklem, ön, orta ve arka fasetler aracılığıyla iki kemik arasında temas sağlamaktadır. Talokalkaneal eklem, ön kısmı, talonavikular eklem ile birlikte değerlendirildiğinde, bu yapı talokalkaneonavikular eklem kompleksi olarak isimlendirilip genellikle ortak bir eklem boşluğunu oluşturmaktadır. Kalkaneusun anterior yüzeyi, en küçük alana sahip yüzey olup kalkaneokuboid eklem yüzeyini içerir. Ayak bileği inversiyonu ve ön ayak addüksiyonuyla palpe edilebilen bu eklem, lateral malleol ile beşinci metatars basisi arası mesafenin proksimal 1/3'lük kısmına denk gelir. Kalkaneokuboid eklem, ayağın inversiyon ve eversiyonu ile ilişkili kayma ve dönme hareketlerine izin verir. Ayrıca ön ayağın arka ayak üzerinde pronasyon ve supinasyondaki hareketlerinde katkısı vardır (15,16). Talokalkaneonavikular eklem ve kalkaneokuboid eklem birlikte, ayağın arka ve orta kısmındaki hareketlerin uyumlu bir şekilde gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Talus ile yapılan eklem yüzlerine bakıldığında, Facies articularis talaris posterior (posterior faset) en büyük eklem yüzü olup en arkada bulunur, konveks yapıya sahiptir. Diğer iki yüzden sulcus calcanei denilen bir olukla ayrılmaktadır. Sulcus calcanei, talustaki aynı isimli sulcus ile birleşerek sinus tarsi boşluğu meydana getirir. Ligamentum talokalkaneum interosseum bu boşlukta bulunur ve subtalar eklem stabilitesinden sorumludur. Sulcus calcanei'nin hemen ön kısmında facies articularis talaris media (orta faset) bulunmaktadır. Bu konkav eklem yüzü, en küçük eklem yüzü olup, medialde

sustentaculum tali'nin üst kısmında bulunur. Bunun da ön kısmında yer alan eklem yüzü *facies articularis talaris anterior* (ön faset) diye adlandırılmaktadır, diğer iki yüze göre daha düz bir yapıya sahiptir (Şekil 2.1.). Subtalar eklem, primer ayağın inversiyon ve eversiyon hareketlerini düzenlerken aynı zamanda plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon hareketlerinin yapılmasına katkıda bulunur (15).

2.3.3. Kas ve Ligament Anatomisi

Kalkaneus lateral yüzeye bakıldığında, kalkaneusun lateralinde *musculus peroneus brevis* ve *musculus peroneus longus*'un tendonları bulunmakta olup, *musculus peroneus brevis* tendonu *longus*un superiorunda yer alır (17). *Peroneus brevis* kasının insersiyosu beşinci metatars basisidir. *M. peroneus longus* tendonu ise inferiorda bulunur ve insersiyosu birinci metatars basisi ve medial küneiformdur. Superior ve inferior fibular retinakulum kalkaneusa yapışık olup, içinden *peroneus longus* ve *brevis* tendonları geçer. Peroneal tendonlar, özel kılıflı yapısı nedeniyle lateral duvardaki peroneal tüberküle sıkı penetre olurlar ve ayağın eversiyonundan sorumludur.

Kalkaneusun medial yüzünü örten yapılar, abduktör hallucis ve *quadratus plantaris* kaslarıdır. Yüzeyel fasya ve fleksör retinakulum, medial malleol posteriorunda tibia ve Aşil tendon arasında kalan boşluğu üstten örtüp tarsal tünel boşluğunu oluşturur. Tarsal tünelin tabanını kalkaneus medial duvarı, tavanını fasya ve retinakulum, anterior sınırını medial malleol, posterior sınırını ise Aşil tendon oluşturur. Bu tünelden ayağın fleksör kas grubu tendonları ve damar-sinir paketi geçmektedir. Damar-sinir paketinde tibialis posterior arter, ven ve siniri yer alır. Tibialis posterior siniri tarsal tünelden geçtikten sonra kalkaneal, medial ve lateral plantar dallarına ayrılır. Kalkaneal dalı, topuğun medial bölgesindeki yüzeyel cilt duyusunu alır (15). Damar-sinir paketinin önünde fleksör digitorum longus tendonu, bunun önünde de tibialis posterior tendonu yer alır. Fleksör digitorum longus tendonu deltoid ligaman üstünde ilerleyip ayak tabanına geçer (Şekil 2.2.). Medial malleol arkasından geçen tibialis posterior tendonu, aynı şekilde deltoid ligament üstünde ilerleyerek naviküler kemiğe tutunur. Tarsal tünel içinde damar-sinir paketinin hemen arkasında ise fleksör hallucis longus tendonu yer alır. Fleksör hallucis tendonu, sustentaculum tali altındaki oluktan geçip 1. parmağın distal falanksında sonlanır (14,18). Kalkaneusun medial yüzünde damar, sinir ve tendonların daha yoğun bulunması nedeniyle kalkaneus kırıklarında rutin lateral yaklaşım daha güvenli ve sık kullanılan bir cerrahi insizyon seçeneği oluşturmaktadır.



Şekil 2.2. Kalkaneus'un medialinden geçen anatomik oluşumlar

Ayak bileği lateralindeki ligament yapılarına bakıldığında üç önemli ligament mevcuttur. Bunlar sırasıyla anterior talofibular ligament, posterior talofibular ligament ve kalkaneus ile ilişkili kalkaneofibular ligamenttir. Kalkaneus, çevresindeki kemiklerle ligament yapılar sayesinde sıkı bağlantılar kurar. Aynı zamanda bu duvarda kalkaneofibular ligament yer alır.

Kalkaneofibular ligament: Fibula'nın lateral malleolünün ön-alt kısmından başlayıp, kalkaneus'un lateral yüzeyindeki peroneal troklea'nın hemen posterioruna yapışmaktadır. Oblik bir hatta ilerleyerek posteroinferior yönde peroneal tendonların altında seyretmektedir. Ayak bileği nötral pozisyonda iken yaklaşık olarak 135 derecelik bir açı oluşturup, lateral malleolün distalinden kalkaneusun lateral yüzeyine uzanmaktadır (4,19). Kalkaneofibular ligament, ayak bileği inversiyon hareketine karşı direnç göstererek lateral stabiliteyi sağlamaktadır. Subtalar eklemin stabilizasyonunda önemli rol alan bu ligament, aşırı supinasyon hareketleri sırasında gerilip ligamentöz yaralanmaların önlenmesinde koruyucu bir görev üstlenmektedir. Talokrural eklem ile birlikte subtalar eklemi de stabilize etmesinden dolayı diğer lateral bağ komplekslerinden ayrı bir özelliğe sahip olmaktadır.

Kalkaneus'la ilişkili diğer ligamentlere bakıldığında, subtalar eklemin stabilizasyonuna yardımcı dört önemli ligament mevcuttur. Bunlar sırasıyla interosseöz

talokalkaneal ligament, lateral talokalkaneal ligament, medial talokalkaneal ligament ve posterior talokalkaneal ligamentlerdir (15).

Plantar kalkaneonavikular ligament: Spring ligament olarak da isimlendirilmektedir. Kalkaneusun sustentakulum tali bölgesinden başlayarak navikula kemiğinin posteromedial yüzeyine uzanmaktadır. Bu ligament talus başını alttan desteklemekte olup medial longitudinal arkın korunmasında ve talokalkaneonavikular eklemin stabilitesinde kritik rol almaktadır.

Kalkaneoküboid ligament: Temelde üç ana bileşeni vardır.

Kısa plantar ligament: Kalkaneal tüberkülden başlayıp kuboid kemiğin alt yüzeyine uzanır. Kalkaneoküboid eklem stabilizasyonuna yardımcı olmakla beraber, ayak lateral kolonun çökmesini engelleme konusunda uzun plantar ligamente yardımcı olmaktadır (20).

Uzun plantar ligament: Ayak tabanındaki en uzun ligamanttir. Plantar kalkaneoküboid ligamentin inferiorunda yer almaktadır. Kalkaneusun alt yüzeyinden kuboid ve metatarsal kemiklere kadar uzanır. Kalkaneoküboid eklem stabilizasyonuna yardımcı olmakla beraber ayak lateral kolon çökmesini engellemektedir (16,20).

Deltoid ligament: Pars tibiokalkaneası, kalkaneusun medialinde yer alır. Bu bağ sustentakulum tali'ye tutunur ve ayak bileğinin medial stabilitesinden sorumludur. Derin ve yüzeysel olmak üzere iki ana bileşeni vardır. Üstten bu bağın sıkıca yapışması, altından fleksör hallucis longus tendonunun desteklemesi ve kalın kortikal yapısı sebebiyle sustentakulum çoğu kalkaneus kırığında sağlam kalmakta olup, internal tespit için sağlam bir dayanak oluşturmaktadır (21).

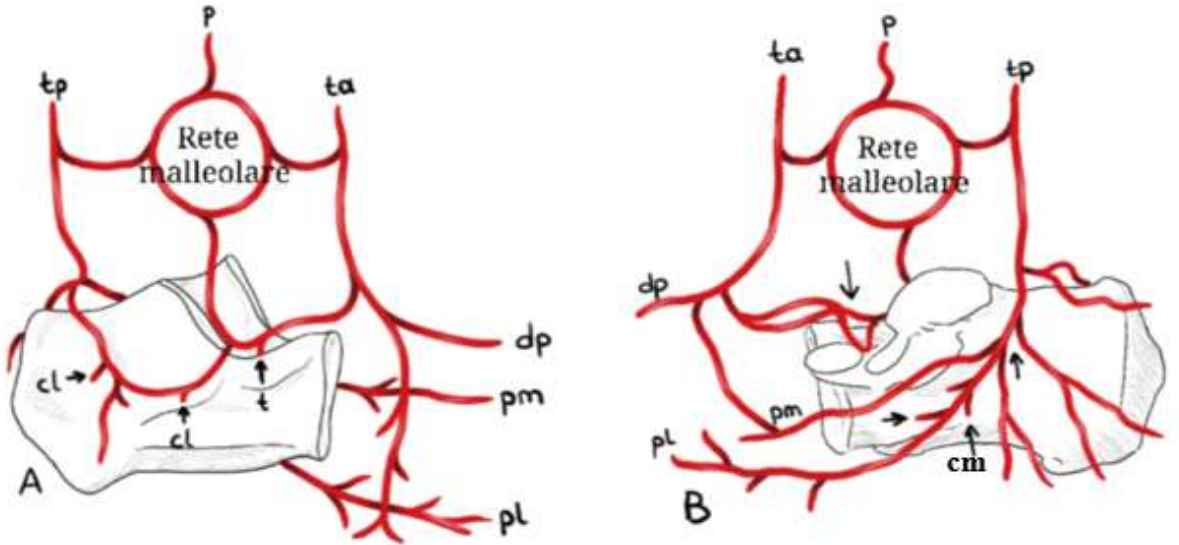
2.3.4. Arteryel Anatomik Yapılar

Ayağın kanlanması popliteal arterin dalları olan peroneal (fibular) arter, posterior tibial arter ve anterior tibial arter tarafından sağlanmaktadır. popliteal arter Popliteusun alt sınırında sona ermektedir. Daha sonra anterior tibial arter ve tibiofibular (tibioperoneal) arter de iki dala ayrılır; bu dallardan posterior tibial arter ve fibular (peroneal) arter olarak devam etmektedir.

Peroneal (Fibular) Arter: Peroneal arter, popliteal fossanın yaklaşık 3-4 cm distalinde posterior tibial arterden (tibioperoneal gövde) köken alır. Peroneal arter genellikle posterior tibial arterin (tibioperoneal gövde) posterior lateral dalıdır. Peroneal arter daha sonra fibula kemiğine doğru ilerler ve fibula ile tibia arasındaki interosseöz membranının arka yüzeyi boyunca inferiora doğru ilerler. Seyri boyunca tibialis posterior,

soleus, fleksor hallucis longus ve peroneal kasları beslemektedir. Perforan dal olarak, lateral malleolün 4-5 cm yukarısındaki interosseöz membranı deldikten sonra anterior lateral malleolar arter ile anastomoz yapmaktadır. Ardından lateral tarsal arter ile anastomoz yapıp tibiofibular sindesmozun anteriorundan geçmektedir. Peroneal arter, inferior tibiofibular sindesmoz düzeyinde ayak bileği seviyesine ulaşır ve bu noktada lateral kalkaneal dallarını verip kalkaneusun posterolateral yüzeyinde sonlanmaktadır (22).

Lateral kalkaneal arter: Kalkaneus çevresindeki cilt flebinin beslenmesinden lateral kalkaneal arter sorumludur (Şekil 2.3.). Kalkaneus kırıklarında lateral kalkaneal arter yaralanması durumunda cilt flebinde nekroz gelişme riski yüksektir. Lateral kalkaneal arter, peroneal tendonların yaklaşık bir cm posterior ve inferiorunda yer almakta olup, peroneal tendon trasesinde yol almaktadır. Bundan dolayı yara yeri nekrozundan kaçınmak için cerrahi eksplorasyon sırasında bu damarın trasesinde dikkatli disseksiyon yapılmalıdır (22).



A) Lateral kalkaneal yüz kanlanması asıl olarak tibialis posterior (tp) ve dorsalis pedis (dp) ile olmaktadır. Peroneal arter (p) de az miktarda katkıda bulunur. Lateral kalkaneal arter (cl), sinüs tarsi arteri (t), lateral ve medial plantar arter (pl-pm)) B) Kalkaneus medial kısmı temelde tibialis posterior arterden (tp) kanlanmaktadır. Medial kalkaneal arter (cm)

Şekil 2.3. Kalkaneus'un kanlanması

Posterior tibial arter: Popliteal arterin iki terminal dalından en büyüğü olup, en proksimal kısmı tibioperoneal gövde olarak adlandırılmaktadır. Ayak düzeyinde lateral plantar arter ve medial plantar arter olmak üzere 2 dala ayrılır.

Lateral plantar arter: Tarsal tünelden geçtikten sonra kalkaneus'un posterioruna doğru medial kalkaneal dalını vermektedir. Medial kalkaneal dal, topuk kısmının ana besleyici arteridir. Lateral plantar arter metatarslara doğru plantar metatarsal dallarını vermektedir.

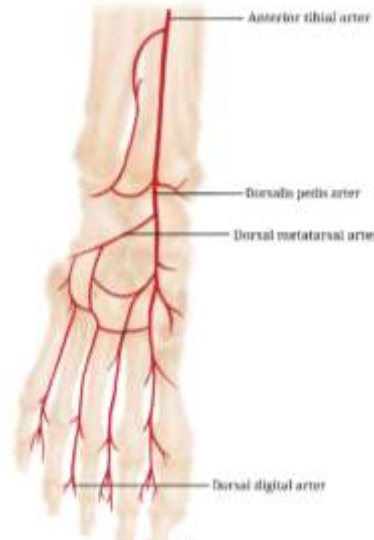
Medial plantar arter: Abduktör hallusis kas fasyasının proksimal ucunun derininden geçerek ayak tabanına geçer ve başparmak ile ikinci parmağı beslemektedir.

Anterior tibial arter

Popliteal arterden ayrıldıktan sonra cruris anteriordan seyir izleyip ayak bileği seviyesinde anterior medial malleoller arter ve anterior lateral malleoller arter dalına ayrılmaktadır.

Ayak bileği seviyesinin altında ayak kısmında, dorsalis pedis olarak devam etmektedir.

Dorsalis pedis arteri: Ektansör hallusis tendonun lateralinde seyretmektedir. Talus, navikula ve orta kuneiform kemiklerin dorsal yönünden anteriora doğru geçtikten sonra, derin plantar arter olarak inferiora doğru yönelir ve birinci dorsal interosseöz kasın iki başı arasından geçerek ayak tabanındaki derin plantar ark ile birleşmektedir (23). Dorsalis pedis dalları arasında lateral ve medial tarsal dallar, arkuat arter ve birinci dorsal metatarsal arter bulunmaktadır (Şekil 2.4.).



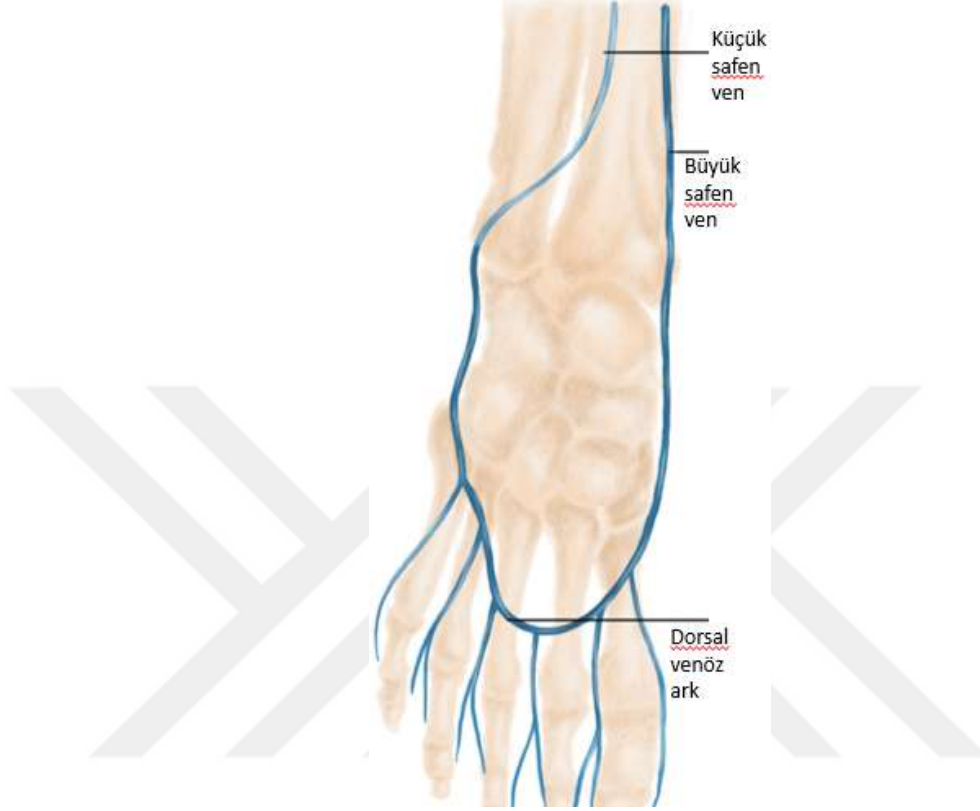
Şekil 2.4. Anterior tibial arter ve dalları

2.3.5. Venöz Anatomik Yapılar

Ayakta birbirine bağlı derin ve yüzeysel venöz damarlar mevcuttur. Derin venler arterleri takip edip popliteal vene dökülmektedir. Yüzeysel venler, metatarsların üzerinde ayağın dorsal yüzeyindeki dorsal venöz arka dökülür (Şekil 2.5.).

Büyük safen ven: Arkın medial tarafından çıkmakta olup, medial malleolün anteriorundan bacağıın medial tarafına geçmektedir.

Küçük safen ven: Arkın lateral tarafından çıkmakta olup, lateral malleolün posteriorundan bacağıın arkasına geçmektedir.



Şekil 2.5. Ayağın venöz anatomik yapısı

2.3.6. Sinirsel Yapılar

Ayak ve topuk bölgesinin duyu ve motor innervasyonu, temel olarak n. ischiadicus'un dalları olan n. peroneus communis ve n. tibialis kaynaklı sinirler tarafından sağlanmaktadır. Ayrıca yüzeysel duyu dalları da bu bölgede rol oynamaktadır.

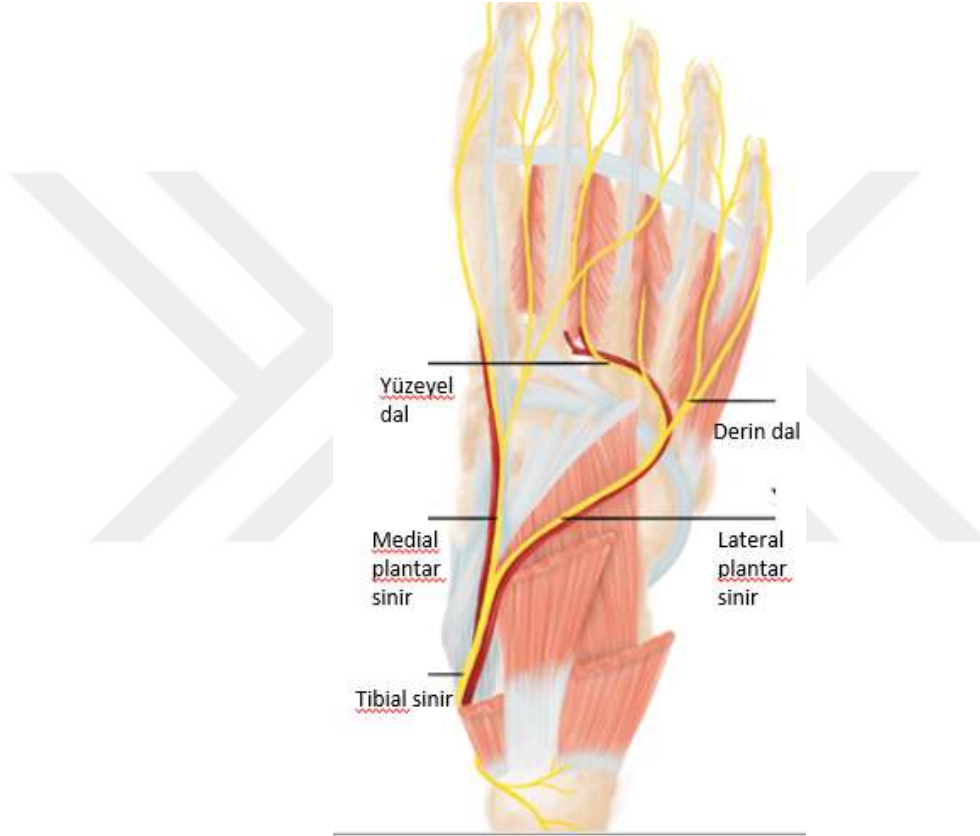
Temel olarak tibial sinir, yüzeysel peroneal sinir, derin peroneal sinir, safen sinir ve sural sinir olmak üzere beş sinirsel yapı ayak ve topuk kısmının duyu ve motor fonksiyonlarında rol almaktadır.

Tibial sinir: Medial malleolün arka kısmında tarsal tünele geçerek ayak düzeyinde medial plantar sinir, lateral plantar ve kalkaneal sinir olmak üzere 3 dala ayrılmaktadır (Şekil 2.6.).

Medial plantar sinir: Ayak tabanının ana duyu siniridir. İlk üç ve dördüncü parmağın medial yarısının plantar duyuunu alır. Aynı zamanda intrinsek kaslardan olan;

abduktor hallusis, fleksör digitorum brevis, fleksör halusis brevis ve birinci lumbrikal kası inerve etmektedir (24).

Lateral plantar sinir: Medial plantar sinir tarafından inerve edilen intrinsek kaslar haricindeki tabandaki tüm intrinsek kasların inervasyonunu sağlamaktadır. Dördüncü parmağın lateral yarısını ve beşinci parmağın tamamının plantar duyusunu almaktadır. Lateral plantar sinir, beşinci metatars hizasında derin ve yüzeysel olmak üzere 2 dala ayrılmaktadır. Abduktör digiti minimi, quadartus planti 2,3,4 lumbrikal, addüktör halusis, fleksör digiti minimi brevis, dorsal ve plantar interosseöz kasları inerve eder (25).



Şekil 2.6. Posterior tibial sinir ve dalları

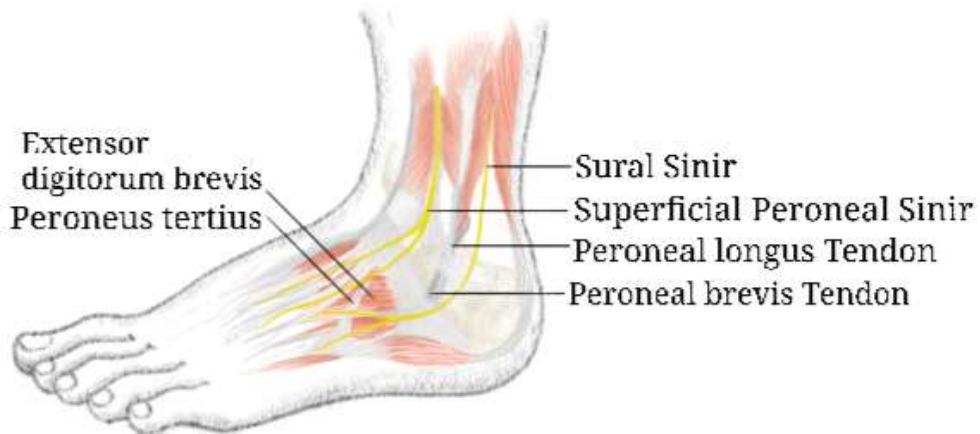
Derin fibular sinir: Derin fibular sinir, dorsalis pedis arterinin lateralinden ayağın dorsal yüzüne geçmektedir ve ekstansör hallucis longus kasının tendonuna paralel ve lateral seyretmektedir. Ekstansör digitorum brevis'i inerve etmektedir. İlk iki dorsal interosseöz kasının innervasyonu sağlar, birinci web aralığının dorsal duyusunu alır.

Yüzeysel fibular sinir: Alt bacağın anterolateral tarafında derin fasyayı deltikten sonra, yüzeysel fasya içinde ayağın dorsoline yönelir. Seyri boyunca kutanöz dallara ve dorsal dijital sinir dallarına ayrılmaktadır. Yüzeysel fibular sinir, birinci web aralığı dorsal duyusu dışındaki ayağın dorsal duyusal lateral duyusunu almaktadır (Şekil 2.7.).

Sural sinir: Bacağın arkasında, tibial sinirin n. cutaneus surae medialis ve peroneus communis sinirin n. cutaneus surae lateralis dallarının birleşmesiyle meydana gelen sural sinir, fibula distal ucunun yaklaşık 10 cm üstünde derin fasyanın yüzeyinde yer almaktadır (Şekil 2.8.). Distal kısımda fibula alt ucunun yaklaşık 1-1,5 cm posteriorunda, peroneal tendonların posteriorunda yer alıp lateral duvar üzerinde bu iki tendonu çaprazlayarak 5. metatarsa doğru ayak lateralinde ilerler. Beşinci metatars üzerinde medial ve lateral olmak üzere iki terminal dalına ayrılarak sonlanır (26). Terminal dalları, ayağın lateral tarafındaki deriyi ve küçük parmağın dorsolateral yüzeyinin duyusunu almaktadır. Sural sinir, kalkaneus kırıklarında sıklıkla uygulanan lateral yaklaşımda insizyonun hemen altında yer aldığından dolayı dikkatlice ortaya çıkarılıp korunmalıdır. Kesilmesi veya yaralanması durumunda ameliyat sonrası süreçte ağrılı nöroma oluşabilmektedir.



Şekil 2.7. Ayağın dorsal ve plantar dermatom alanları



Şekil 2.8. Kalkaneus'un lateralinden geçen anatomik yapılar

Safen sinir: Safen sinir, femoral sinirin en büyük kutanöz dalıdır. Medial dizde infrapatellar dalını verdikten sonra, safen venle birlikte aşağı doğru seyrederek medial kruris, ayak bileğinin medialinin ve ayak medial arkının duyusunu alır (27).

2.3.7. Kalkaneus Radyolojik Anatomik Değerlendirilmesi

Ayak radyografik değerlendirmesinde bazı anatomik çizgiler ve açılar önem arz etmektedir. Bu radyolojik ölçümler aşağıda sırasıyla değerlendirilmektedir.

Kalkaneus Yüksekliği: Kalkaneus'un posterior fasetinin en üst noktasından taban kısmına dikey olarak ölçülen mesafedir. Normal aralığı 45-50 mm arasındadır. Kalkaneus kırıklarında kollaps durumunda bu yükseklik azalır.

Kalkaneus Uzunluğu: Kalkaneus'un kalkaneokuboid eklem yüzü orta seviyesinden, en posterior yüzde kalkaneal tüberküle kadar olan mesafe ölçülerek kemik uzunluğu belirlenir. Erkeklerde ortalama 76-86 mm, kadınlarda 70-80 mm aralığındadır.

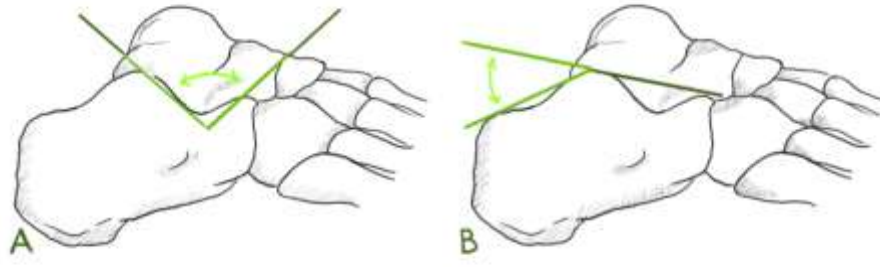
Böhler Açısı: Sagittal görüntülerde, kalkaneus'un anterior prosesi ve posterior fasetinin en yüksek iki noktasını birleştiren çizgi ile posterior fasetin en yüksek noktası ve kalkaneal tüberi birleştiren çizgi arasındaki açı olup, normal değeri yaklaşık 25°-40°'dir (Şekil 2.9.). Bu açının azalması, kalkaneus kırığı ve kalkaneus yüksekliğinin çökme belirtisidir (28).

Gissane Açısı: Sagittal görüntülerde, subtalar eklem yüzeyleri arasındaki açı olup anterior ve posterior fasetten kalkaneal sulkusa çekilen iki çizgi arasındaki açıdır. Normal değeri yaklaşık 120°-145°'tir (Şekil 2.9.). Subtalar eklemde çökme durumunda bu açıda genel olarak artma beklenir (29).

Kalkaneal pitch açısı: Kalkaneus'un yer düzlemi ile yaptığı açıdır. Normal aralığı 20-30 derece arasındadır ve arka ayağın dizilimi hakkında bilgi vermekle beraber, medial ark yüksekliğinin bir ölçüsü olarak da kullanılır.

Kalkaneal hacim: BT görüntülerinden elde edilen düzenlemelerle kalkaneusun çevre sınırları net olarak ortaya konduktan sonra manuel veya otomatik olarak çizim yapılarak elde edilen üç boyutlu ölçümdür. Birimi cm³' tür. Bireysel farklılıklar olmakla beraber genel olarak erkeklerde 70 – 85 cm³ aralığındayken, kadınlarda 55 – 70 cm³ aralığındadır (30).

Kalkaneus kırığı olabileceğini düşündüğümüz hastalarda, ilk olarak konvansiyonel radyografik görüntülemeler yapılması gerekir. Ayak lateral grafisi, ayağın anterior-posterior (AP) grafisi, Harris aksiyel topuk grafisi, broden grafisi ve oblik grafilerdir. Bu grafiler, radyolojik değerlendirme kısmında detaylandırılacaktır (31).

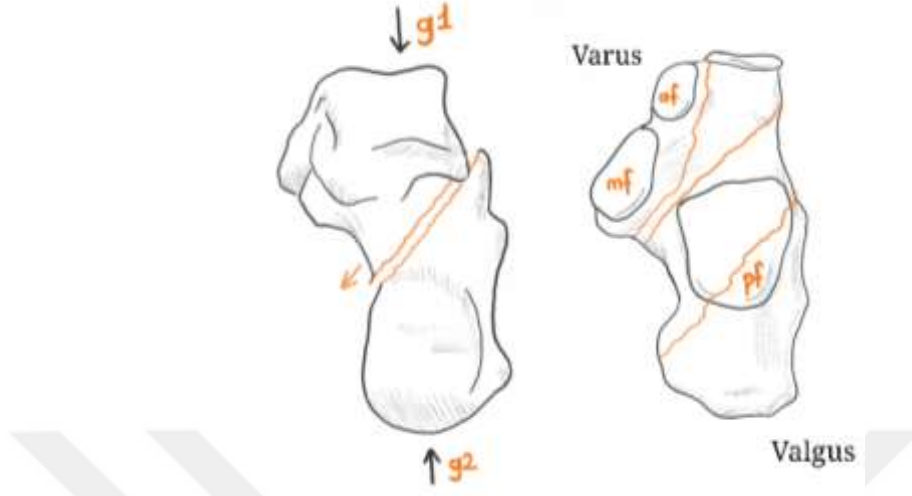


Şekil 2.9. Lateral grafide Böhler (A) ve Gissane(B) açıları

2.4. Kırığın Oluşum Mekanizması

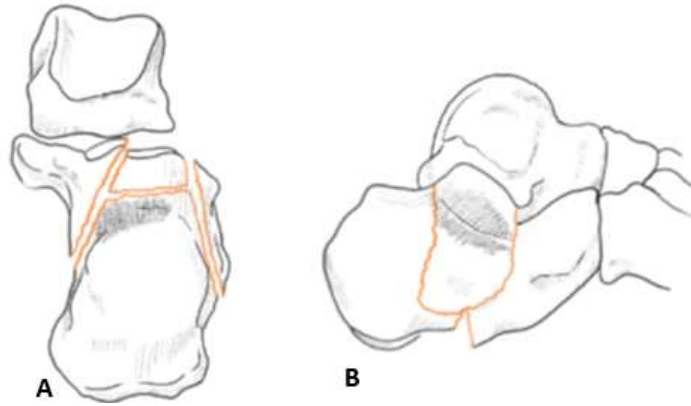
Kalkaneus kırıklarının oluşum şekli ve parçalanma miktarı, travma esnasında ayağın duruş pozisyonuna, uygulanan kuvvetin şiddetine ve kemiğin kortikal yapısına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Ana kırık hattı aksiyel yüklenmeyle oluşur ve aksiyel yüklenme ile birlikte talusun keskin lateral çıkıntısının bir kama gibi davranmasına katkıda bulunur. Talus ve kalkaneus kemiklerinin akslarının diverjan olması nedeniyle, aksiyel yüklenmeyle oluşan bu kırık hattı, genellikle posterior ve mediale doğru ilerler (9,32,33). Böylelikle ilk kırık hattı ile iki ana fragman oluşmaktadır. Süperomedial parça sustentakulum tali, kalkaneusun medial korteksi ve posterior eklem yüzünü içerirken; posterolateral parça, kalan posterior eklem yüzü, kalkaneal tüberisite ve gövde fragmanlarını kapsamaktadır (9). Arka ayağın pozisyonu ile aksiyel yüklenme sırasında bu kırık hattının yönlenimini şekillenmektedir. Kırık hattının yönlenimine bağlı olarak geniş bir superomedial kırık ve izole sustentakular kırık oluşabilir. Arka ayak yüklenme esnasında kalkaneus eversiyon (valgus) durumunda ise kırık hattı daha lateralde yer alarak geniş bir superomedial fragman oluşumuna sebep olurken; arka ayağın yüklenmesi kalkaneusun inversiyon (varus) pozisyonunda ise kırık hattının medialize olmasına neden olur (Şekil 2.10.). Bağımsız sustentakular kırık oluşma mekanizması, kırık hattının onu izole edecek şekilde daha medialize olmasıyla ortaya çıkar (9,32). Aksiyel yüklenme bu aşamada ortadan kalkarsa, talus superiora doğru geri dönerek anatomik yerini almış olur. Kalkaneus, talusa medialde güçlü talokalkaneal bağlarla ve santralde interosseöz bağ ile bağlandığı için, kalkaneus medialindeki anatomik yapılar çoğu zaman aksiyel yüklenme sonrası deplase olmaz ve talus ile ilişkisini korumaktadır (4,32). Posterior faseti içeren kalkaneus laterali, talusa zayıf

bağlarla bağlı olduğundan dolayı plantar yöne deplase olacak şekilde çöker ve bir miktarda rotasyona uğrar. Bu şekilde posterior fasetteki karakteristik basamaklanma oluşur (35).



Şekil 2.10. Kırık oluşum mekanizması

Talus aksı (g1) ile kalkaneus aksı (g2) diverjan yapısı sebebiyle, aksiyel yüklenme sonrası sustentakulum gövdeden ayrılır, böylece primer kırık hattı oluşur (siyah ok). Arka ayağın, yüklenme sırasındaki durumu, primer kırık hattının yönlenimini belirler.



Şekil 2.11. Kırık hattının koronal(A) ve lateral(B) görüntüsü.

Solda, primer kırık hattı ile birlikte sustentakuler fragmanın ayrılması görülmektedir. Sağda ise, primer kırık hattının Gissane açısının bozulmasıyla bu anatomik bölgeden ilerlediği görülmektedir. Her iki şekilde de taralı olan alan, çöken posterior faseti göstermekte (35).

Primer kırık hattı oluşuktan sonra, yüklenme devam ettiği takdirde sekonder kırık hattı oluşur. Bu mekanizmada, Essex-Lopresti'nin tariflediği şekilde, dil tipi kırık ve

eklem çökme tipi olmak üzere iki ana kırık tipi meydana gelmektedir. Dil tipi kırıkta, sekonder kırık hattı Gissane açısının tepe noktasından başlayarak tüber kalkanei'ye doğru longitudinal olarak uzanır. Böylece posterior faset ve tüber kalkanei'nin birlikte olduğu ana kırık fragman oluşur. Eklem çökme tip kırık daha sık görülüp, burada sekonder kırık hattı, impakte olan posterior fasetin arkasından kalkaneus alt kenarına doğru ilerlemektedir (Şekil 2.11.). Böylece sadece posterior fasetin bulunduğu, kalkaneus gövdesi ve tüber kalkanei'nin içinde yer almadığı kırık fragman oluşur (4,9). Sekonder kırık hatları, ayağın pozisyonuna, travmanın şekline ve travmanın gücüne bağlı olarak değişik yönlerde seyredebilmektedir. Kırık hattı anteriora doğru ilerleyerek kalkaneokuboid eklemde deplasman oluşturabilir ve bu şekilde ayrı bir anterolateral fragman oluşmasına sebep olabilir. Anteromedial fragman, kırık hattının doğrudan medial faseti ayıracak şekilde mediale yönelmesiyle oluşur (6). Eklem içi kalkaneus kırıklarında tedavi şeklini belirleyen en önemli faktör, posterior fasetteki çökme miktarıdır. Posterior faset üzerine binen yükün şiddetine bağlı olarak eklemdeki çökme miktarı ve yönelimi farklı olabilmektedir. Aksiyel yüklenme devamlılığına bağlı olarak posterior fasette çökme oluşmasıyla lateral kalkaneal duvarda parçalanma gerçekleşir. Talusa ait olan kısım, altındaki kansellöz kemik içine impakte olup arka ayakta genişlemeye neden olur. Çökme sonrası bu talusa ait olan kısmın pozisyonu değişik şekillerde olabilmektedir. Talusa ait olan kısım; medial, anterior proses ve tüber kalkanei'den sekonder kırık hatları ile ayrılmıştır. Genelde lateral duvarda, medial duvarın talusa güçlü bağlarla bağlanması durumu olmadığı için, yükseklik kaybına uğrayarak parçalanmaktadır. Bu anatomik değişim, açık redüksiyon yapılacak hastalarda önem arz eder. Parçalanmış lateral duvarın cerrahi eksplorasyona izin verecek şekilde, çöken parçanın tam olarak görünür hale getirilmesi gerekmektedir. Vertikal tip çökme, makaslama ve kompresyon kuvvetleri birlikte etki ederek oluşur (36). Dil tip kırıklarda gözlenen çökme şekline vertikal tip çökme denilmektedir. Posterior faset, kalkaneokuboid eklem yönüne bakacak şekilde anteriora dönen şekilde vertikal tip çökme olup daha sık gözlenen çökme şeklidir (7).

2.5. Kalkaneus Kırıklarında Klinik Değerlendirme

Kalkaneus kırığı gelişen hastalar tipik olarak topukta ağrı, hematoma, ödem ve yük verememe şikayeti ile başvurmaktadır. Kırığın ayırıcı tanısında, sınırlı da olsa konjenital bipartitizm olabileceği akılda tutulmalıdır (37). Kırığın oluştuğu enerji miktarına bağlı olarak, yumuşak dokunun etkilenme derecesi değişmektedir. Kalkaneus kırığı olan

hastalarda, ayak tabanında ve topuk bölgesinde görülen ekimozlar tipik olmakla beraber, ayak muayenesi palpasyon ile değerlendirildiğinde hasta belirgin ağrı hisseder. Bu muayene, ilave ayak yaralanmalarını aydınlatmak için gereklidir. Özellikle Lisfranc yaralanmasında görülen ekimoz ile karışabilir. Kırık sonrası ayak supinasyon ve pronasyon hareketlerinde kısıtlılık gözlenmektedir. Ayakta görülen generalize ödem, muayeneyi zorlaştırır. Ödeme ilaveten ciltte bül gibi problemlerin ortaya çıkması, cerrahi müdahaleyi geciktirmektedir. Hastaların cerrahi öncesi takiplerinde, cilt kırışma testi ile takip edilerek ödemin gerilemesi durumunda cerrahi müdahaleye geçilebilir (9).

Kalkaneus kırıkları genellikle yüksekte düşme gibi yüksek enerjili travmalar sonrası olduğundan, bu hastalar acil serviste sistematik ortopedik yaklaşımla değerlendirilmelidir. İlk aşamada, hastanın bilinç durumu ve eşlik eden organ ile sistem yaralanmaları açısından genel durumu gözden geçirilmeli, ardından vertebra dahil üst ekstremiteden alt ekstremiteye kadar ayrıntılı bir fizik muayene yapılmalıdır (38–41). Travmaya uğrayan ekstremitede değerlendirilirken, nörovasküler durum, açık kırık varlığı ve kompartman sendromu açısından dikkatle incelenmelidir (9,40), çünkü kırığa ilaveten bu durumların gözlenmesi morbiditeyi artırmaktadır.

Yumuşak doku bütünlüğü, kalkaneus kırığı tedavisini etkileyen ve tedavi basamağını yönlendiren önemli parametrelerden biridir. Travma sonrası ciltte dermal-epidermal bileşkenin bozulmasına bağlı olarak serohemerojik bül oluşabilmektedir (Şekil 2.12.). Cilt bütünlüğünün bozulmaması için, büller ortadan kalkana kadar açık cerrahi yapılması bazı otoriteler tarafından önerilmemektedir. Biz de klinik uygulamamızda açık cerrahi için ödemin ve bülün gerilemesini beklemekteyiz. Diyabete bağlı gelişen periferik nöropati durumu hem yara iyileşmesi hem de kırık iyileşmesi açısından yüksek komplikasyon oranına sahiptir. Hastaların preoperatif hipoestezi açısından muayene edilmesi, kalkaneus kırıkları tedavisinde hangi cerrahi yöntemin kullanılacağını belirlemede yol gösterici olacaktır. Bu durumda minimal invaziv veya eksternal tespit yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Bu durum, bize klinik muayenenin cerrahi müdahale seçiminde önemli rol aldığını göstermektedir. Diğer yandan, kronik periferik arter hastalığı tıpkı diyabet gibi cerrahi alanın iyileşmesini zorlaştırarak yara komplikasyonları, enfeksiyon ve doku nekrozu riskini artırabilmektedir. Bu nedenle, açık cerrahinin potansiyel riskleri göz önünde bulundurularak, daha az invaziv teknikler ya da eksternal tespit yöntemleri tercih edilebilir. Kalkaneus kırığı sonrası gelişen ödem, yer değiştirmiş ve angüle olmuş kemik fragmanlarına sekonder gelişen lenfatik stazın çözülme sürecinde, herhangi bir düzeltici müdahalenin bulunulmaması nedeniyle inatçı hale gelmektedir ve

bu durum ödemin iyileşmesi sürecini uzatarak cilt beslenmesini de bozmaktadır. Bu nedenle, kalkaneusun anatomik hizalanmasını ve yük taşıma fonksiyonunu yeniden kazandırmayı hedefleyen eksternal fiksasyon cerrahi yöntemlerine, yumuşak dokuya verilecek olan hasarı azaltmak amaçlı başvurulunabilir. Kalkaneus kırığı sonrası progresif, ağrı kesiciye yanıt vermeyen, pasif germeyle ağrılı ayak durumunda, ayırıcı tanı olarak kompartman sendromu akılda tutulup ona yönelik acil fasiyotomi uygulanmalıdır (40). Bu durum, yaralanmayı daha kompleks hale getirmektedir.

Hastaların klinik izlemi, günlük vizitlerde sıklıkla tekrarlanarak mevcut ya da ilave bulguların değişiklikleri monitörize edilmelidir ve bu bulguların ışığında tedavi algoritması belirlenmelidir.



A) Kırıkkılık testi B) Ciltte ekimotik görünüm. C) Bül oluşum görünümü

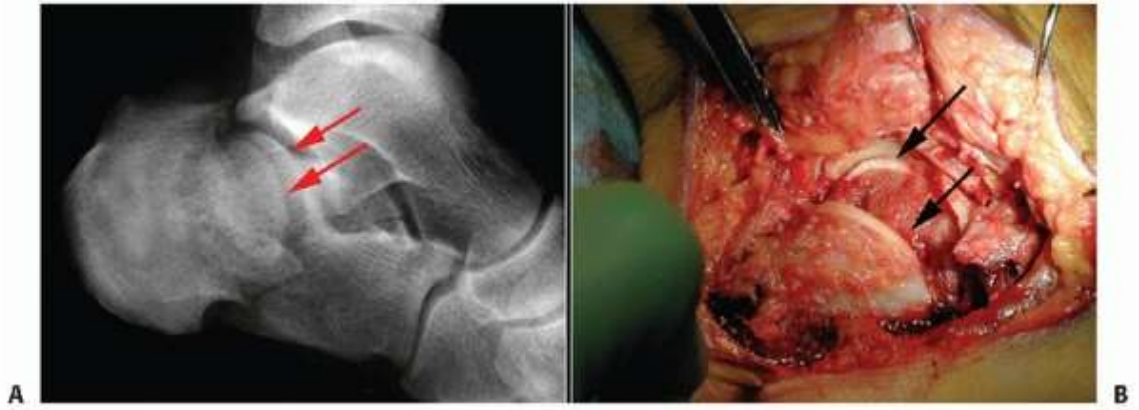
Şekil 2.12. Kırık sonrası cilt görünümü

2.6. Radyolojik Değerlendirme

Kalkaneus kırıkları, radyolojik olarak direkt röntgen (X-ray) ve bilgisayarlı tomografi (BT) ile değerlendirilmektedir. Kırık şüphesi bulunan olgularda ilk tercih edilen yöntem genellikle konvansiyonel radyografik görüntülemedir. Radyografiler, kemik yapıların kırıklarını saptamada hâlen önemli bir tanı aracıdır. Ancak, kalkaneus kemiğinin kompleks anatomisi, çevre tarsal kemiklerle olan ilişkisi ve özellikle de

subtalar eklemin yapısal karmaşıklığı, direkt grafilerin tanındaki yeterliliğini sınırlandırabilmektedir (42). Bu nedenle, özellikle subtalar eklemi içeren kırıkların daha ayrıntılı değerlendirilmesi amacıyla ileri görüntüleme yöntemleri, özellikle de BT, yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (40).

Ayak lateral grafisi: Grafinin objektif değerlendirilebilmesi için standartlara uygun biçimde çekilmesi gerekir. Çekim sırasında hasta yan yatar ya da oturur pozisyonunda olmalıdır. Çekim yapılacak olan ayağın lateral kenarı, kaset üzerine yerleştirilir ve ayak nötral pozisyonunda tutulmaktadır. X-ray tüpü, ayak tabanına dik olacak şekilde medialden laterale yönlendirilir ve ışın genellikle kalkaneusun orta hattına odaklanmaktadır. Yerleştirilen kaset, ayakla paralel düzlemde olmalıdır. Kalkaneus kırığının tanısını tek başına koyabilen lateral ayak grafisi ilk çekilen grafidir. Bu grafide Böhler açısı ve Gissane açısı, kalkaneus yüksekliğindeki azalma, posterior fasetteki çökme ve rotasyon miktarı değerlendirilmektedir (Şekil 2.15.). Tongue tipi (dil tipi) ve eklem çökme tipi kırıklar birbirinden rahat şekilde ayırt edilmektedir (43). Daha öncede bahsedildiği gibi, eklem içi kalkaneus kırığında Böhler açısında azalma, Gissane açısında artma beklenir. Lateral grafide “çift gölgelenme” (double density) denen tipik radyolojik görüntü, kalkaneus posterior fasetinin izole lateral kenarında çökme sonucu oluşan görüntü tipi olup bu şekilde meydana gelen kırıklarda açısal değişiklik röntgende saptanmayabilir (Şekil 2.13.) (6).

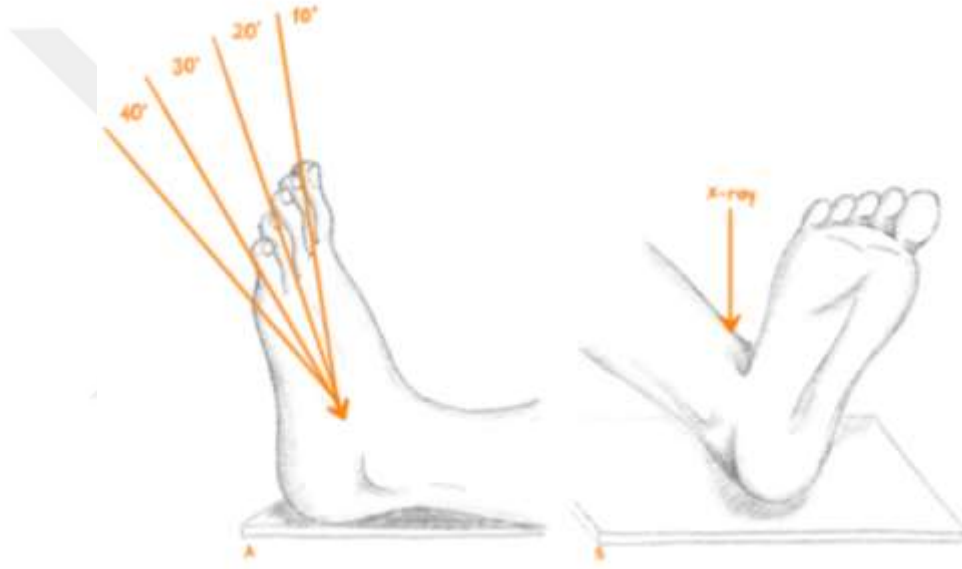


Şekil 2.13. Lateral grafide çift gölgelenme (double density). A) Lateral grafi görüntüsü B) ameliyat sırasındaki görüntü (17).

Ayak AP grafisi: Hasta supin pozisyonunda, ayak nötral pozisyonunda, topuk kaset üzerinde, ayak tabanı kasete ve bacağına dik olacak şekilde, ışın malleoller arası mesafenin ortasına gelecek şekilde çekilir (43,44). Bu grafi, genel olarak AP düzlemde kalkaneusun dizilimi hakkında bilgi vermektedir. Kalkaneusun kuboid kemikle ve talokalkeneal eklem

olan ilişkisi değerlendirilebilmektedir. Kalkaneus kırıklarına ilaveten gelişen tarsal kırıklarının değerlendirilmesinde önemlidir. Kırık şüphesinde, lateral grafi ile birlikte değerlendirilmelidir.

Broden grafisi: Hasta sırt üstü pozisyonda, diz 45 derece fleksiyonda ve ayak yaklaşık 45 derece iç rotasyon pozisyonuna alınır. Ardından X-ray tüpü açısı, kasete göre kranial yönde eğim verilir. 10-40 dereceler arasında açılar ile ardışık çekimler yapılabilmektedir (Şekil 2.14.). Subtalar eklem, bu farklı açılar ile farklı pozisyonda görülebilmektedir. Subtalar eklemi en net değerlendirmeye olanak sağlayan konvansiyonel grafidir. Özellikle posterior faset eklemi değerlendirme açısından önemlidir (21).



A) Ayak altına kaset yerleştirildikten sonra, ayak bileği nötral fleksiyonda olacak şekilde röntgen ışını lateral malleol üzerine odaklanır ve 10- 20-30-40° açı yapacak şekilde grafiler elde edilir. B) Ayak bileği mortis görüntüsü

Şekil 2.14. Broden çekim görüntüsü.

Harris grafisi: Çekim sırasında hasta sırtüstü yatırılır. Ayak, kaset üzerine düz şekilde yerleştirilmektedir. X-ray tüpü, ayak tabanına yaklaşık 40°–45° kraniokaudal açı ile (topuktan ayak tabanına doğru) yönlendirilerek posterior kalkaneusa odaklanmaktadır. Bu grafi ile kalkaneal varus ve valgus dizilimi net şekilde değerlendirilmektedir. Ayrıca, arka subtalar ekleminde açılma ve çökme durumu hakkında bilgi verir. İntraoperatif olarak vida yönelimi ve uzunlukları hakkında bilgi verir (34,45).



Şekil 2.15. 1) Kalkaneus yükseklik. 2) Kalkaneal uzunluk. 3) Harris radyografisinde kalkaneal genişlik.

Bilgisayarlı Tomografi

Kalkaneus kırıkları, özellikle intraartiküler tutulum gösterdiğinden, kompleks anatomik yapısı nedeniyle konvansiyonel radyografiler ile yeterli düzeyde değerlendirilememektedir. Bu nedenle, bilgisayarlı tomografi (BT), kırık çizgilerinin yönü, posterior faset tutulumları, eklem yüzeyindeki çökme ve kırık fragmanlarının üç boyutlu konumlarının belirlenmesinde altın standart görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, Sanders sınıflaması gibi yaygın şekilde kullanılan kırık sınıflama sistemleri, aksiyel BT kesitleri temel alınarak oluşturulmaktadır. Bu doğrultuda çalışmamızda, BT'ye dayalı Sanders sınıflaması esas alınmıştır.

BT'de aksiyel kesitlerde ön proses, kalkaneoküboid eklem, sustentakulum tali ve posterior eklem yüzü değerlendirilmiş; Sanders sınıflaması bu kesitler temel alınarak yapılmıştır. Sagittal kesitlerde tüberkül fragmanının ayrışması, anterior-lateral parçanın kayma miktarı ve posterior faset fragmanındaki rotasyonel deformite analiz edilmiştir. Ayrıca, bu düzlemde Gissane açısı, Böhler açısı, eklem içi basamaklanma, kalkaneal genişlik, kalkaneal yükseklik, kalkaneal eğim açısı (pitch açısı) ve kalkaneus hacmi ölçülmüştür. Koronal kesitlerde ise posterior eklem yüzünün ayrışma düzeyi, kalkaneus cisminde görülen kısılma ve genişleme, sustentakulum tali kayması ile kalkaneusun varus/valgus açısı değerlendirilmiştir.

2.7. Kalkaneus Kırıklarının Sınıflandırması

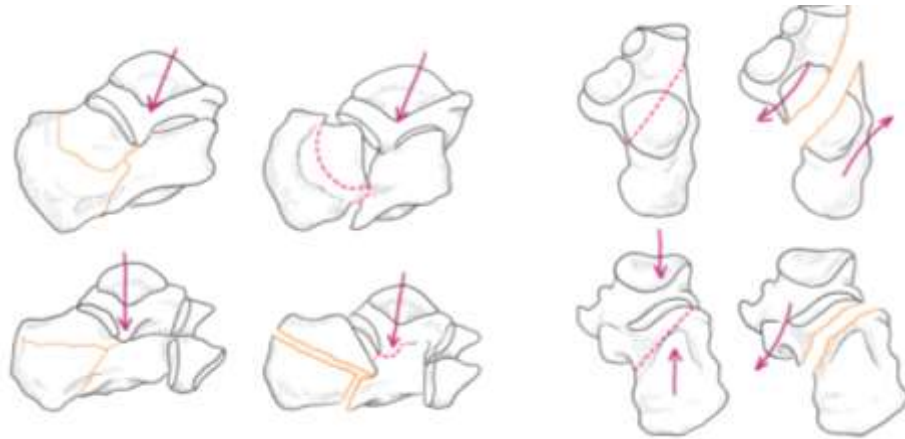
Günümüze kadar kalkaneus kırıkları için pek çok sınıflandırma sistemi geliştirilmiş olup, bu sınıflama sistemleri tedavinin belirlenme noktasında hekime rehber

olmuştur. Pratik ve iyi diyebileceğimiz bir sınıflandırma sistemi, kolay ve doğru kullanılabilmesi, tedavi ve prognoz açısından yol gösterici olup doktorlar arasında iletişimi kolaylaştırmalıdır (46,47). Fakat son 30 yılda BT'nin kullanımının yaygınlaşması ile birlikte, kırığın mekanizması, tanısı ve sınıflandırması daha netlik kazanmış ve hekimin cerrahi planlanması açısından olumlu etkide bulunmuştur. Kalkaneus kırıkları, konvansiyonel radyografiye ve BT'ye dayalı sınıflamalar ile değerlendirilmektedir (48). Bu sınıflamalar içerisinde en fazla kabul görmüş ve en sık kullanılanlar, konvansiyonel radyografiye dayanan Essex-Lopresti ve BT'ye göre yapılan Sanders sınıflamasıdır. Sanders sınıflaması evrelemesini, ana kırık fragman sayısına göre derecelendirmektedir (49). Essex-Lopresti sınıflaması, kırık oluşum mekanizmasına göre ve kırığın eklem uzanımına göre derecelendirmektedir (49,50). Essex-Lopresti, yaptığı çalışmada kalkaneus kırıklarının %25'inin eklem dışı nitelikte olduğunu, eklem içi kırıklar içerisinde ise en sık karşılaşılan tipin 'eklemde çökme' tipi olduğunu belirtmiştir (51).

Tablo 2.1. Direk Radyografi ve BT'ye dayalı sınıflamalar.

Direk Radyografiye Dayalı Sınıflandırmalar	BT'ye Dayalı Sınıflamalar
Essex-Lopresti Sınıflaması (1952)	Zwipp Sınıflandırması (1989)
Rowe Sınıflaması (1963)	Crosby ve Fitzgibbons Sınıflandırması (1990)
Soeur ve Remy Sınıflandırması (1975)	Sanders Sınıflandırılması (1993)
	OTA Sınıflandırılması

Essex-Lopresti Sınıflaması

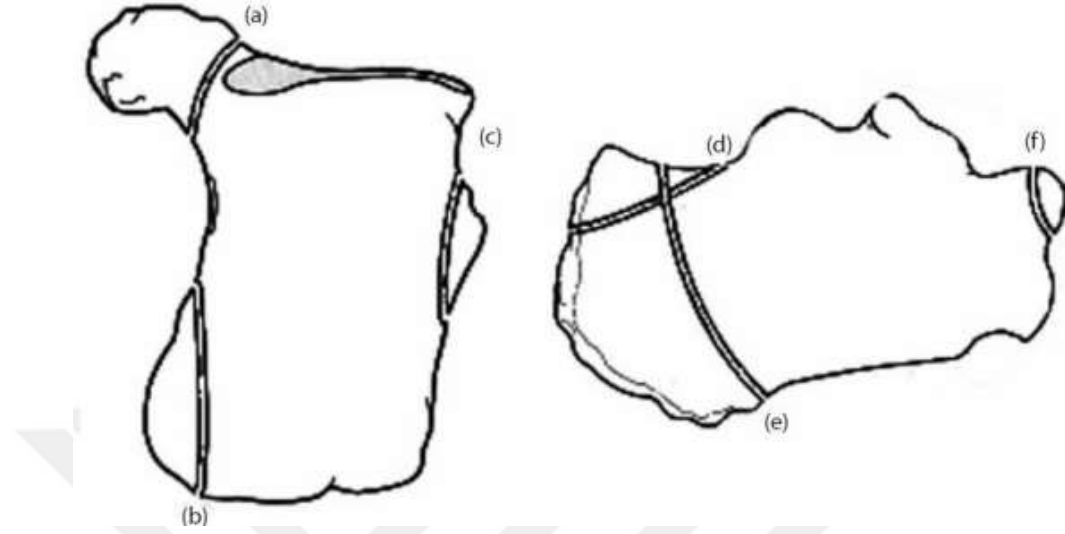


Şekil 2.16. Essex-Lopresti sınıflaması kırık oluşum mekanizması

1- Subtalar eklemi içermeyen kırıklar

Anatomik lokalizasyonuna göre isimlendirilmektedir. Bunlar; gövdenin üst kısmındaki tuber kırıkları, plantar fasiyanın medial duvardaki yapışma yerinde görülen

avulsiyon kırıkları, gövdedeki longitudinal ya da vertikal fissür, kalkaneus ön tarafındaki superolateral çıkıntının kopma kırıkları şeklinde adlandırılır (Şekil 2.17.).



Şekil 2.17. Eklem dışı kalkaneus kırıklarının şematik görünümü (a) Sustentakulum kırığı, (b) Medial kalkaneal proses kırığı, (c) Peroneal tüberkül kırığı, (d) Kalkaneus tüberkül kırığı, (e) Vertikal cisim kırığı, (f) Ön proses kırığı

2- Subtalar eklemi içeren kırıklar

Anatomik lokalizasyonuna göre isimlendirilmektedir. Bunlar; dil tipi kırıklar, posterior faset çökme tipi kırıklar, sustentakulum tali kırıkları, çok parçalı kırıklar şeklinde adlandırılmaktadır.

Bilgisayarlı tomografiye dayalı sınıflamalar

BT'nin sık kullanılması ve direk radyografiye göre kırık hakkında ayrıntılı bilgi vermesi sebebiyle bu sınıflandırma sistemleri daha yaygın kullanılmaktadır. En sık kullanılan ve pratik olan Sanders sınıflamasıdır. Bizde çalışmamızda kalkaneus kırıklarını Sanders sınıflamasına göre sınıflandırdık (6,48,52).

Crosby ve Fitzgibbons Sınıflandırması

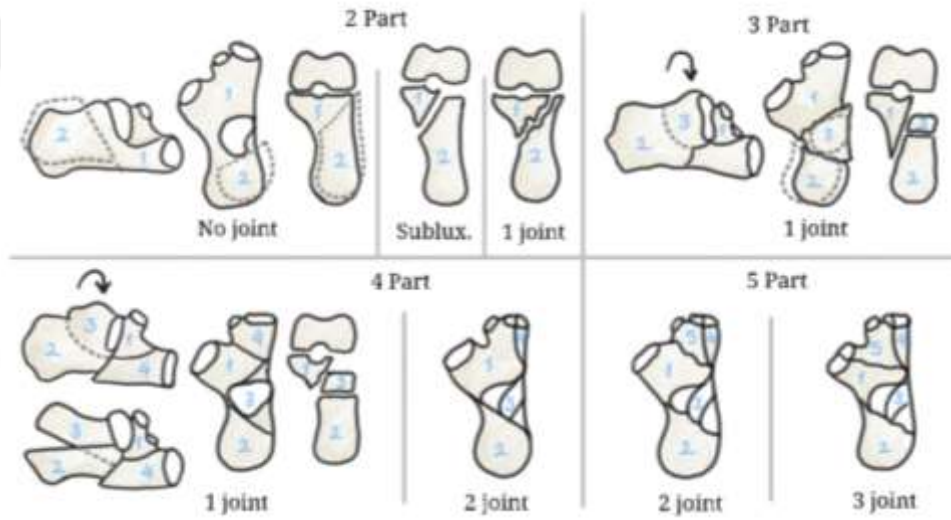
Bu sınıflama sistemi üç tipe ayrılmaktadır.

- Tip 1: Eklem içi kırık posterior fasete uzanır, 2 mm'den az çökme ya da ayrışma mevcut.
- Tip 2: Eklem içi kırık posterior fasete uzanır, ≥ 2 mm çökme ya da ayrışma, kırık parçalar büyüktür.
- Tip3: Eklem içi kırık posterior fasete uzanır, posterior fasette çok parçalı kırık mevcuttur, parçalar çok küçüktür.

Kendi serilerinde Tip 1 en sık görülen, Tip 3 en az görülen tip olduğunu belirtmişlerdir. Kırık tipi, kırık prognozu belirleme açısından tek önemli faktör olduğunu vurgulamışlardır (53).

Zwipp Sınıflandırması

Sınıflandırmada toplamda maksimum 12 puan verilir. Kırığın fragman sayısına göre (2→5; tuber, sustentakulum, posterolateral eklem fragmanı, anterolateral eklem fragmanı (anterior proses), anteromedial eklem fragmanı) ve katılan eklem sayısına göre (0→3; posterior, anterior, orta faset) toplamda 8 puan verilir. Ayrıca, kırığın açık yada kapalı olmasına ve derecesine göre 3 puan verilir. Ek olarak talus, navikula ya da kuboid kemikte eşlik eden kırık varsa ek 1 puan daha verilir (Şekil 2.18.). Prognoz ile uyumlu ve detaylı bir sınıflandırmadır (9).



Şekil 2.18. Zwipp BT sınıflaması

OTA Sınıflandırması

Evrensel sistematik bir kalkaneus kırık sınıflandırmasıdır (54).

- Tip A: eklem dışı kırıklar
- Tip B: izole gövde kırıkları
- Tip B1: Ayrışma yok
- Tip B2: Ayrışma var
- Tip B3: Eşlik eden kalkaneokuboid eklem kırığı
- Tip C: Eklem içi kırıklar
- C1: İki parçalı kırık
- C2: Üç parçalı kırık
- C3: ≥ Dört parçalı kırık

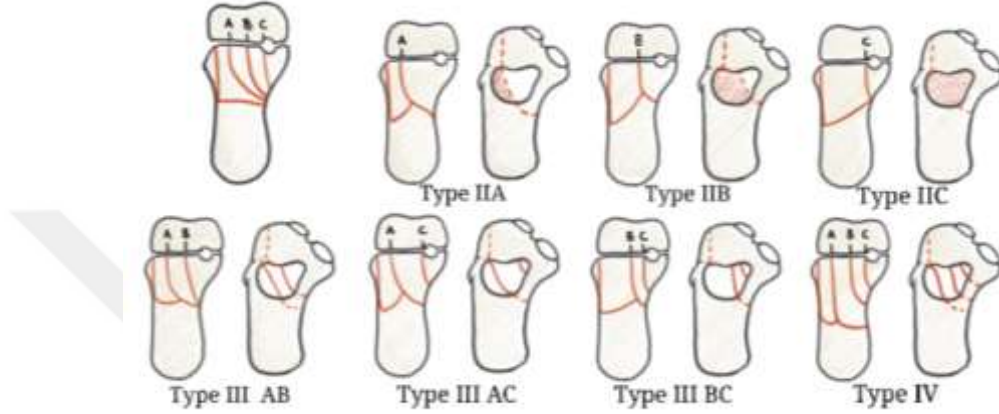
Sanders Sınıflandırması

Sanders sınıflaması, koronal ve aksiyel tomografi kesitlerini baz alarak geliştirilmiş bir sınıflandırma olup, burada koronal düzlemde, posterior faset en geniş yerden alınan kesitte talus üç eşit parçaya ayrılır. Daha sonra bu parçaların kalkaneustaki izdüşümü ile medial, santral ve lateral parçalar oluşur. Bu üç fragman ile sustentakulum tali birlikte, ortaya dört potansiyel artiküler parça ortaya çıkarır (Şekil 2.19). Çizgiler A→C, dış taraftan iç tarafa doğru adlandırılır (31,46).

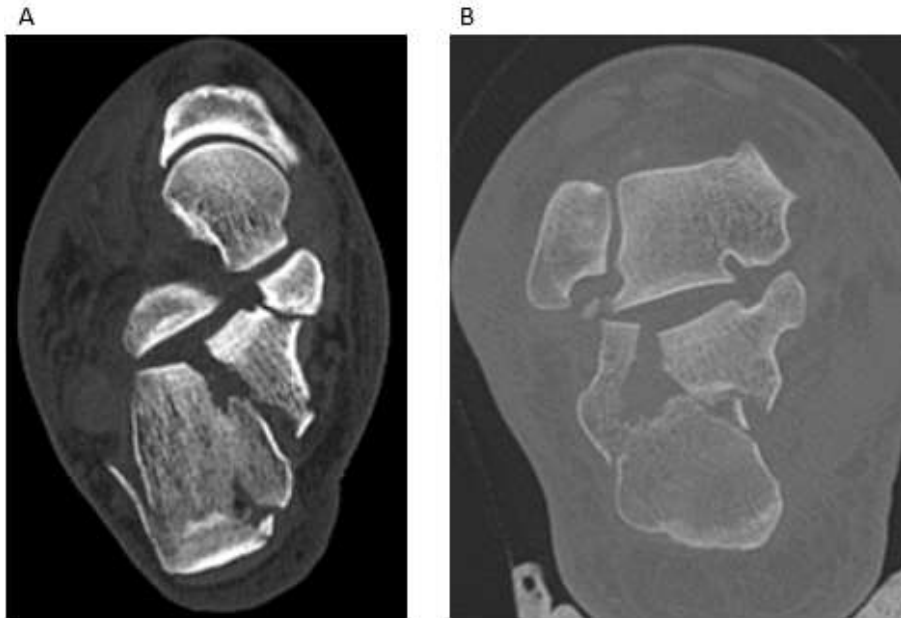
- Tip 1: Kırık parça sayısından bağımsız olarak, deplase olmamış bütün kırıklar bu alt tiplendirmeye girmektedir.
- Tip 2: İki parçalı kırıklardır. Tek kırık hattı vardır ve ona göre adlandırılır.
- Tip 2A: Posterior subtalar fasetin lateral kenarından başlayıp kalkaneus korpusuna doğru ilerleyen primer kırık hattı, "Y" konfigürasyonu oluşturmaktadır. Bu kırık şekli posterior fasetin eklem yüzünü içermeyip eklem dışı kırık şeklinde birden çok aksesuar kırık hatlarıyla izlenmektedir.
- Tip 2B: Posterior subtalar fasetin santral (merkezi) bölümünden geçen birincil kırık hattı, kemiğin korpusundan medial ve lateral yönlere ayrılıp tipik "Y" konfigürasyon oluşturmaktadır. Büyük bir kısmı posterior eklem yüzeyini içermeyen bu kırık paterninde, bir veya birden fazla aksesuar kırık hattı ile birlikte görülmektedir.
- Tip 2C: Primer kırık hattı, posterior fasetin medial kısmından geçmekte olup, kalkaneus gövdesi boyunca transvers bir kırıkla birlikte görülen tek bir primer kırık hattını içermektedir. Bu kırık paterninde, genellikle posterior eklem fasetini içermeyen bir veya daha fazla aksesuar kırık hattıyla birliktelik gösterir.
- Tip 3: Üç parçalı kırıklardır, ortada çökmüş bir parça bulunmaktadır. İki kırık hattı vardır ve ona göre adlandırılır.
- Tip 3AB: Toplamda iki tane primer kırık hattı mevcut olup, biri posterior fasetin lateral yönünden, diğeri ise merkezi yönünden geçmektedir. Bu kırık tipi, genellikle merkezi parçanın çökmesiyle ortaya çıkar. Eklem dışı birden fazla aksesuar kemik kırıkları da eşlik eder.
- Tip 3AC: İki primer kırık hattı mevcut olup, biri posterior fasetin lateral yönünden seyrederken, diğeri primer kırık hattı medial yönünden

geçmektedir. Çoğu zaman merkezi parçanın çökmesiyle ortaya çıkmakta olup, posterior eklem faseti içermeyen ek aksesuar kırık hatları eşlik edebilir.

- Tip 3BC: İki primer kırık hattı mevcut olup, biri posterior fasetin merkezi yönünden, diğeri medial yönünden geçer. Bu alt tip, genellikle merkezi parçanın çökmesiyle ortaya çıkmakta olup, posterior eklem fasetini içermeyen ek aksesuar kırık hatları eşlik edebilmektedir.
- Tip 4: Dört veya daha fazla parçalı olan kırıklardır.



Şekil 2.19. Sanders BT sınıflaması



Şekil 2.20. A) Sanders sınıflaması tip 3BC aksiyel BT görüntüsü. B) Sanders tip 2A aksiyel BT görüntüsü

2.8. Kalkaneus Kırıklarının Tedavisi

Kalkaneus kırıklarının tedavisinde temel hedef; arka subtalar eklem yüzeyinin anatomik redüksiyonu ile kalkaneusun yükseklik, uzunluk ve aksının yeniden sağlanarak üç boyutlu anatomik yapının restorasyonudur (55). Ancak günümüzde hangi tedavi yönteminin tercih edilmesi gerektiği konusunda hâlâ fikir birliği bulunmamaktadır. Redüksiyonun yeterli olmasına rağmen bazı hastalarda kronik ağrı ve fonksiyonel kayıplar görülebilmektedir. Bu nedenle başarılı bir klinik sonuç elde edebilmek için, tedavi planlaması dikkatle yapılmalıdır (56).

Tedavi yaklaşımı; kırığın tipi, eklem yüzeyini tutup tutmaması, fragmanların deplasman derecesi, topuğun varus/valgus pozisyonu ve kalkaneusun morfolojik özellikleri gibi anatomik faktörlere bağlı olarak belirlenmektedir. Ayrıca, kırığın açık ya da kapalı olması, yumuşak doku durumu, hastada diyabet veya romatoid artrit gibi sistemik hastalıkların varlığı ve eşlik eden diğer travmalar da tedavi kararını doğrudan etkilemektedir. Tüm bu parametreler, bireyselleştirilmiş ve hasta merkezli bir tedavi planı oluşturulmasında belirleyici rol oynamaktadır (57–59).

Kalkaneus kırıklarında tedavi yaklaşımları, genel olarak dört ana grupta sınıflandırılmaktadır;

- Konservatif tedavi
- Eksternal fiksasyon
- Açık redüksiyon ve internal fiksasyon
- Kapalı redüksiyon pinleme ve perkütan vidalama
- Subtalar artrodez

Kalkaneus kırıklarında temel tedavi hedefleri şu şekildedir (60).

- 1- Peroneal tendonların yol aldığı subfibular boşluğun dekompresyonu
- 2- Kalkaneus varus ve valgus pozisyonunun tekrar sağlanması
- 3- Lateral kolon uzunluğunun restore edilmesi
- 4- Posterior faset eklem yüzünün dizilimin sağlanması
- 5- Eğer deplaseyse kalkaneokuboid eklemin redüksiyonu
- 6- Kalkaneusun yüksekliğinin sağlanması
- 7- Gissane, Böhler ve kalkaneal eğim açısının restore edilip normal açı değerlerinin sağlanması
- 8- Kalkaneusun eski genişliğinin restore edilmesi

2.8.1. Konservatif Tedavi

Kalkaneus kırıklarında tedavi yaklaşımının tarihsel gelişimine bakıldığında, başlangıçta konservatif yöntemler standart tedavi olarak uygulanmış, cerrahi girişimler ise sınırlı kalmıştır. Günümüzde minimal deplase veya non-deplase eklem dışı kalkaneus kırıklarında konservatif tedavi yöntemi ilk seçenek olarak önerilmektedir. Yaş tek başına cerrahi için kontrendikasyon oluşturmamakla birlikte; ileri yaş, ciddi sistemik hastalık varlığı, yüksek cerrahi risk ve immobilizasyon gibi durumlarda konservatif izlem tercih edilebilmektedir. Ayrıca kontrolsüz diyabet, periferik sinir yaralanmaları (tibial veya siyatik) ve sigara kullanımı gibi faktörler cerrahi için göreceli kontrendikasyon olarak değerlendirilmektedir (61,62).

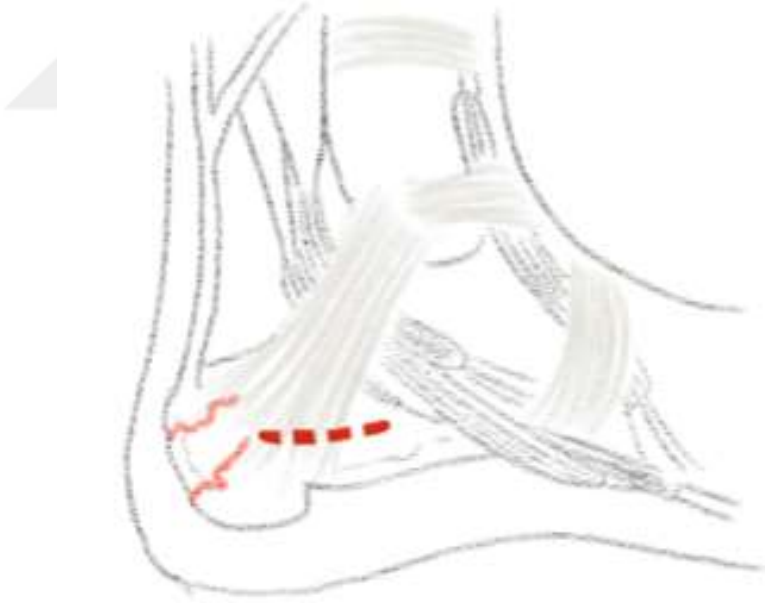
Konservatif yöntemle tedavi edilen hastalarda temel amaç, hareket ve yük aktarımını sınırlayarak kırığın uygun şekilde iyileşmesini sağlamaktır. Bu kapsamda, kısa bacak atel ile immobilizasyon önerilmekte ve özellikle kırığın ilk üç günü içinde ödemin kontrolü amacıyla elevasyon ve soğuk uygulama tavsiye edilmektedir. Immobilizasyonun erken döneminde uygulanan atel, akut kırık hematomunun organize olmasına olanak tanımaktadır. Atel sonrası dönemde, Aşil tendon kontraktürünü önlemek amacıyla ayak bileğini nötral pozisyonda sabitleyebilen ortezler tercih edilmelidir. Ödemin azalmasına paralel olarak, eklem hareket açıklığını korumak amacıyla pasif ve aktif hareket egzersizlerine başlanması önerilmektedir. Kırık morfolojisine bağlı olmakla birlikte, radyolojik olarak kaynama gözlenmeden genellikle 10–12 haftadan önce yük verilmemelidir.

2.8.2. Cerrahi Tedavi

Kalkaneus kırıklarının cerrahi tedavisinde, lateral ve medial olmak üzere iki temel insizyon yaklaşımı bulunmaktadır.

Medial yaklaşım: Medial yaklaşım cerrahi seçeneğini Mc Reynolds sıklıkla kullanmıştır (Şekil 2.21.) (63). Kalkaneusta yer almakta olan sustentaculum taliyi içeren deplase kırıklarda medial yaklaşım, anatomik restorasyon ve stabil fiksasyon için tercih edilmektedir. Büyük çoğunluğunda lateral ve posterior yaklaşım yeterli olmakla birlikte, kalkaneus kırıklarının sustentakular bölgeyi içeren kırıklarda ayağın mediyal tarafına yapılan kesi ile tercih edilmektedir. Bu şekilde sustentakular bölgedeki kırığa hakimiyet daha daha düzgün ve net olmaktadır. Sustentakulum tali'nin medial bölgesinde kalkaneus açık kırığı geliştiğinde özellikle cildin bütünlüğünü bozmaktadır. Bu nedenle, bu bölgeye

daha kolay erişim sağlamak ve iyi bir debridman yapmak amaçlı medial yaklaşım tercih edilebilmektedir. Medial malleolus ve naviküler kemik, medial yaklaşımda referans noktası olarak kullanılmakta olup, medial malleolden aşağıya doğru dik çizilen bir çizgi ile naviküler kemiğe doğru uzanan bir proksimal çizgi, sustentaculum tali ile kesişmektedir. Bu şekildeki cerrahi kesi 5- 7,5 cm arası bir kesi olup, medial malleolusun hemen arkasından başlar ve naviküler kemiğin arkasına kadar devam eder. Cilt insizyonu yapıldıktan sonra derin eksplorasyonda nörovasküler yapılar belirginleşir ve koruma altına alınarak daha sonra fasya kesisi yapılır. Fasya kesisi sonrası, posterior tibial sinir ve fleksör hallucis longus tendonu arasındaki bölge belirginleşir. Burada yer alan nörovasküler demet belirlenip ekarte edildikten sonra, quadratus plantare kası ve abdükör hallucis longus kasları, kalkaneusun medial yüzeyinden ayrılır. Sonrasında ise kırık redüksiyonu için eksplorasyon tamamlanmış olur (64). Zwipp ve Tscherné, genişletilmiş tarsal tünel insizyonuna benzer bir yöntemle, nörovasküler demetle paralel olarak J şeklinde büyük bir kesi yapılmasını önerir. Sinir ve dalları belirlenip açığa çıkarıldıktan sonra kırığın konumuna ulaşmak kolaylaşır (65).



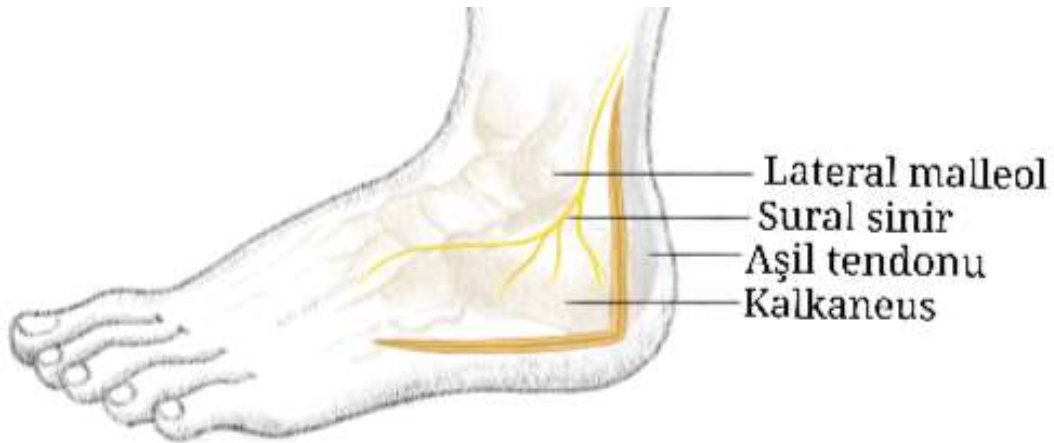
Şekil 2.21. McReynolds'a göre medial yaklaşım

Lateral yaklaşım: Genişletilmiş lateral yaklaşım, yer değiştirmiş intraartiküler kalkaneus kırıklarının cerrahi tedavisinde en sık tercih edilen yöntemdir. Literatürde, eklem yüzeyinde deplasman olan kalkaneus kırıklarının büyük bir çoğunluğu bu teknikte başarılı şekilde tedavi edilebildiği bildirilmiştir (9). Kalkaneus, karmaşık anatomik yapısı nedeniyle farklı kırık paternleriyle karşımıza çıkabilmektedir. Ancak bu yaklaşım, uygun

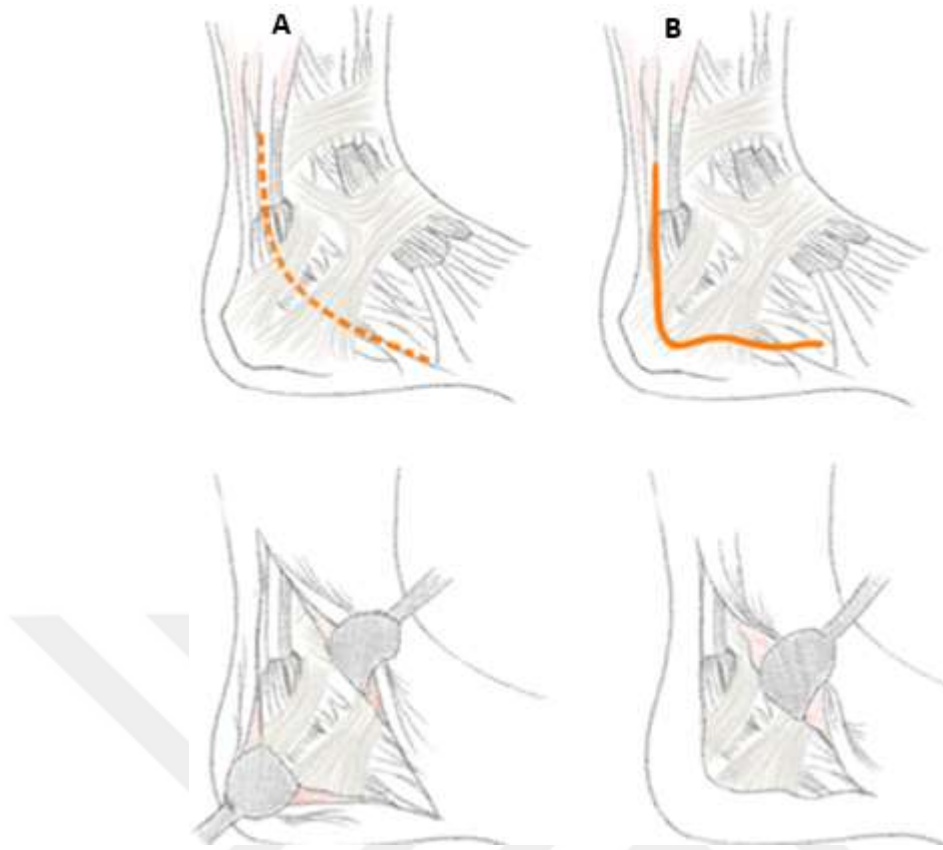
endikasyonlar altında ve dikkatli cerrahi teknikle uygulandığı zaman hem güvenilirliği hem de cerrahi etkinliği açısından yüksek başarı oranlarına sahiptir.

Lateral yaklaşım sayesinde, kalkaneusun uzunluğu, yüksekliği ve genişliği restore edilmektedir. Ayrıca, eklem yüzünün redüksiyonu gerektiğinde, medial yaklaşıma nadiren başvurulmaktadır. İlk dönemlere bakıldığında başlangıçta Kocher yaklaşımı sıkça kullanılan bir lateral cerrahi yaklaşımdır (Şekil 2.23.) (66,67). Lateral yaklaşımda, kalkaneus gövdesine sınırlı bir erişim sağlanırken, dikkatli olunmadığında sural sinir ve peroneal tendonlar çoğu zaman zarar görebilmektedir.

1984 yılında Fernandez ve arkadaşları, ilk kez uzatılmış posterolateral yaklaşımı tanımlamış olup, bu teknikte, insizyon lateral malleol ucunun üç santimetre proksimalinden ve posteriorundan başlar ve malleol etrafından ilerleyerek sural sinir ve küçük safen venin beşinci metatars başına kadar devam eder (Şekil 2.22.). Sural sinir dikkatlice disseke edilip korunduktan sonra, kemiğe kadar tam kat cilt flebi kaldırılır. Peroneal tendonlar malleol ucu üzerinden yerinden çıkarıldıktan sonra, kalkaneofibular ligaman disseke edilip subtalar eklem ve sinus tarsi görünür hale gelecek şekilde ekarte edilir. Kalkaneus kırıklarının cerrahi tedavisinde yapılan çalışmalarda, kırığın parçalanma seviyesine bakılmaksızın, genellikle lateral yaklaşım görüşü ön planda olmuştur. Genişletilmiş lateral yaklaşım sayesinde cerrah, kalkaneusun uzunluğunu, yüksekliğini ve genişliğini daha konforlu bir şekilde restore edebilmektedir. (9,68,69). Ayrıca, eklem redüksiyonu gerektiğinde, medial yaklaşıma nadiren başvurulmaktadır.



Şekil 2.22. Lateral yaklaşım



Şekil 2.23. Lateral yaklaşım A) Modifiye Kocher yaklaşım. B) Selligson lateral yaklaşım

Eklem İçi Kırıkların Tedavisi

Sanders tip 1 kırıkları, ayrışma göstermeyen ya da 2 mm'den daha az ayrılmış olmuş olan eklem içi kırıklar, konservatif tedavi ile takip edilebilirler. Cerrahi müdahale izin vermeyen tip I diyabet olan hastalar, periferik damar hastalığı olan hastalar, cerrahiye engel sistemik hastalıkları olan ya da immobil kabul edilebilecek olan ileri yaştaki hastalarda da konservatif yaklaşımla tedavi edilebilir, bu hastalıklar endikasyon belirlemede yol gösterici faktörlerdir. Bununla birlikte, aşırı şişlik, topuk çevresinde ilerleyici bülleler veya hayatı tehdit eden ek travma yaralanmaları olan hastalar da konservatif yöntemi ile tedavi edilir (58,70). Konservatif tedavi takibi sürecinde, kırık üzerine herhangi bir manipülasyon yapılmadan 6 ile 12 hafta boyunca yük verilmeden immobilizasyon uygulanmakta olup, genelde atel ya da sirküler alçı ile takip edilebilir. Klinik ve radyolojik bulgularla, kırık hattında kallus formasyonu görüldükten sonra yük vermeye tedrici başlanılmalıdır (71). Genellikle kırığın tipine göre değişmekle birlikte, altıncı haftanın sonunda immobilizasyon sona erdirilir ve eklem hareketliliği aktif olarak başlatılıp, eklem ROM artırıcı egzersizlere başlanılmalıdır.

Posterior faset eklem yüzünü içeren intraartiküler basamaklanması olan kalkaneus kırıkları, cerrahi müdahale gerektiren vakalar olup, cerrahinin amacı, özellikle posterior faset eklem yüzünü anatomik rekonstrükte etmek ve subtalar eklem yüzeyini basamaklanma olmadan düzenleyip, aynı zamanda kalkaneusun morfolojik özelliklerini, özellikle yüksekliğini ve dizilimini restore etmektir. Ameliyat öncesi ödem veya bül gibi patolojik bulgular olması durumunda, ödemin gerilemesi beklenip daha sonra cerrahi planlanabilir ya da eksternal fiksasyon yöntemi ile geçici uzunluk sağlayan dış tespit ile kırık malpozisyonun nispeten düzeltilmesi ile ödemin gerilemesine yardımcı olunur. Kalkaneus kırıkları yüksek enerjili travmalar sonrasında gelişmektedir. Kırığın oluş mekanizmasına bağlı olarak açık ya da kapalı kırıklar gelişebilmektedir. Cerrahi planlama yapılırken, minimal invazif yaklaşım, perkütan pinleme, geniş lateral yaklaşım (açık redüksiyon internal fiksasyon), ya da kapalı redüksiyon eksternal fiksasyon yöntemleriyle kırığın tedavisi yapılabilir. Cerrahi tedavi planlanırken, kırığın tipi, oluşum mekanizması, eklem yüzeyinde çökme olup olmaması, kırığın açık ya da kapalı olması gibi kırığa özgü özelliklerin yanı sıra; hastanın yaşı, diyabet, romatoid artrit, nöropatik hastalıklar gibi sistemik hastalıkları olan ve travma anında ciltte oluşan bül, ödem gibi lokal cilt bulguları da göz önünde bulundurulmaktadır. Genel olarak, Sanders Tip II ve Tip III kırıkları için açık redüksiyon ve internal tespit uygulanmaktayken, cilt problemi ile karşılaşılabilinecek vakalarda kapalı redüksiyon pinleme, perkütan vidalama ya da eksternal fiksasyon yöntemleri tercih edilebilmektedir. Tip IV kırıklarında, redüksiyon sonrası primer subtalar füzyon tercih edilen diğer tedavi seçeneğidir (58).

Eksternal Fiksasyon

Kalkaneus kırıkları genellikle yüksek enerjili travmalar sonrasında gelişmektedir. Kırığın oluş mekanizmasına bağlı olarak ciltte akut komplikasyonlar ve dolaşım problemine bağlı olarak cilt beslenme problemleri ortaya çıkabilmektedir. Diyabete bağlı nöropatik tutulumu olan hastalarda, ilaveten gelişebilecek periferik arter tulumu nedeniyle cilt, normal hastalara göre daha hassastır. Diyabet hastalarında gelişen kalkaneus kırıklarında açık cerrahi yöntemler, bu komplikasyonlar nedeniyle sınırlayıcı olabilir. Diyabet olmasa dahi kalkaneus kırıklarında, yer değiştirmiş, angüle fragmanlara sekonder gelişen lenfatik staz ve ödemin çözülme sürecinde ciltte gerginlik artışı ile birlikte yara komplikasyonları gelişme riski artmaktadır. Bu nedenle, kalkaneusun anatomik hizalanmasını ve yük taşıma fonksiyonunu yeniden kazandırmayı hedefleyen

eksternal fiksasyon cerrahi yöntemlerine, yumuşak dokuya verilecek hasarı en aza indirmek için başvurulabilmektedir.

Eksternal fiksasyon yapılırken öncelikle hasta, sağlam tarafa yatırılacak şekilde lateral dekübit pozisyonuna alınır; daha sonra C kollu floroskopi ile görüntü alacak şekilde hastaya pozisyon verilmektedir. Hasta steril olacak şekilde hazırlandıktan sonra, lateral görüntüde subtalar eklem yüzeyi net görülüp güvenli bir bölge belirlenerek pin, tüberisitas kalkanei'ye dik bir şekilde yerleştirilmelidir. Daha sonrasında uygun manipülasyonla, kalkaneusun tipik varus pozisyonunun düzeltilmesine ve kırığın anatomik diziliminin sağlanmasına yardımcı olunca, kalıcı pin kalkanesun medialinden laterale doğru nörovasküler yapılardan uzak şekilde yerleştirilmelidir. İkinci pin, fibular çentik seviyesinin yaklaşık 2 cm proksimalinde, distal tibianın medial yüzeyine yerleştirilir. Pin, eklem düzlemine paralel olacak şekilde ve tibianın anatomik eksenine dik açıyla, medialden laterale doğru ilerletilir. Daha sonra birinci metatarsın veya medial kuneiformun tabanına 4 mm'lik bir pin yerleştirilir. Bu pinler bikortikal olarak yerleştirilir. Pinlerin yerleri C kollu floroskopi cihazı eşliğinde kontrol edilmelidir. Daha sonra, pinler aracılığıyla gerekli traksiyon ve manevralarla posterior faset eklem yüzü düzgünlüğü, uygun valgus pozisyonu, yeterli kalkaneal yükseklik ve uygun posterior faset eklem dizilimi görüldükten sonra, eksternal fiksator sistemi sabitlenmelidir (72). C kollu floroskopi cihazı ile kontrol sağlanmalıdır.

Kapalı Redüksiyon Pinleme ve Perkütan Vidalama

Kalkaneusun eklem içine uzanan kırıklarında, cerrahi planlama yapılırken yumuşak doku bütünlüğünün korunması büyük önem arz etmektedir. Özellikle kalkaneusun lateral duvarı, anatomik olarak ince ve zayıf bir yumuşak doku tabakasıyla örtülü olduğundan dolayı, bu bölgeden yapılacak cerrahi girişimler ciddi doku nekrozu, enfeksiyon ve yara iyileşme problemleri gibi komplikasyonlara yol açabilmektedir. Bu riskleri en aza indirmek amacıyla, son yıllarda açık cerrahiye alternatif olarak minimal invazif ve indirekt redüksiyon yöntemleri tercih edilmektedir. Bu cerrahi teknikler, daha küçük insizyonlar aracılığıyla cilt bütünlüğünü koruma amaçlı hasarı en aza indirerek, kırığın uygun şekilde tespiti ve stabilizasyonunu sağlamaktadır (Şekil 2.24). Aynı zamanda cerrahi morbiditeyi azaltmakta hem de iyileşme sürecini hızlandırmaktadır. 1900'li yıllardan beri kapalı redüksiyon pinleme yöntemi farklı şekilde modifiye edilmiştir. Günümüzde Essex-Lopresti tekniği adıyla anılan bu tedavi şeklinde özellikle, Sanders Tip IIC kırıkları ve bunlarla ilişkili Essex-Lopresti dil tipi kırıkların tedavisinde

kullanılan minimal invaziv bir yaklaşımdır. Burada, kırık fragmanı anatomik pozisyonuna yerleştirilip, kırık uçları arasındaki redüksiyon, iki kalın Kirschner teli kullanılarak sağlanmaktadır (Şekil 2.25). Kırık fragmanları Kirschner telleri ile geçici stabilize edilmektedir; ardından, geçici stabilizasyon sağlayan Kirschner telleri üzerinden drilleme işlemi yapıp, kanüllü vidalar ile daha güçlü stabilizasyon sağlanılabileceği gibi, sadece Kirschner telleriyle de kırık redüksiyonu sonrası tespit sağlanılabilir. Kanüllü vidalar, hastanın kırık iyileşmesi üzerinde olumlu etkisini, kırık bölgesinin vasküleritesinin korunmasıyla gerçekleştirmektedir (73). Cerrahi sonrası hastalar, ortalama 6 hafta kısa bacak atelle takip edilmektedir. Kirschner telleri, kallus formasyonunun gelişmesiyle, ortalama kırık redüksiyonunun 6. haftasında teller çıkarılıp ROM artırıcı eklem egzersizlerine başlanılır.

Son yıllarda yapılan klinik yayınlarda, perkütan yaklaşım ile elde edilen sonuçların, açık redüksiyon ve internal fiksasyon (ORIF) yöntemleriyle karşılaştırıldığı zaman, klinik açıdan benzer etkinlikte olduğu fakat komplikasyon oranlarının belirgin şekilde düşük olduğu gösterilmiştir. Perkütan cerrahi işlem, açık cerrahi işleme göre endikasyonlar dahilinde daha az invazif olması, enfeksiyon riskinin az olması, yara iyileşme problemlerinin daha az görülmesi ve nörovasküler komplikasyon risklerinin daha az olması sebebiyle daha avantajlıdır (74).

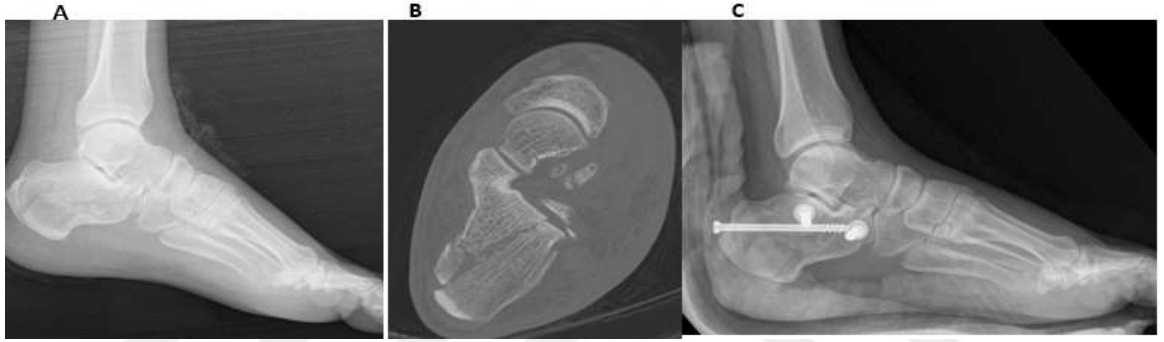


Şekil 2.24. Minimal invaziv teknikle tedavi edilen kalkaneus kırığında, retrograd K-tellerin perkütan olarak tuber kalkanei üzerinden yerleştirildiği giriş noktaları görüntüsü



A) Hasta lateral dekübit pozisyonundayken kalın K-tellerinin plantara doğru yönlendirilmesi (ok) B) Serbest posterior ana fragmanın elevasyonunu ve anatomik dizilimini sağlayacaktır.

Şekil 2.25. Perkütan Essex-Lopresti manevrası.



A) Preoperatif X-ray görüntüsü B) Preoperatif BT görüntüsü C) Postoperatif lateral X-ray görüntüsü

Şekil 2.26. Sanders tip 2A kırığı olan hastaya 3 adet kanülle vida ile perkütan tespit uygulanması



A) Preoperatif lateral X-ray görüntüsü B) Postoperatif lateral X-ray görüntüsü.

Şekil 2.27. Dil tipi kırığı olan hastaya 2 adet kanülle vida ile perkütan tespit uygulaması.



A) Preoperatif X-ray görüntüsü B) Retrograd K telleri ile tespit sonrası X-ray görüntüsü C) Postoperatif 8. ay X-ray görüntüsü

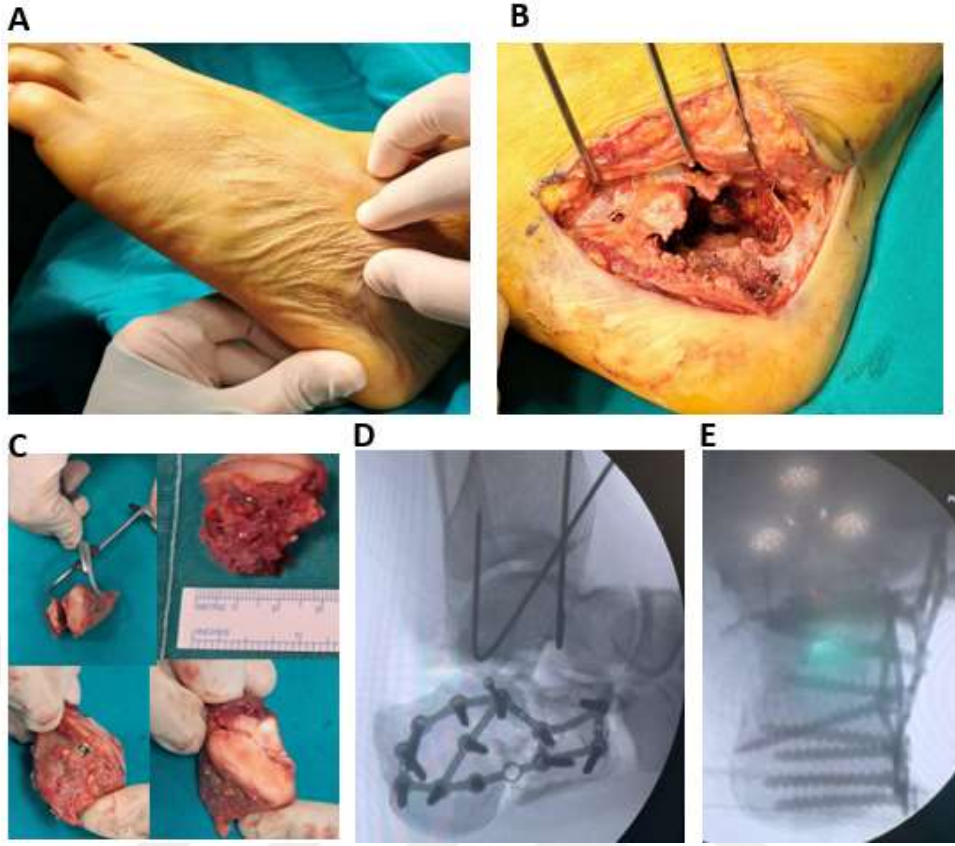
Şekil 2.28. Dil tipi kırık sonrası X-ray görüntüleri

Açık Redüksiyon ve İnternal Tespit

Kalkaneusun eklem içi kırıklarında herhangi bir kontrendikasyon yoksa, ilk başvuru olan cerrahi yöntem açık redüksiyon internal tespit yöntemidir. Subtalar eklem %25'inden fazlasını içeren kırıklar ve eklemde 2 mm'den fazla basamaklanması olan kırıklarda cerrahi işleme başvurulmaktadır. Cerrahinin amacı, kalkaneusun üç boyutlu anatomisini restore etmek, eklem yüzeylerini anatomik olarak hizalamak ve stabil bir osteosentez sağlamaktır. Cerrahi zaman planlaması yapılırken ciltteki ödem varlığı dikkate alınır. Ödem varlığında ilk etapta soğuk uygulama, elevasyon ve immobilizasyon uygulanmaktadır. Yumuşak doku şişliğini takip etmek için kırışıklık testi yapılmaktadır (Şekil 2.29.). Bu testte, hastaya ayak bileği dorsifleksiyon ve eversiyon hareketleri yaptırılıp, ayak bileği lateralinde ciltte kırışıklık olup oluşmadığı ve ayak bileğinin lateralindeki ödem miktarına bakılır. Ödemin olmaması ve ciltte kırışıklık olması halinde bu test pozitifdir ve hastanın cerrahiye hazır olduğunu göstermektedir. Açık redüksiyon internal tespit yapılırken, en yaygın tercih edilen cerrahi yaklaşım, genişletilmiş lateral yaklaşımdır. Bu cerrahi yaklaşımda sural sinir korunmalıdır. Üç adet Kirschner teli, talus, fibula ve kuboide yerleştirilerek lateral cilt fleb şeklinde cerrahi sahadan uzaklaştırılarak

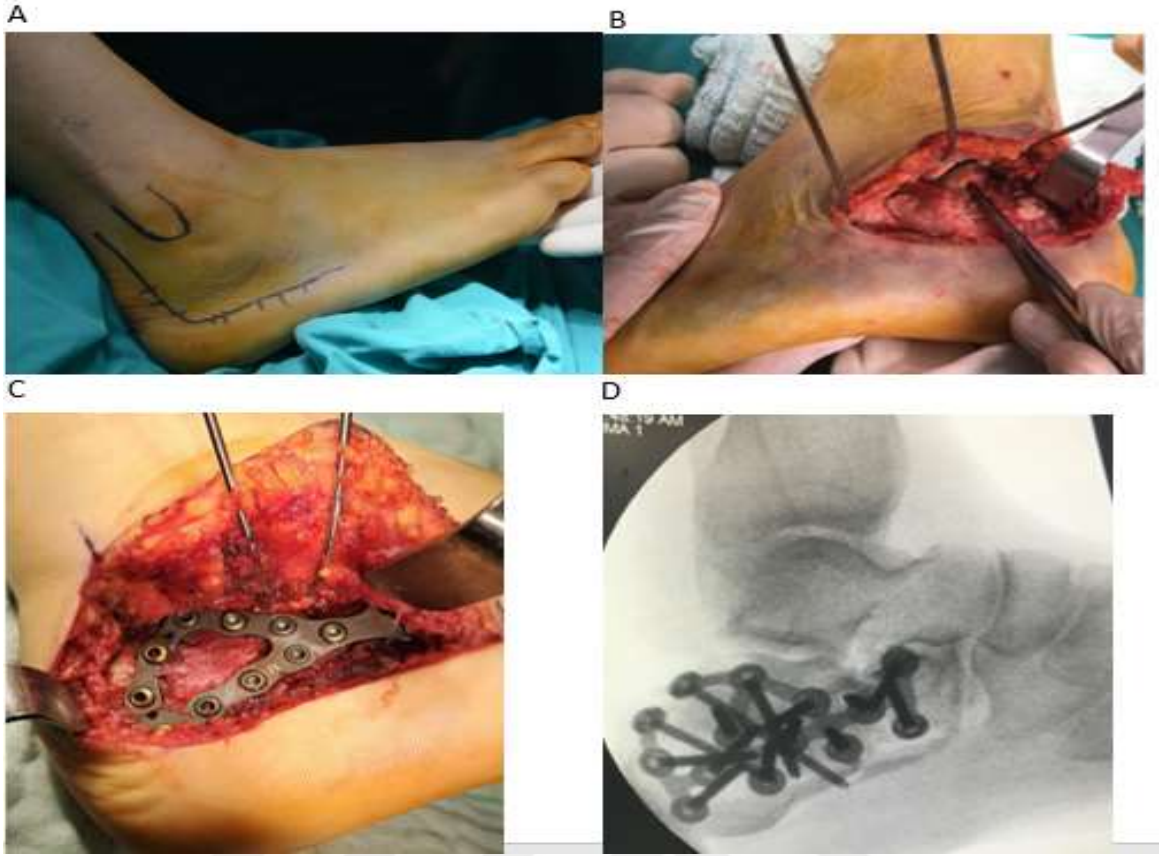
ekartasyon yapılır. Subperiostal ilerleme aşamasında peroneal tendonlar eleve edilerek, ardından kalkaneusun lateral duvarı serbest ise çıkarılarak, değilse osteotomize edilerek subtalar eklem yüzeyi ortaya çıkarılır. Eklem yüzeyinin net bir şekilde gösterilmesi, kırığın redüksiyonunu sağlamaya yönelik önemli bir adımdır. Daha sonra posterior faset eklem yüzü anatomik redükte edilerek kalkaneusun varus-valgus dizilimi sağlandıktan sonra, geçici K telleri ile redüksiyon korunarak anatomik lateral kalkaneal plak-vida ile osteosentez sağlanılır. Böylece, subtalar eklemdeki anatomi restore edilip, fonksiyonel düzeyde iyileşme için eklem bütünlüğü sağlanmaktadır. (75).

ARİF yapılırken, eklemdeki çökme miktarına göre greft kullanılabilir. Greft kullanımı halen tartışılmakta olan bir konudur. İlk kez Palmer, kemik grefti kullanımını; internal tespit yöntemleriyle elde edilen kemik tespitinin etkin olmadığı ve izole kanüllü vida kullanımına güvenilmediği durumlarda, eklem yüzünü anatomik olarak redükte ettikten sonra yük verme esnasında yeniden eklemde çökmeyi önlemek amacıyla önermiştir (76). Kemik grefti kullanımı konusunda farklı bir yaklaşımı olan Stephenson, kendi çalışmasında sadece bir eklemde çökme vakası gözlemlediği için kemik grefti kullanmamayı tercih etmiştir (77). Diğer yandan Le Tournel, çekme vidalarının eklem yüzeyinin redüksiyonunu sağlamada tek başına yeterli olduğunu düşündüğünden kemik grefti kullanımını gereksiz görmüştür (7). Leung ve arkadaşları, kemik greftinin eklem yüzeyini çökmesini engellediğini düşündüklerinden ameliyatlarında bu yöntemi kullanmışlardır. 120 vakalık serilerinde kemik grefti kullanmayan Sanders ve arkadaşları, vaka takiplerinde eklem yüzeyi redüksiyonunda herhangi bir çökme tespit etmemişlerdir (78). Benirschke ve Sangeorzan ise, posterior faset redüksiyonu sonrasında oluşan boşluğun, iliak kemikten alınan otogreft kansellöz kemik ile doldurulması gerektiğini savunmuştur (35). Bu çalışmalara bakıldığında, greft kullanımı cerrahın tecrübesine göre sadece vida sistemleriyle başarılı sonuçlar alınabileceği gibi, gerek görüldüğü zaman eklem yüzeyinin çökmesini engellemek amaçlı bazı durumlarda kemik grefti kullanılabilirliğini göstermektedir. Bu konuda greft kullanımı açısından ortak bir fikir birliği yoktur. Biz de kliniğimizde posterior faseti ilgilendiren kalkaneus kırıklarında vaka bazlı değerlendirerek geniş defektif çökmelerde oto veya allogreft desteklemesi sonrası plak vida osteosentezi tercih etmekteyiz.



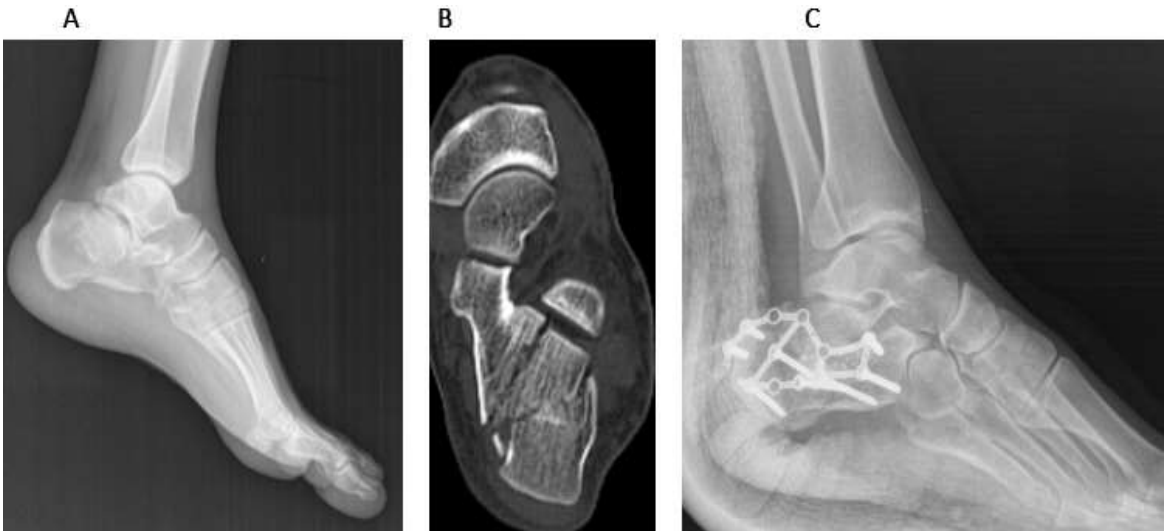
A) kırışıklık testinin pozitif olduğunu gösteren intraoperatif görüntü B) Üç adet K teli ile flebin ekarte edilmesi sonrasında subtalar eklemin parçalı görünümü C) Subtalar eklem parçalarının ameliyat masasında anatomik olarak yeniden restore edilmesi D) Subtalar eklemin alt kısmının allogreft ile doldurulmasının ardından, plak ve vida ile osteosentezin sağlandığını gösteren intraoperatif lateral görüntü E) İntraoperatif vida dizilimi ve topuk varus-valgus durumunun değerlendirildiği aksiyel görüntü

Şekil 2.29. Kalkaneus kırığı gelişen hastanın intraoperatif görüntüleri



A) Genişletilmiş lateral cerrahi insizyon görüntüsü. B) Üç adet K teli flebin ekarte edilmesi sonrası çöken posterior faset eklem yüzünün yükseltilmesi. C) Plak-vida ile osteosentez sonrası görüntü. D) Plak vida ile osteosentez sonrası posterior fasetin anatomik diziliminin C kollu floroskopi cihazı ile kontrol görüntüsü

Şekil 2.30. Kalkaneus kırığı gelişen hastanın intraoperatif görüntüleri



A) Preoperatif lateral X-ray görüntüsü B) Preoperatif BT görüntüsü C) Postoperatif lateral X-ray görüntüsü

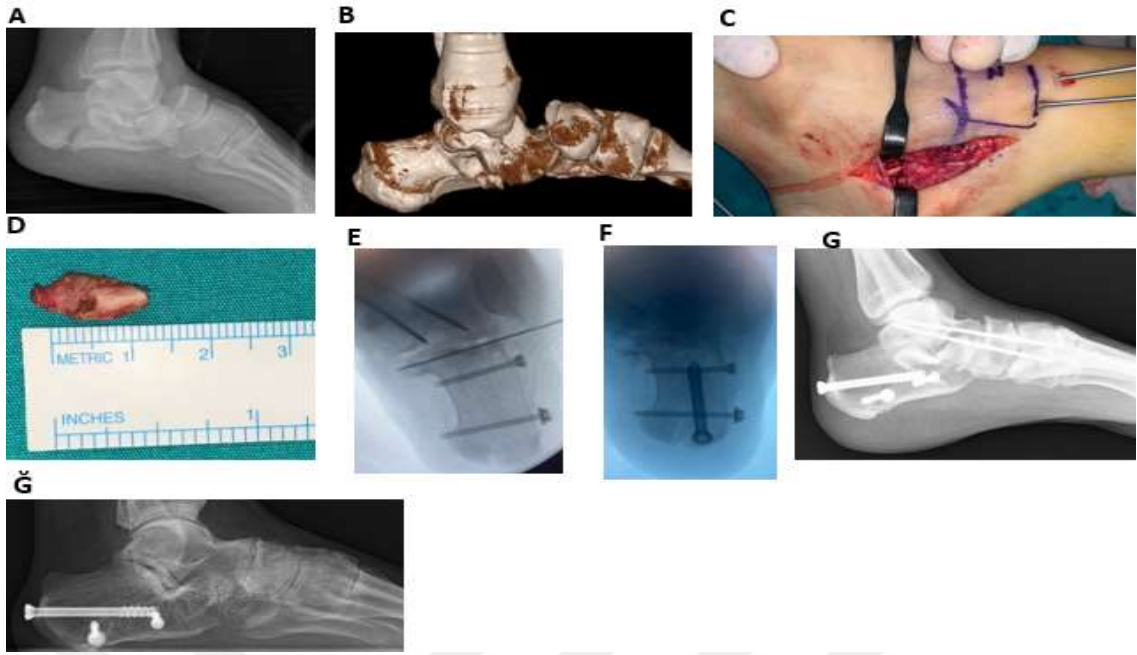
Şekil 2.31. Sanders tip 3AC kırığı olan hastaya ARİF ile plak vida tespiti uygulaması

Eklem Dışı Kırıklar

Kalkaneus kırıklarının yaklaşık %30'u eklem dışı kırıklardan oluşmaktadır. Bu kırıklarda tedavi stratejisinin belirlenmesinde, kırık fragmanının lokalizasyonu, boyutu ve deplasman miktarı önemli rol oynamaktadır (39,79).

Sustentakulum Tali Kırıkları

Sustentakulum tali kırıkları, nadir karşılaşılan bir kırık tipidir ve genellikle inversiyon pozisyonundaki ayağa ani aksiyel yük binmesi sonucu meydana gelmektedir. Rutin radyografilerde kolaylıkla gözden kaçabileceğinden, kesin tanı için BT ile değerlendirme gereklidir. Deplase olmayan olgularda 6 hafta süreyle yük kısıtlama ve kısa bacak alçılama tercih edilirken, 2 mm ve üzeri deplasman varlığında cerrahi girişim önerilmektedir. Medial faset eklem yüzeyini içerdiğinden dolayı eklem içi kırık olarak sınıflandırılır ve cerrahi tedavide öncelikli hedef, anatomik redüksiyonun sağlanmasıdır. Cerrahi insizyona, medialde palpe edilebilen sustentakulum hizasından yapılan 3–5 cm'lik horizontal insizyon ile başlanır. Fleksör retinakulum açıldıktan sonra tibialis posterior ve fleksör digitorum longus superior tarafa, damar-sinir demeti ve fleksör hallucis longus ise inferior tarafa dikkatlice ekarte edilir. Orta faseti içeren sustentakulumun ayrılmış parçası uygun şekilde redükte edilir. Sustentakulum talinin çapına uygun 1,5 mm ya da 2,4 mm çapındaki küçük vidalarla tespiti gerçekleştirilir. Subtalar eklemnin stabilitesini bozmayacak şekilde gelişen küçük fragmanların tespiti mümkün olmadığı zaman eksize edilir. Operasyon sonrası, iki haftalık istirahat atelinin ardından erken dönemde hareket egzersizlerine geçilebilir. Altı haftalık yük vermeme sürecini takiben, radyolojik ve klinik iyileşme değerlendirilerek kademeli yük vermeye başlanır. Bu kırıklar genellikle 8–10 hafta içerisinde iyileşir ve fonksiyonel sonuçlar büyük ölçüde yüz güldürücüdür (9,50,80).



A) Preoperatif lateral X-ray görüntüsü B) 3D BT görüntüsü C) Medial minimal invazif yaklaşım görüntüsü D) Serbest kırık fragmanı görüntüsü E) İntraoperatif harris grafisi F) İntraoperatif Harris grafisinde, üç adet kanüllü vida ile osteosentezin sağlandığı görülmektedir G) Postoperatif lateral X-ray grafisinde, lateralden mediale doğru yerleştirilmiş iki adet ve kalkaneusun posteriorundan anteriora doğru uzanan bir adet kanüllü vida ile osteosentez sağlandığı, ayrıca iki adet K teli ile talonaviküler eklem stabilizasyonunun gerçekleştirildiği görülmektedir Ğ) Postoperatif 8. haftada K telleri çekildikten sonraki lateral X-ray görüntüsü

Şekil 2.32. Talonaviküler eklem çıkığına, sustentakulum tali kırığının eşlik ettiği eklem dışı kalkaneus kırığı görüntüleri

Kalkaneus Gövde Kırıkları

Kalkaneus gövde kırıkları, aksiyel yüklenme mekanizmasıyla oluşmaktadır; ancak, bu durum eklem içi kırıklara kıyasla daha düşük enerji transferi ile ilişkilidir. Tüm eklem içi kırıklarda olduğu gibi, bu kırıklarda da BT ile eklem yüzeyine uzanımın olup olmadığının net olarak değerlendirilmesi gerekir. Cerrahi tedavi endikasyonu; 30 derecenin üzerinde varus veya valgus deformitesi, tuber kalkanei'de 1 cm'den fazla medial ya da lateral yer değişikliği ve belirgin kalkaneal uzunluk ve yükseklik kaybı varlığında mevcuttur. Bu kriterlerin dışında kalan hastalarda konservatif tedavi uygulanır. Radyolojik olarak kaynama bulguları saptandığında (genellikle 4–6 hafta), hastaya kısmi yük vermesine izin verilir. Bu kırık tipinde kaynamama oldukça nadir görülmektedir (50,80).

Anterior Proses Kırıkları

Kalkaneusun anterior proses kırıkları, sıklıkla ayak inversiyon ve plantar fleksiyon zorlanmalarında bifurkat bağın avülsiyonuna bağlı olarak gelişir. Kırık, genellikle küçük

parçalıdır ve ayak bileği burkulmalarıyla birlikte görülebildiğinden, gözden kaçması olasıdır. Tedavi yöntemi, kalkaneokuboid eklem tutulumuna göre belirlenir. Eklem %25'inden fazlasını içeren ya da orta ayakta instabiliteye neden olan kırıklarda, cerrahi tedavi gereklidir (3). Kırık, anatomik olarak redükte edildikten sonra, mini plak ya da vidalar ile tespit sağlanır. Gereken durumlarda, 2 haftalık kısa bacak atel uygulanabilir; ardından erken dönemde eklem hareketlerine başlanmalıdır. Ameliyat sonrası 8–10. Haftalarda, hastalara yük vererek mobilizasyon önerilir. Cerrahi olarak tespit edilemeyecek kadar küçük veya çok sayıda parçalı kırıklarda eksizyon düşünülebilir.

Kalkaneal Tüberkül Kırıkları

Tuber kalkanei kırıkları, genellikle ayak dorsifleksiyonda iken ani ve güçlü aşıl tendonu kontraksiyonu sonucu meydana gelir. Bu kırıklar, özellikle osteoporotik yaşlı bireylerde ve diyabetik hastalarda daha sık görülmektedir. Aşıl tendonunun kısalığına bağlı olarak Thompson testi pozitif olabilir. Klinik olarak plantar fleksiyonda güçsüzlük ve kısıtlılık saptanabilir. Kırık parçasının boyutu ve deplasmanına bağlı olarak cilt ve çevre yumuşak dokularda bası ve basıya bağlı ekimoz görülebilir. Posterior ciltte bası oluşturma riskinden dolayı yüksek cilt komplikasyonu mevcuttur. Aynı zamanda, gastrokinemius-soleus kompleksinde işlevsel kayba yol açma ihtimalinden dolayı, bu olgularda cerrahi tedavi ön plandadır. Konservatif tedavide, ayak ekin pozisyonunda kısa bacak alçısı 6 hafta uygulanır; ardından eklem hareketleri başlatılır. Cerrahi yaklaşımlarda genellikle posterior paratendinöz (medial veya lateral) girişimler tercih edilir. Kırık, büyük kanüllü vidalar ile tespit edilir. İkinci haftadan itibaren hareket egzersizlerine başlanmalı; 8–10. haftalarda ise yük vererek yürütme programına geçilmelidir (80).

Subtalar Artrodez

Subtalar artrodez eklem yüzünün korunmasının mümkün olmadığı, Sanders Tip 4 gibi çok parçalı eklem içi kırıklarda başvuru olan bir cerrahi tedavi yöntemidir. Subtalar artrodez, kırığın yapısal özellikleri, hastaya bağlı bireysel faktörler ve cerrahın seçimine göre primer veya sekonder olarak uygulanabilir. Kalkaneus kırıkları, açık redüksiyon internal tespiti imkan tanımıyorsa primer olarak subtalar artrodez birincil cerrahi tedavi şekli olabilir. Öncelikle kalkaneus kırığı redükte edilip tespit edildikten sonra, kalkaneus ve talus arasındaki eklem yüzeylerinin kırık dokuları temizlenmektedir. Ardından, eklem aralığını doldurmak amacıyla iliak krestten alınan otogreft ya da allogreft kansellöz

yapıdaki kemik greftleri yerleştirilir. Distalden proksimale ve posteriordan anteriora doğru, iki kanüllü vida posterior fasete dik şekilde tespit edilir. Bu sayede, kalkaneusun anatomik yapısı muhafaza edilerek, fonksiyonel bütünlüğü yeniden sağlanmaktadır (81). Sekonder subtalar artrodez de ise tespit imkanı olmayan çok parçalı kalkaneus kırıklarının, öncelikle konservatif tedaviye bırakıldıktan sonra yeterli kemik stoğunun iyileşmesiyle artrodez işleminin uygulanmasıdır.



A) Preoperatif lateral X-ray görüntüsü B) Plak vida ile osteosentez sonrası lateral X-ray görüntüsü C) plak vida çıkarıldıktan sonraki lateral X-ray görüntüsünde subtalar artroz oluştuğunun görülmesi D) Distalden proksimale ve posteriordan anteriora doğru, iki kanüllü vida ile sekonder subtalar artrodez yapıldıktan sonraki postoperatif lateral X-ray görüntüsü

Şekil 2.33. Kalkaneus kırığı gelişen hastanın takipteki lateral X-ray görüntüleri

2.9. Komplikasyonlar

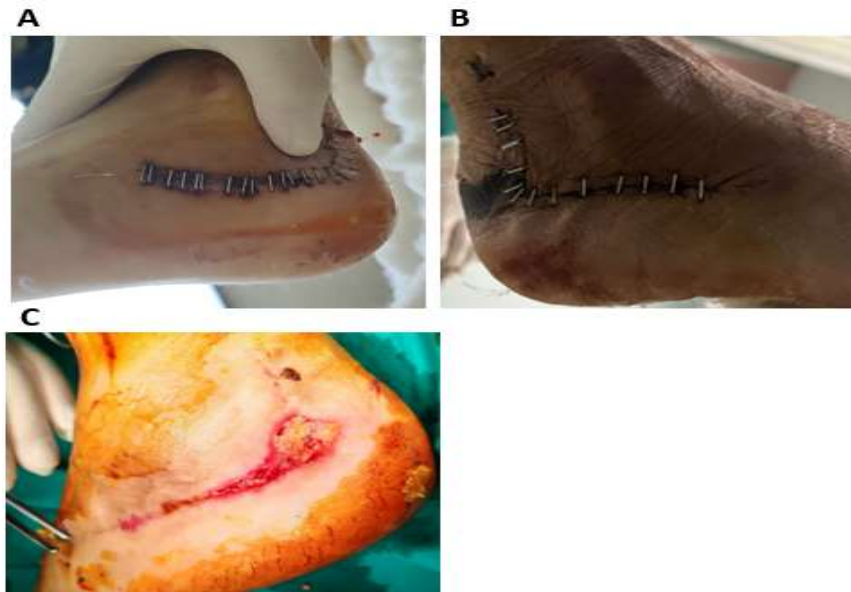
Kalkaneus kırığı cerrahisi yapılırken, kırığın deplasman derecesi, hastanın yaşı, açık kırık, hastada klinik prognozu ve kırığın iyileşmesini etkileyebilecek ek hastalıkların varlığı, öncesinde var olan vasküler ve nörolojik problemler, ameliyat sırasında yeterli eklem redüksiyonun sağlanabilmesi ve ek travma varlığı gibi durumlar, ameliyat sonrası oluşabilecek komplikasyonlara zemin hazırlayacağı gibi doğrudan bu komplikasyonlara neden olabilmektedir. Kalkaneus kırığı cerrahisi sonrası oluşabilecek komplikasyonlar şu şekilde özetlenebilir:

- Yara bölgesinde enfeksiyon
- Cilt problemleri
- Subtalar ve kalkaneokuboid eklem artrozu
- Nörolojik komplikasyonlar

- Peroneal tendon problemleri
- Kalkaneusun yanlış kaynaması
- Kaynamama
- Bölgesel ağrı sendromu
- İnsizyon hattında kalıcı hassasiyet
- İmplant yetmezliği ve kollaps
- Ayak deformitesi

Yara Yeri Enfeksiyonu

Ameliyat sonrası hastalarda, yara yerinde cerrahi sonrası akut seröz veya hemorajik akıntı iyi takip edilmezse enfeksiyona dönüşebilir. Erken dönemde gelişen akut enfeksiyonlara gerekli tedbirler alınmadığında, kronik dönemde osteomyelit kliniği de gelişebilmektedir. Ameliyat sonrası insizyon yerinde akıntısı olan hastalarda direk bakı ve kültür çalışması yapılmalıdır. Kültür negatif ancak yüksek enfeksiyon şüphesi durumunda, seri yıkama ve debridmanlar yapılmalıdır. Kültürde üreme olduğu takdirde ise, etkene yönelik antibiyoterapi başlanılmalıdır. Genelde erken dönemde müdahale edilen olgularda, pozitif yanıt alındığı takdirde kaynama görülene kadar implant korunabilir. Bu süreçte İV antibiyoterapi protokolü uzatılabilir. Enfeksiyon derinleştğinde veya kemikte kaynama görüldüğünde implantlar çıkarılmalıdır.



Şekil 2.34. Postoperatif insizyon bölgesinde görülen cilt problemleri

A) Postoperatif insizyon alanında hemorajik akıntı olan olgu B) Postoperatif insizyon alanında ciltte nekroz görünümü C) Postoperatif cilt nekrozu sonrası yapılan debridmanı gösteren görüntü.

Cilt problemleri

Kalkaneusun lateral duvarı, yumuşak bir doku ile örtülmektedir. Travmanın oluş mekanizmasına bağlı olarak ciltte defekt, şişlik, bül ya da nekrotik alanlar oluşabilmektedir. Ciltte bu gibi durumlar, ameliyat öncesi görüldüğü gibi ameliyat sonrası da görülebilmektedir. Ciltte nekroz geliştiği takdirde, o alana debritleme yapılmalı; gerekirse serbest deri flepleri ile cilt rekonstrüksiyonu sağlanmalıdır.

Nörolojik Komplikasyonlar

Kutenöz sinir hasarı, hastaların %15`inde oluşup en sık görülen cerrahi komplikasyondur. Sural sinir en sık hasar gören sinir olup, genelde ağrı ile karakterize olan nöroma kliniği ile kendini göstermektedir (82). Bu hastalara tekrar cerrahi işlem gerekmektedir. Posterior tibial sinirin yanlış kaynamaya sekonder artmış tarsal tünel basıncına bağlı olarak tuzak nöropatisi meydana gelebilir; bu klinik durum sinirin sıkışma seviyesine göre kendini gösterir. Bu durumda cerrahi olarak nöroliz işlemi yapılmalıdır. Hastalarda tedavi edilmezse bölgesel ağrı sendromu görülebilir. Genelde şiddetli ağrı, soğuk ve nemli cilt, çorap giymeye ve temasa tahammülsüzlük şikayetleri ile karakterize olup, ileri evrede Sudeck atrofisi gelişebilir. Hastalar ağrı pompaları veya sempatik sinir blokajı ile tedavi edilebilir (6).

Subtalar Artrit

Kalkaneus kırığı cerrahi sonrası, kırığın eklemdeki deplasmanın düzeltilme miktarına göre çeşitli oranlarda subtalar eklemde artroz görülebilmektedir. Ama genelde, anatomik redüksiyonun sağlanmadığı deplasman miktarının yüksek olduğu, konservatif takip edilen hastalarda görülmektedir. Subtalar artroz, hastada yürüme esnasında yük vermeye bağlı gelişen ağrı ile karakterizedir. Hastanın inversiyon ve eversiyon hareket kapasitesi azalmıştır. Tedavinin ilk basamağını, konservatif yaklaşım ve rehabilitasyon oluşturur. Hastanın klinik prognozunun ağrıya bağlı kötüleşmesi sonrası, gündelik yaşam aktivitelerini kısıtlanması ve cerrahi tedaviye yanıtız kalması durumunda, subtalar artrodez cerrahisi planlanabilir.

Peroneal Tendon Problemleri

Kalkaneus kırığı gelişen hastalarda, konservatif takip edildiğinde, kırık uçlarının peroneal tendona yaptığı irritasyon ve sıkışmaya bağlı olarak ağrılı tendinit tablosu gelişebilir. Kırık tespiti için kullanılan plak ya da vidalar da bazen tendonları irrite edip kronik tendinit tablosuna yol açabilmektedir. Cerrahi sonrası, ameliyatta peroneal tendonlara yapılan ekstansiyonlar tendonlarda yapışıklıklara neden olabilir. Böyle durumlarda, hastanın kliniğine göre kaynama olduktan sonra implant çıkarılıp tenoliz

işlemi yapılabilmektedir. Peroneal tendon dislokasyonu, ayak bileğinde ağrı, şişlik ve fibula üzerinde tendonların palpe edilmesiyle tanı konulan bir komplikasyon olup, peroneal retinakulum ve çevre yumuşak doku zarfının rekonstrükte edilmesiyle tedavi edilebilmektedir (83).

Topuk Problemleri

Topuk Yastığı Ağrısı

Topuk yastığı, septalı bir yapıya sahip olup, kalkaneusun altında yer almaktadır. Şok absorpsiyonunda önemli bir yere sahiptir. Septalı yapısının bozulmasıyla birlikte, topuk altında gelişen yağ atrofisi topukta kronik ağrı ortaya çıkarmaktadır. Genelde, topuk destekleri ve ortez ile tedavi edilmektedir.

Topuk Egzozitozları

Kalkaneus kırıkları sonrası, topukta ağrılı kemik çıkıntıları oluşmasıyla karakterizedir. Bu çıkıntılar, yürüme ve koşma sırasında plantar yüze uygulanan basıncı artırarak hastada belirgin ağrı oluşturabilir. Cerrahi tedavi gerektiren olgularda, plantar yumuşak dokuların korunması amacıyla plantar insizyonlardan kaçınılmakta ve eksizyon işlemi, medial ya da lateral alternatif yaklaşımlar kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmamızda Ekim 2023 tarihinden itibaren kliniğimizde kalkaneus kırığı nedeniyle konservatif ya da cerrahi tedavi yöntemiyle tedavi edilen 98 hastanın radyolojik ve klinik sonuçları prospektif olarak değerlendirildi. Kalkaneus kırığı nedeniyle tek taraflı kalkaneus kırığı gelişen, en az 12 aylık takip süresine uyumuş, postoperatif bilateral ayak BT çekilmiş, 18 yaş üstü hastalar çalışmaya dâhil edilmiştir. Çalışmanın dışlama kriterleri; bilateral kalkaneus kırığı olması, operasyon sonrası osteomyelit gelişmiş olması, tedavi takip süresince kontrollere gelmemiş olması ve 18 yaş altında olmasıdır. Takip sürecinde 40 hastanın tedavi prensiplerine ve kontrol muayenelerine uyumsuzluk göstermesi, 9 hastanın 18 yaş altı olması, 5 hastanın kalkaneusunda osteomyelit gelişmiş olması ve 8 hastada da bilateral kalkaneus kırığı gelişmiş olmasından dolayı çalışma dışı bırakılmıştır. Dışlama kriterlerine uyan toplamda 60 hasta çalışmaya dahil edilmemiştir. Dâhil etme kriterlerine uyan 38 hastanın tedavi edilen tarafı çalışma grubunu oluşturmuştur. Kontrol grubunu ise hastaların karşı sağlam kalkaneusları oluşturmuştur.

Klinik prospektif olarak yürütülen çalışmamızda hastaların değerlendirilmesinde kullanılacak klinik skorlamaları ve radyolojik parametreleri önceden belirlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen hastalardan 30'u acil servisinden tarafımıza konsülte edilmişken, hastalardan 8'i ise polikliniğimize ayaktan başvurmuştur. Kalkaneus kırığı gelişen hastalara yapılan ilk müdahalelerin ardından, tüm hastaların ayak ve ayak bileğine yönelik ön-arka (AP), lateral ve aksiyel grafileri çekilmiştir. Eklem yüzeyindeki basamaklanmanın değerlendirilmesi ve tedavi planlamasının yapılabilmesi amacıyla her iki ayağa yönelik kalkaneus BT çekilmiştir. Kırıklar Sanders Sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmıştır. Çalışma grubuna dâhil edilen tüm hastaların klinik ve demografik özellikleri ayrıntılı olarak kaydedilmiştir. Değerlendirmede yaş, cinsiyet, meslek, etkilenen taraf, uygulanan tedavi yöntemi, sigara kullanımı, politravma öyküsü, subtalar eklem ağrısı, cilt komplikasyonları, ayakkabı değişim ihtiyacı, beden kitle indeksi (BKİ), tam yük verme zamanı, parsiyel yük verme zamanı, cerrahiye kadar geçen süre ve hastanede kalış süresi gibi parametreler dikkate alınmıştır. Hastaların klinik seyri, cerrahi tedavi sonrası belirlenen bu parametreler üzerinden sistematik olarak 3. ay, 6. ay ve 12. aylarda ayrı ayrı değerlendirildi. Radyolojik değerlendirmede kırık taraf ile sağlam taraf karşılaştırmalı olarak 12. ayında kırık kaynaması tamamlandıktan sonra değerlendirildi. Bu kapsamda Gissane açısı, Böhler açısı, kalkaneal eğim açısı, kalkaneal yükseklik,

kalkaneal uzunluk, kalkaneal hacim, Sanders sınıflaması, intraartiküler basamaklanma ve subtalar artroz gibi radyolojik parametreler, BT eşliğinde değerlendirildi. Hastaların iyileşme potansiyelini değerlendirmek amaçlı, ağrı düzeyi hakkında bilgi veren VAS (Visual Analog Scale) skoru, ayak ve ayak bileği fonksiyonel sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) skoru, ayak ve ayak bileği fonksiyonlarını değerlendirmede kullanılan kişinin günlük yaşam aktivitelerini ve spor aktivitelerini değerlendiren FAAM (Foot and Ankle Ability Measure) skoru ve hastaların gündelik fiziksel & mental durumu hakkında bilgi veren SF-12 (Short Form-12) skoru kullanıldı. Tüm hastalar 3., 6. ve 12. aylarda rutin olarak kontrol muayenelere çağırılmış olup, kontrol muayenelerinde elde edilen klinik veriler doğrultusunda hastaların gündelik yaşam aktivitelerini ve yaşamsal fonksiyonlarını ölçen VAS, AOFAS, FAAM ve SF-12 skorlamaları ile analiz edilmiştir.

3.1. Radyolojik Değerlendirme

Tüm hastalara 12. ayda Siemens SOMATOM Definition Flash çift dedektörlü BT cihazı ile bilateral ayak BT çekimi yapılmıştır (Şekil 3.2.). Hastanın her iki bileği bir palet üzerinde düz nötral pozisyonda ve medial malleol arası mesafe sıfır olacak şekilde tüm hastalara aynı çekim standartizasyonu sağlanarak uygulanmıştır (Şekil 3.3.). BT’de 1 mm kesit kalınlığında görüntüleme gerçekleştirilmiş, eldeki görüntüler Sectra IDS7 sistemine aktarıldıktan sonra multiplanar rekonstrüksiyon (MPR) ile analiz edilmiştir. Tüm radyolojik ölçümler muskuloskeletal alanda uzmanlaşmış radyoloji uzmanı tarafından çift körlü yöntemle yapılmıştır. Hastaların takiplerindeki klinik skorlamalarındaki değerlerden radyolojik parametreleri analiz eden radyoloji uzmanının bilgisi yoktu.

Gissane Açısı: 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi (3D BT) görüntüleri kullanılarak sagittal planda, anterior ve posterior fasetlerden kalkaneal sulkusa uzanan iki doğru çizildi. Bu doğrular arasındaki açı derece (°) cinsinden ölçülerek kaydedildi.

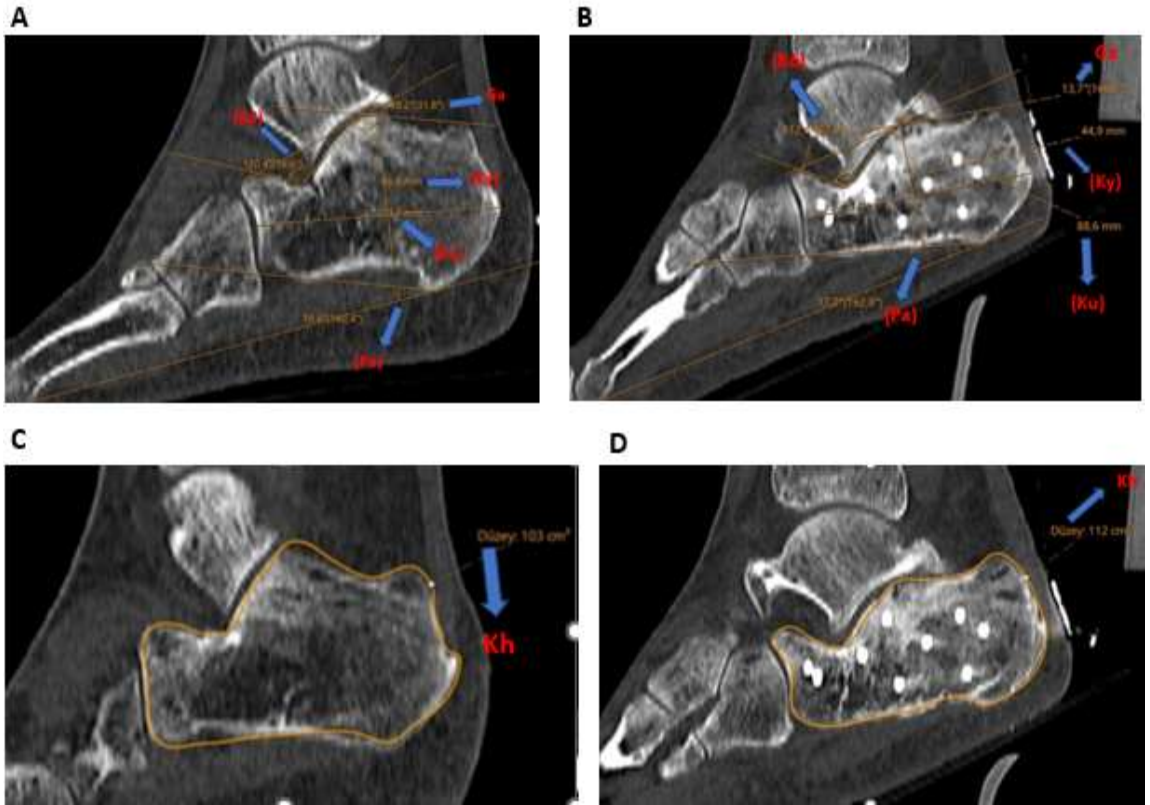
Böhler Açısı: 3D BT görüntüleri kullanılarak sagittal planda, kalkaneusun anterior prosesi ile posterior fasetinin en yüksek noktaları birleştirilerek birinci doğru çizildi. Ardından, posterior fasetin en yüksek noktası ile kalkaneal tüberkül arasında ikinci doğru çizildi. Bu iki doğru arasındaki açı derece (°) cinsinden ölçülerek kaydedildi.

Kalkaneal Pitch Açısı: 3D BT görüntüleri kullanılarak sagittal planda, kalkaneusun en alt noktasından anterior kısmına (kuboid eklemine yakın bölge) uzanan bir doğru ile aynı alt noktadan 5. metatars bazisine uzanan ikinci doğru çizildi. İki doğru arasındaki açı derece (°) cinsinden hesaplandı.

Kalkaneus Yüksekliği: 3D BT görüntüleri kullanılarak sagittal planda, kalkaneusun alt taban yüzeyine paralel bir referans doğrusu çizildi. Posterior fasetin en yüksek noktası belirlendikten sonra, bu noktadan alt referans doğrusuna dik bir çizgi indirildi. Bu dik çizginin uzunluğu milimetre (mm) cinsinden kalkaneus yüksekliği olarak kaydedildi.

Kalkaneus Uzunluğu: 3D BT görüntüleri kullanılarak sagittal planda, kalkaneusun anterior prosesi ile posterior kısmındaki kalkaneal tüberkül arasındaki mesafe milimetre (mm) cinsinden ölçüldü.

Kalkaneus hacmi: 3D BT ile 1 mm kesit kalınlığında elde edilen görüntüler Sectra IDS7 yazılımına aktarıldıktan sonra MPR (Multiplanar Reconstruction) teknikleri kullanılarak sagittal kesitlerde incelendi. Kırık ve sağlam taraf kalkaneus sınırları manuel olarak çizildi ve hacim ölçümleri yazılım tarafından otomatik olarak hesaplandı. Ölçümler santimetreküp (cm^3) cinsinden kaydedildi (84).



(Bö: böhler açısı, Ga: Gissane açısı, Ku: kalkaneal uzunluk, Ky: kalkaneal yükseklik, Pa: pitch açısı, Kh: kalkaneal hacim)

Şekil 3.1. Kalkaneus cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası radyolojik ölçümler.



Şekil 3.2. Somatom Definition Flash çift dedektörlü BT cihazı



Şekil 3.3. Her iki ayağı düz nötral pozisyonda ve medial malleol aras ı sıfır mesafe olacak şekilde çekim standartizasyonu

Hasta Seçimi

Çalışmamızda kalkaneus kırığı gelişen hastalarda tedavi seçimi, kırık tipinin morfolojik özellikleri ve eklem bütünlüğü dikkate alınarak yapılmıştır. Sanders Tip I kırıklar, eklem yüzeyinde 2 mm'den az basamaklanma bulunan Sanders Tip II kırıklar,

posterior fasette çökme izlenmeyen kalkaneus kırıkları, minimal yer değiştirmiş (<1 cm) tüberosit kırıklarında, kalkaneal yükseklik-uzunluk kaybı bulunmayan kırıklar ve varus kollaps olmayan kırıklar konservatif tedavi ile takip edilmiştir. Buna karşın Sanders Tip II–III–IV kırıklar, posterior fasette çökme saptanan olgular, kalkaneoküboid ekleme uzanan ön proses kırıkları, belirgin deplasman göstermiş tüberkül kırıkları, dil tipi kırıklar, kalkaneusta yükseklik-uzunluk kaybı gelişen kırıklar ve anatomik olarak 10 dereceden fazla varus/valgus dizilim bozukluğu bulunan kırıklara cerrahi tedavi uygulanmıştır. Bu endikasyon parametreleri ışığında altı hastamız konservatif yöntem ile tedavi edilirken 32 hastamız cerrahi yöntemle tedavi edilmiştir. Çalışmamızda cerrahi olarak tedavi edilen hastalardan 6'sına kapalı redüksiyon ve perkütan vidalama, 26'sına ise açık redüksiyon internal tespit uygulanmıştır.

3.2. Cerrahi Teknik

Minimal İnvazif Tespit

Belirgin eklem çökmesi olmayan, trabeküler parçalanması sebebiyle yük vermekle kollaps ihtimali yüksek olan kırık tiplerinde ve kapalı manipülasyonlarla anatomik dizilimi sağlanabilen gövde kırıklarının tespiti, minimal invazif yöntemle yapılmıştır. Kapalı redüksiyon, pinleme ve perkütan vidalama yapılan olgularda; kırık parçaları redükte edilip uygun anatomik dizilim sağlandıktan sonra, uygun sayıda K teli kullanılarak geçici olarak tespit edilmiştir. Ardından, perkütan vidalama işlemi yapılan hasta grubunda vida giriş yeri için 1 cm'lik cilt insizyonu yapıp teller üzerinden drilleme işlemi uygulanarak kanüllü vidalar ile kalıcı tespit sağlanmıştır.

Açık Redüksiyon İnternal Tespit

Eklem çökmesi olan kırıklar, kapalı manipülasyonlarla düzeltilemeyen gövde kırıkları, yükseklik-uzunluk kaybı olan kırıklar ve varus-valgus deformitesi gelişen kırıklarda açık redüksiyon internal tespit tedavi yöntemine başvurulmuştur. Açık redüksiyon ve internal tespit yöntemi ile tedavi edilen hastalarda, lateral malleolün yaklaşık 4–5 cm proksimalinden başlatılan ve aşıl tendonunun dış kenarı boyunca 5. metatars bazisine kadar uzatılan genişletilmiş lateral yaklaşım tercih edilmiştir. Cerrahi sırasında çevredeki yumuşak dokular ve sural sinir korunarak keskin diseksiyon yapılmış, subtalar eklem yüzü ortaya konduktan sonra kırık parçalar ve eklem yüzü K-telleri yardımıyla anatomik olarak redükte edilip geçici tespit sağlanmıştır. Çöken eklem yüzü elevasyonundan sonra, oluşan kemik defektinin doldurulması gerekli olgularda, otogreft ya da allogreft ile sağlanmıştır. Redüksiyonun doğruluğu, floroskopi eşliğinde; kalkaneal

yükseklik, topuk valgus/varusu, kalkaneokuboid eklem yüzü ile Böhler ve Gissane açıları kontrol edilerek değerlendirilmiş ve uygun plak ile yeterli sayıda vida kullanılarak kalıcı tespit gerçekleştirilmiştir.

Konservatif Tedavinin Belirlenmesi Ve Cerrahi Sonrası Takip Standardizasyonu

Konservatif Takip

Konservatif yöntemle takip edilen hastalar kısa bacak atel ile immobilize edildi. Kırık sonrası ilk üç gün boyunca, ödem kontrolü amacıyla elevasyon ve soğuk uygulama yapıldı. Üçüncü haftadan itibaren, cilt durumuna göre atel çıkarılarak pasif ve aktif ayak bileği eklem hareket açıklığı egzersizlerine başlandı. Klinik ve radyografik kaynama bulguları saptanan ve cilt komplikasyonu bulunmayan hastalara, ortalama sekizinci haftada, vücut ağırlığının yedide biri oranında, ağrısının izin verdiği kadar çift koltuk değneği ile mobilizasyon sağlandı. Takiplerde kademeli olarak yük miktarı artırıldı; ancak kaynama bulguları ortaya çıkmadan kırık tarafına yük verilmesine izin verilmedi. Ortalama 12. haftadan sonra, kırık hattında kaynama gözlenen olgularda, tek koltuk değneği ile aşamalı olarak tam yük vermeye geçildi.

Cerrahi Tedavi Sonrası Takip

Hastalar, cerrahi sonrası lateral kompartmandaki yumuşak dokuların iyileşmesi için ilk üç hafta, uygun pozisyonda kısa bacak atel içinde takip edildiler. Hastalar, çift koltuk değneği veya dört ayaklı yürüteçle, cerrahi yapılan tarafa basmayacak şekilde mobilize edildi. Hastaların üçüncü haftadan sonra yara yeri durumlarına göre atelleri çıkarılarak pasif ve aktif ayak bileği eklem hareket egzersizleri başlandı. Kontrollerinde klinik ve radyografik kaynama olan ve yara yeri sorunu olmayan tüm hastalar, ortalama 7. haftada ağırlığının $\frac{1}{4}$ 'ü kuvvetinde kısmi yük verdirilerek çift koltuk değneği ile yürütüldü. Daha sonraki kontrollerde, tedrici olarak kısmi yük verdirilme artırıldı. Kaynama bulguları görülmeden kırık olan tarafa yük verdirilmedi. Ortalama 12. haftadan sonra kırık hattında kaynama gözlenen hastalara, tek koltuk değneği ile basamaklı olarak tam yük verdirilmeye başlandı.

Parametrelerin İstatistiksel Veri Olarak Hazırlanması

Hastaların normal taraflarının radyolojik ölçümleri baz alınarak, kırık tarafın ameliyat öncesi ve sonrası radyografik parametreleri değerlendirilip istatistiksel incelemeye hazır hale getirildi. Bu incelemeler, normal tarafa göre karşılaştırılmalı taraf ile cerrahi yapılan tarafın arasındaki farklılıkların, hastanın klinik sonuçlarını hangi ölçüde nasıl etkiledikleri değerlendirilmek üzere hazırlandı. Bu radyolojik

parametrelerdeki değişimler, normal ve opere olan taraflar değerlendirilerek arasındaki değişikliklerin hastaların, VAS, AOFAS, SF-12 VE FAAM gibi klinik skorlamaları ne ölçüde etkilediklerini değerlendirilmesi için istatistiksel inceleme için sayısal veri haline getirilmiştir. Bu radyolojik ölçümler, Gissane açısı, Böhler açısı, kalkaneal eğim açısı için derece cinsinden; kalkaneal yükseklik ve kalkaneal uzunluk milimetre cinsinden; kalkaneal hacim santimetreküp (cm³) cinsinden hazırlanmıştır.

Hastaların yaş, cinsiyet, meslek, etkilenen taraf, uygulanan tedavi yöntemi, sigara kullanımı, politravma öyküsü, subtalar eklem ağrısı, cilt komplikasyonları, ayakkabı değişim ihtiyacı, beden kitle indeksi (BKİ), tam yük verme zamanı, parsiyel yük verme zamanı, cerrahiye kadar geçen süre ve hastanede kalış süresi gibi klinik parametrelerin incelemeleri VAS, AOFAS, SF-12 VE FAAM gibi klinik skorlamaları hangi ölçüde etkiledikleri istatistiksel değerlendirme amaçlı veri haline getirilerek hazırlanmıştır.

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmada yer alan değişkenlerden nitel veriler sayı (yüzde) ile, nicel veriler ise normal dağılım göstermeyenler için ortanca (minimum-maksimum), normal dağılım gösterenler için ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde özetlenmiştir. Nicel verilerin dağılım özellikleri Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Pearson ki-kare testi kullanılmıştır. İki bağımsız grup karşılaştırmalarında normal dağılıma göre bağımsız örneklem t testi veya Mann Whitney U testi, ikiden fazla bağımsız grup karşılaştırmalarında ise Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Kruskal-Wallis testi sonucunda anlamlı fark saptanan durumlarda ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi ile yapılmıştır. Zaman içinde yapılan ölçümlerde ise; yalnızca iki zaman noktası karşılaştırıldığında Wilcoxon işaretli sıralar testi, üç veya daha fazla zaman noktasının karşılaştırıldığı durumlarda Friedman testi kullanılmış, Friedman testi sonucunda anlamlı fark bulunması halinde ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon işaretli sıralar testi ile yapılmıştır. Değişkenler arası ilişki düzeyi Spearman Rho korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Tüm istatistiksel analizlerde $p < 0.05$ değeri anlamlılık sınırı olarak kabul edilmiş olup, analizler IBM SPSS Statistics 26.0 for Windows (New York, ABD) programı ile gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamıza toplam 38 hasta dahil edilmiş olup, 6 hastamız konservatif tedavi ile takip edilirken 32 hastaya cerrahi işlem yapılmıştır. Cerrahi yapılan 32 hastanın 7'si minimal invazif tespit yöntemle (K teli ya da vida) tedavi edilirken, 25 hasta açık redüksiyon plak vida yöntemiyle tedavi uygulanmıştır. Çalışmaya dâhil edilen 38 hastanın takip süresi 12 ay, ortalama yaşları ise 46'dır (18-77). Hastaların 6'sı (%15.8) kadın, 32'si (%84.2) erkekti. Hastaların 27'si (% 71.1) işçi, 11'i (% 28.9) ofis çalışanıydı. Hastaların 19'unda (%50) sağ tarafta, kalkaneus kırığı vardı. Hastaların 18'i (%47.4) sigara kullanıyordu. Hastaların 9'unda (%23.7) politravma mevcuttu. Hastaların beden kitle indeksi ortalama 23'tür (20-30).

Tablo 4.1. Hastaların demografik, klinik ve tedaviye ilişkin özellikleri

Değişkenler		n	%
Meslek	İşçi	27	71.1
	Ofis Çalışanı	11	28.9
Taraf	Sağ	19	50.0
	Sol	19	50.0
Cinsiyet	Kadın	6	15.8
	Erkek	32	84.2
Sanders sınıflaması	2	22	57.8
	3	8	21.1
	4	8	21.1
Tedavi şekli	Konservatif	6	15.8
	Vida	7	18.4
	Plak vida	25	65.8
Sigara	Var	18	47.4
	Yok	20	52.6
Politravma	Var	9	23.7
	Yok	29	76.3
Tedavi öncesi-eklem içi basamaklanma	Var	29	76.3
	Yok	9	23.7
Tedavi sonrası-eklem içi basamaklanma	Var	0	0.0
	Yok	38	100.0
Subtalar eklem ağrısı ağrı	Var	22	57.9
	Yok	16	42.1
Post op-cilt komplikasyonu	Yok	6	18.75
	Skar	6	18.75
	Skar Parestezi	20	62.5
Ayakkabı değişimi	Var	11	28.9
	Yok	27	71.1
Subtalar artroz	Var	21	55.3
	Yok	17	44.7
			Median (Min-Max)
Yaş		46.42±11.52	46(18-77)
BKİ		23.68±2.53	23(20-30)
Tam yük verme zamanı (Gün)		80.92±18.63	90(45-120)
Parsiyel yük verme zamanı (Gün)		46.97±12.66	45(30-90)
Cerrahi öncesi süre (Gün)		5.82±4.66	5(0-20)
Hastane yatış süresi (Gün)		9.11±10.11	7(1-60)

Hastaların ameliyat bekleme süresi ortalama 4 gündü (0-20), cerrahi sonrası hastanede yatış süresi ortalama 7 gündü (1-60). Hastaların kırıkları Sanders kırık sınıflandırmasına göre sınıflandırıldığında 22'si (%57.8) Tip 2, 8'i (%21.1) Tip 3, 8'i

(%21.1) Tip 4 olarak tespit edildi. Hastaların parsiyel (kısmi) yük vermeye başlama zamanı ortalama 45 (30-90) günken, tam yük verme zamanı ortalama 90 gündü (45-120). Hastaların 29'unda (%76.3) tedavi öncesi eklem içi basamaklanma mevcutken, 9'unda (%23.7) yoktu.

Hastaların tedavi sonrası takip süresince tamamında tedavi sonrası kontrol tomografilerinde eklem içi basamaklanma saptanmadı. Cerrahi tedavi uygulanan hastaların 21'inde (%55.3) subtalar artroz geliştiği görüldü. Cerrahi tedavi uygulanan 32 hastanın takip süresinde 20'sinde (%62.5) cerrahi insizyon yerinde skar ve parestezi mevcuttu. Opere olan hastaların takip süresinde 11'inde (%28.9) opere olan tarafta cerrahi öncesi normal giydiği ayakkabı numarasından daha büyük numaralı ayakkabı giyme ihtiyacı ortaya çıkmıştır (Tablo 4.1.).

Tablo 4.2. Hastaların preoperatif ve postoperatif radyolojik ölçümleri ile klinik ve fonksiyonel değerlendirme skorlarının istatistiksel özeti

Değişkenler	Ortalama ± SS	Medyan (Min-Maks)
Sağlam taraf Gissane açısı	113.24±7.32	113(100-129)
Kırık taraf Gissane açısı	114.63±7.14	116(96-127)
Sağlam taraf Böhler açısı	15.26±8.99	15.5(2-36)
Kırık taraf Böhler açısı	18.32±10.24	15(2-45)
Sağlam taraf kalkaneal eğim açısı	21.24±5.49	22(12-33)
Kırık taraf kalkaneal eğim açısı	20.16±4.32	19.5(14-31)
Sağlam taraf kalkaneal genişlik	74.53±6.09	73.5(63-91)
Kırık taraf kalkaneal genişlik	76.18±5.38	76(66-91)
Sağlam taraf kalkaneal yükseklik	36.58±4.27	36.5(27-46)
Kırık taraf kalkaneal yükseklik	39.55±4.28	39(31-47)
Sağlam taraf kalkaneus hacmi	83.03±15.65	83(51-117)
Kırık taraf kalkaneus hacmi	88.26±16.85	86.5(53-120)
VAS 3. ay	71.58±6.79	70(50-80)
VAS 6. ay	42.63±15.89	40(10-70)
VAS 12. ay	25.79±18.55	20(10-70)
FAAM-3. ay GYA-	51.79±1.3	52(48-56)
FAAM-3. ay- SAÖ	38.13±0.99	38(36-40)
FAAM 6. ay GYA	70.58±7.02	73(48-76)
FAAM 6. ay SAÖ	56.18±8.27	52(36-69)
FAAM 12. ay GYA	77.89±8.15	80(48-88)
FAAM 12. ay SAÖ	68.11±8.42	69(36-76)
AOFAS 3. ay (0-100)	41.61±2.52	41(41-55)
AOFAS 6. ay	66.63±8.05	72(48-72)
AOFAS 12. ay	82.13±8.93	85(61-91)
SF-12 3. ay FP	25.55±2.44	25(22-35)
SF-12 3. ay MP	39.37±3.01	40(35-46)
SF-12 6. Ay FP	39.71±1.71	40(37-45)
SF-6. ay MP	45.05±2.31	45(40-53)
SF-12 12. ay FP	50.55±4.32	52(38-56)
SF-12. ay MP	54.68±6.15	56.5(44-61)

SS: Standart Sapma; Min: Minimum; Maks: Maksimum, GYA: Günlük yaşam aktiviteleri, SAÖ: spor alt ölçeği, FP: fiziksel puan, MP: mental puan

Tablo 4.3. Sağlam taraf ve tedavi sonrası kırık taraf radyolojik ölçümlerin değişimi ve gruplar arası farklılıkların değerlendirilmesi

Değişkenler	Ortalama ± SS	Gruplar arası Karşılaştırma (p)
Sağlam taraf Gissane açısı	113.24±7.32	0.336
Kırık taraf Gissane açısı	114.63±7.14	
Sağlam taraf Böhler	15.26±8.99	0.038
Kırık taraf Böhler	18.32±10.24	
Sağlam taraf kalkaneal eğim açısı	21.24±5.49	0.079
Kırık taraf kalkaneal eğim açısı	20.16±4.32	
Sağlam taraf kalkaneal yükseklik	74.53±6.09	< 0.001**
Kırık taraf kalkaneal yükseklik	76.18±5.38	
Sağlam taraf kalkaneal uzunluk	36.58±4.27	0.001**
Kırık taraf kalkaneal uzunluk	39.55±4.28	
Sağlam taraf Kalkaneus hacmi	83.03±15.65	< 0.001**
Kırık taraf kalkaneus hacmi	86.5(53-120)	

Min: Minimum; Max: Maximum; p: Wilcoxon testi

Gissane açısında sağlam ve kırık olan taraf arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p=0.336). Böhler açısı, tedavi edilen taraf ile normal taraf karşılaştırıldığında gruplar arası fark anlamlı bulunmuştur (p=0.038).

Kalkaneal eğim açısı bakımından sağlam ve kırık taraflar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p=0.079). Buna karşın, kalkaneal yükseklik ve kalkaneal uzunluk açısından tedavi edilen taraf ile sağlam taraf arasında anlamlı fark saptanmıştır (p=0.001).

Kalkaneus hacmi, tedavi sonrası tedavi olan tarafta kalkaneus hacmi sağlam tarafa göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (p=0.001) (Tablo 4.3.).

Tablo 4.4. Cerrahi sonrası radyolojik değişiklikler ile fonksiyonel skorlamalar arasındaki ilişki

Radyolojik ölçümler	VAS	AOFAS	SF-MP	SF-FP	FAAM-GYA	FAAM-SAÖ
Gissane açısı değişimi	r -0.246	0.249	0.101	0.031	0.187	0.281
	p 0.175	0.169	0.584	0.866	0.307	0.119
Böhler açısı değişimi	r -0.182	0.054	0.170	-0.073	0.129	-0.042
	p 0.319	0.771	0.353	0.691	0.481	0.819
Pitch açısı değişimi	r 0.260	-0.026	-0.110	0.252	-0.067	0.190
	p 0.150	0.886	0.548	0.165	0.716	0.297
Kalkaneal genişlik değişimi	r -0.173	-0.149	0.255	-0.020	0.134	-0.055
	p 0.344	0.417	0.159	0.915	0.466	0.767
Kalkaneal yükseklik değişimi	r -0.013	-0.069	-0.081	-0.369*	-0.226	-0.197
	p 0.943	0.706	0.658	0.038	0.213	0.280
Kalkaneus hacim değişimi	r -0.439*	0.400*	0.186	-0.001	0.355*	0.060
	p 0.012	0.023	0.308	0.996	0.046	0.746

Çalışmamızda radyolojik ölçümler ve fonksiyonel skorlamalar arası ilişki incelendiğinde, Kalkaneus hacmindeki artış VAS (r = -0.439, p = 0.012) skorlaması

arasında negatif yönde bir ilişki saptanmışken, AOFAS ($r = 0.400$, $p = 0.023$) ve FAAM-GYA ($r = 0.355$, $p = 0.046$) ile pozitif yönde anlamlı korelasyon göstermiştir. Buna göre hacim artışı, ağrı düzeyini azaltmakta ve fonksiyonel sonuçlarla paralel seyrederek, günlük yaşam aktiviteleri ve klinik skorlara olumlu yönde etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.4.).

Tablo 4.5. Kalkaneus hacmi ve değişiminin değerlendirilmesi klinik bulgulara etkisinin değerlendirilmesi

Değişkenler		Kalkaneus hacmi fark	p	Normal kalkaneus hacmi	p	Post op kalkaneus hacmi	p
Subtalar eklem ağrısı ağrı	Var	4(-4-22)	0.964*	83.64±17.21	0.782***	88.55±18.63	0.906***
	Yok	4.5(-3-16)		82.19±13.73		87.88±14.63	
Ayakkabı değişimi	Var	5(3-22)	0.034*	79.45±18.14	0.376***	88.73±20.9	0.915***
	Yok	4(-4-9)		84.48±14.65		88.07±15.35	
Subtalar artroz	Var	4(-4-12)	0.848*	84.43±16.77	0.547***	88.86±16.95	0.813***
	Yok	3(-3-22)		81.29±14.47		87.53±17.21	
	Yok	3(-4-22)		81 (51-109)		81 (55-117)	
Post op-cilt komplikasyonu	Skar	5(1-9)	0.305**	90 (52-101)	0.531**	95 (53-108)	0.358**
	Skar	5(-3-16)		83 (59-117)		90 (63-120)	
	Parestezi	1.5(-3-6)		76(64-109)		77.5(70-110)	
Tedavi	Konservatif	4(-4-22)	0.065**	83(51-101)	0.570**	82(55-117)	0.252**
	Vida	5(-3-16)		84(52-117)		91(53-120)	
	Plak	4 (-4-22)		81 (51-106)		84 (53-117)	
Sanders	2	4.5 (-3-9)	0.910**	86 (63-101)	0.366**	87 (67-108)	0.278**
	3	4 (2-12)		84 (79-117)		92 (84-120)	
	4						

*: Mann Whitney U testi; **: Kruskal Wallis testi; ***: Bağımsız örneklem t testi

Kalkaneus kırıklarında konservatif ya da cerrahi tedavi yöntemleri ile tedavi edilen hastalar karşılaştırıldığında kalkaneus hacminde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kalkaneus hacim artışı ile büyük numaralı ayakkabı değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p=0.034$). Kalkaneus hacminin artışı ile ekspande olan topuk alanın cilt komplikasyonları açısından yatkınlık yapabileceği düşünülürken erken ve geç dönemde kalkaneus hacmi ile cilt komplikasyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Kalkaneus hacim değişikliği ile subtalar artroz ve subtalar ağrı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 4.5.).

Sanders sınıflamasına göre kırık tipi ile kalkaneus hacmindeki değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p=0.910$). Bu bulgu, kırık tipinin tedavi sonrasında kalkaneus hacmi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.6. Tam ve parsiyel yük verme zamanlarının klinik özelliklere göre incelenmesi

Değişkenler	Tam Yük Verme Zamanı (Gün)		p	Parsiyel Yük Verme Zamanı (Gün)		p
Meslek	İşçi	90(45-120)	0.985*	45(30-90)	0.137*	
	Ofis Çalışanı	90(45-90)		45(30-60)		
Taraf	Sağ	90(60-120)	0.153*	45(30-60)	0.568*	
	Sol	90(45-120)		45(30-90)		
Cinsiyet	Kadın	75(45-90)	0.234*	45(30-60)	0.350*	
	Erkek	90(45-120)		45(30-90)		
Tedavi yöntemi	Konservatif	90(45-90)	0.550**	45(45-60)	0.675**	
	Vida	90(45-90)		45(30-60)		
	Plak	90(45-120)		45(30-90)		
Sigara	Var	90(60-120)	0.207*	45(30-60)	0.536*	
	Yok	90(45-120)		45(30-90)		
Politravma	Var	90(60-120)	0.733*	45(30-60)	0.371*	
	Yok	90(45-120)		45(30-90)		
Sanders sınıflaması.	2	75(45-120)	0.083**	45(30-90)	0.383**	
	3	90(60-90)		45(30-60)		
	4	90(90-90)		45(30-60)		
				45(45-60)		
*: Mann Whitney U testi; **: Kruskal Wallis testi						

Değişkenler		Tam Yük Verme Zamanı (Gün)	Parsiyel Yük Verme Zamanı (Gün)
Yaş	r	-0.083	0.158
	p	0.619	0.344
BKİ	r	.327*	.374*
	p	0.045	0.021
Cerrahi öncesi süre (Gün)	r	-0.004	-0.142
	p	0.982	0.394
Hastanede yatış süresi (Gün)	r	0.200	0.151
	p	0.228	0.366

*p<0.05, **p<0.01; r: Spearman rho korelasyon katsayısı

Çalışmamızda parsiyel yük verme zamanı ve tam yük verme zamanı ile yaş, cerrahi öncesi süre, cerrahi sonrası hastanede yatış süresi, meslek, taraf, cinsiyet, sigara, politravma ve Sanders sınıflaması gibi değişkenlerle ilişkisi analiz edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Ancak beden kitle indeksi ile parsiyel yük verme zamanı (p=0.021) ve tam yük verme zamanı (p=0.045) arasında istatistiksel olarak pozitif anlamda bir korelasyon saptanmıştır. (Tablo 4.6.).

Tablo 4.7. Takip sürecinde VAS, FAAM, AOFAS ve SF-12 ölçeklerine ait medyan değerler ile gruplar arası ve grup içi karşılaştırma sonuçları

Değişkenler	Median (Min-Max)	Gruplar arası(p ₁)	Grup içi (p)
VAS 3. ay	70(50-80)	p₁<0.001	VAS 3. ay-VAS 6. ay p<0.001
VAS 6. ay	40(10-70)		VAS 3. ay-VAS 12. ay p<0.001
VAS 12. ay	20(10-70)		VAS 6. ay-VAS 12. ay p=0.006
FAAM 3. ay GYA	52(48-56)	p₁<0.001	3. ay GYA-6. ay GYA p<0.001
FAAM 6. ay GYA	73(48-76)		3. ay GYA-12. ay GYA p<0.001
FAAM 12. ay GYA	80(48-88)		6. ay GYA-12. ay GYA p=0.002
FAAM 3. ay- SAÖ	38(36-40)	p₁<0.001	3. ay SAÖ-6. ay SAÖ p<0.001
FAAM 6. ay SAÖ	52(36-69)		3. ay SAÖ-12. ay SAÖ p<0.001
FAAM 12. ay SAÖ	69(36-76)		6. ay SAÖ-12. ay SAÖ p=0.003
AOFAS 3.ay	41(41-55)	p₁<0.001	AOFAS 3. ay-AOFAS 6. ay p<0.001
AOFAS 6. ay	72(48-72)		AOFAS 3. ay-AOFAS 12. ay p=0.001
AOFAS 12. ay	85(61-91)		AOFAS 6. ay-AOFAS 12. ay p<0.001
SF-12 3. ay FP	25(22-35)	p₁<0.001	SF-12 3. ay FP-SF-12 6. ay FP p<0.001
SF-12 6. ay FP	40(37-45)		SF-12 3. ay FP-SF-12 12. ay FP p<0.001
SF-12 12. ay FP	52(38-56)		SF-12 3. ay FP-SF-12 12. ay FP p<0.001
SF-12 3. ay MP	40(35-46)	p₁<0.001	SF-12 3. ay MP-SF-12 6. ay MP p=1.0
SF-12 6. ay MP	45(40-53)		SF-12 3. ay MP-SF-12 12. ay p<0.001
			MP p<0.001
SF-12. ay MP	56.5(44-61)		SF-12 3. ay MP-SF-12 12. ay MP

GYA: Günlük Yaşam Aktiviteleri; SAÖ: Spor Alt Ölçeği; FP: Fiziksel Puan; MP: Mental Puan; Min: Minimum; Max: Maximum; p₁: Friedman testi değeri; p: Bonferroni düzeltilmeli Wilcoxon işaretli sıralar testi

Çalışmamızda, hastaların tedavi sürecindeki klinik ve fonksiyonel durumlarını değerlendirmek amacıyla kullanılan skorumla sistemlerinde, zaman içerisinde anlamlı düzeyde iyileşmeler saptanmıştır (Tablo 4.7.).

Tablo 4.8. Klinik ve fonksiyonel sonuçlar ile yaş, vücut kitle indeksi ve ameliyat süreci değişkenleri arasındaki korelasyon analizi

Değişkenler		Yaş	BKİ	Cerrahiye kadar geçen süre (gün)	Hastanede kalış süresi (gün)	Tam yük verme zamanı (gün)	Parsiyel yük verme zamanı (Gün)
VAS 3. ay	r	0.061	0.052	0.149	0.046	-0.217	-0.088
	p	0.715	0.757	0.370	0.784	0.191	0.601
VAS 6. ay	r	0.005	0.278	0.338*	0.308	0.074	0.011
	p	0.976	0.091	0.038	0.060	0.659	0.949
VAS 12. ay	r	0.235	0.206	0.306	0.371	0.197	0.171
	p	0.156	0.215	0.062	0.022	0.236	0.304
FAAM-3.ay GYA-	r	-0.280	-0.201	-0.137	-0.173	-0.091	-0.214
	p	0.089	0.226	0.413	0.299	0.586	0.197
FAAM-3.ay SAÖ	r	-0.207	-0.027	0.090	-0.001	0.079	-0.174
	p	0.213	0.874	0.593	0.996	0.636	0.295
FAAM 6.ay GYA	r	-0.011	-.324*	-0.120	-0.208	-0.312	-0.292
	p	0.949	0.047	0.473	0.209	0.057	0.076
FAAM 6. ay SAÖ	r	-0.071	-.473**	0.304	-0.018	-.395*	-.408*
	p	0.670	0.003	0.063	0.914	0.014	0.011
FAAM 12.ay GYA	r	-0.206	-0.161	-.351*	-.441**	-0.033	0.049
	p	0.214	0.334	0.031	0.006	0.845	0.772
FAAM 12. ay SAÖ	r	-0.215	-.331*	-0.272	-.361*	-0.197	-0.119
	p	0.195	0.043	0.098	0.026	0.235	0.479
AOFAS 3. ay	r	-0.183	-0.165	0.047	-0.038	-0.016	0.089
	p	0.270	0.321	0.780	0.819	0.926	0.594
AOFAS 6.ay	r	-0.022	0.177	0.047	0.201	-0.219	-0.185
	p	0.898	0.287	0.777	0.226	0.186	0.266
AOFAS 12.ay	r	-0.184	-0.201	-0.296	-.370*	-.325*	-0.154
	p	0.270	0.227	0.072	0.022	0.046	0.355
SF-12 3. ay FP	r	0.184	0.091	0.179	0.274	0.047	0.041
	p	0.269	0.588	0.283	0.096	0.777	0.807
SF-12 3. ay MP	r	-0.172	-0.006	0.056	0.023	0.108	0.045
	p	0.302	0.970	0.738	0.889	0.519	0.788
SF-12 6.ay FP	r	-0.123	-0.125	0.211	-0.058	-0.220	-0.289
	p	0.463	0.456	0.203	0.730	0.185	0.079
SF-6. ay MP	r	0.020	-0.262	-0.193	-0.159	-0.018	0.035
	p	0.906	0.113	0.245	0.341	0.915	0.836
SF-12 12.ay FP	r	-0.071	-0.301	-0.309	-.329*	-0.126	0.020
	p	0.674	0.066	0.059	0.044	0.452	0.903
SF12. ay MP	r	-0.047	-0.283	-0.246	-.366*	-0.063	-0.010
	p	0.779	0.085	0.136	0.024	0.708	0.954

*p<0.05, **p<0.01; r: Spearman rho korelasyon katsayısı
GYA: Günlük yaşam aktivite, SAÖ: Spor alt ölçeği, FP: Fiziksel Puan, MP: Mental Puan

VAS erken dönem (6. Ay) skoru ile cerrahiye kadar geçen süre arasında pozitif anlamlı ilişki saptanmıştır (p=0.038). VAS 12. Ay skoru ile hastanede kalış süresi arasında pozitif anlamda bir ilişki saptanmıştır (p=0.022). Hastanede ameliyat sonrası yatış süresinin artması ve ameliyat öncesi cerrahiye kadar geçen sürenin uzaması durumunda hastanın ağrı düzeyinin arttığı tespit edilmiştir. AOFAS 12. ay skorları,

hastanede kalış süresi ($p=0.022$) ve tam yük verme zamanı ($p=0.046$) ile negatif yönde anlamlı ilişki göstermiş olup, bu bulgu, iyileşmenin hızlanmasında erken mobilizasyonun önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. SF-12 skorunun fiziksel ve mental bileşen puanları ile hastanede kalış süresi arasında negatif bir korelasyon saptanmıştır ($p=0.044$). Bu durum, hastaların ameliyat sonrası hastanede yatış süresi uzadıkça hastaların klinik skorlarını negatif yönde etkilediğini göstermektedir (Tablo 4.8.).

Çalışmanın bir diğer verisine baktığımızda FAAM 6. Ay günlük yaşam aktivitesi puanı ile beden kitle indeksi arasından negatif bir korelasyon saptanmıştır ($p=0.047$). Aynı zamanda FAAM 6. Ay spor alt ölçeği puanı ile beden kitle indeksi, parsiyel yük verme zamanı ($p=0.011$) ve tam yük verme zamanı ($p=0.014$) arasında negatif anlamda bir ilişki bulunmuştur. Bu veriler, yüksek beden kitle indeksinin ve yük verme sürecinin gecikmesinin, fonksiyonel ve klinik sonuçları olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir (Tablo 4.8.).

Tablo 4.9. Sanders sınıflamasında kırık tiplerinin fonksiyonel sonuçlarla ilişkisi

Ölçüm	Karşılaştırma	Sanders 2 (n=22)	Sanders 3 (n=8)	Sanders 4 (n=8)
VAS	3. Ay - 6. Ay	p = 0.001	p = 0.240	p = 0.026
	3. Ay - 12. Ay	p < 0.001	p = 0.001	p = 0.002
	6. Ay - 12. Ay	p = 0.031	p = 0.240	p = 1.000
FAAM-GYA	3. Ay - 6. Ay	p = 0.001	p = 0.240	p = 0.101
	3. Ay - 12. Ay	p < 0.001	p = 0.018	p < 0.001
	6. Ay - 12. Ay	p = 0.013	p = 0.952	p = 0.240
FAAM-SAÖ	3. Ay - 6. Ay	p < 0.001	p = 0.401 (NS)	p = 0.101
	3. Ay - 12. Ay	p < 0.001	p = 0.008	p < 0.001
	6. Ay - 12. Ay	p = 0.048	p = 0.401	p = 0.240
AOFAS	3. Ay - 6. Ay	p = 0.001	p = 0.073	p = 0.101
	3. Ay - 12. Ay	p < 0.001	p = 0.001	p < 0.001
	6. Ay - 12. Ay	p = 0.013	p = 0.401	p = 0.240
SF-12 FP	3. Ay - 6. Ay	p = 0.003	p = 0.073	p = 0.137
	3. Ay - 12. Ay	p < 0.001	p = 0.001	p < 0.001
	6. Ay - 12. Ay	p = 0.003	p = 0.401	p = 0.137
SF-12 MP	3. Ay - 6. Ay	p = 0.003	p = 0.312	p = 0.101
	3. Ay - 12. Ay	p < 0.001	p = 0.003	p < 0.001
	6. Ay - 12. Ay	p = 0.003	p = 0.312	p = 0.240

Post-hoc Karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon Testi), GYA: Günlük yaşam aktivite, SAÖ: Spor alt ölçeği, FP: Fiziksel Puan, MP: Mental Puan

Sanders tip 2 kırık tipinde tüm periyotlarda anlamlı iyileşme saptanırken, Sanders tip3 ve tip 4 gibi kalkaneusun daha kompleks kırıklarında uzun dönem klinik sonuçların

iyileşme oranı Sanders tip 2'ye göre daha düşüktür. Yani kompleks yaralanmaların fonksiyonel ve klinik iyileşme skorlamalarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9.).

Tablo 4.10. Sigara kullanımına göre klinik skorların zaman içindeki değişimi

Ölçüm	Karşılaştırma	Sigara var (n=18)	Sigara yok (n=20)
VAS	3. Ay – 6. Ay	p = 0.003	p = 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.137	p = 0.053
FAAM-GYA	3. Ay – 6. Ay	p = 0.006	p = 0.004
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.200	p = 0.008
FAAM-SAÖ	3. Ay – 6. Ay	p = 0.008	p = 0.002
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.137	p = 0.022
AOFAS	3. Ay – 6. Ay	p = 0.003	p = 0.003
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.059	p = 0.013
SF-12 FP	3. Ay – 6. Ay	p = 0.006	p = 0.004
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.014	p = 0.008
SF-12 MP	3. Ay – 6. Ay	p = 0.014	p = 0.005
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.014	p = 0.010

Post-hoc Karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon Testi), GYA: Günlük yaşam aktiviteleri, SAÖ: spor alt ölçeği, FP: fiziksel puan, MP: mental puan

12. ay VAS skorları değerlendirildiğinde, sigara kullanan hastalarda medyan ağrı düzeyinin daha yüksek olduğu gözlenmiş ve bu fark istatistiksel olarak sınırda anlamlı bulunmuştur. Sigara kullanmayan bireylerde, FAAM 12. ay Günlük Yaşam Aktiviteleri puanı anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır ($p < 0.05$). SF-12 mental skorlarının ve AOFAS skorlarının 12. ay median değerleri sigara kullanmayan grupta daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.10.). Bu veriler, sigara kullanımının geç dönemlerde fonksiyonel iyileşme ve ağrı düzeylerinin üzerindeki olumsuz etkisini göstermektedir.

Tablo 4.11. Tedavi yönteminin fonksiyonel sonuçlarla ilişki analizi

Ölçüm	Karşılaştırma	Konservatif (n=6)	Vida (n=7)	Plak Vida (n=25)
VAS	3. Ay – 6. Ay	p = 0.130	p = 0.326	p < 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p = 0.004	p = 0.004	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.745	p = 0.326	p = 0.049
FAAM-GYA	3. Ay – 6. Ay	p = 0.130	p = 0.687	p < 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p = 0.004	p = 0.015	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.745	p = 0.326	p = 0.014
FAAM-SAÖ	3. Ay – 6. Ay	p = 0.182	p = 0.687	p < 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p = 0.003	p = 0.015	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.447	p = 0.326	p = 0.033
AOFAS	3. Ay – 6. Ay	p = 0.182	p = 0.098	p = 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p = 0.003	p = 0.002	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.447	p = 0.544	p = 0.006
SF-12 FP	3. Ay – 6. Ay	p = 0.250	p = 0.135	p = 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p = 0.002	p = 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.250	p = 0.326	p = 0.002
SF-12 MP	3. Ay – 6. Ay	p = 0.250	p = 0.098	p = 0.003

Post-hoc Karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon Testi), GYA: Günlük yaşam aktiviteleri, SAÖ: spor alt ölçeği, FP: fiziksel puan, MP: mental puan

Plak vida ile tedavi edilen hastalarda erken ve geç dönem klinik fonksiyonel skorlarının iyileşme durumunun vida ve konservatif tedavi yöntemi ile karşılaştırıldığında daha üstün olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.11.).

Tablo 4.12. Politravma bazlı klinik skorların zaman içindeki değişimi

Ölçüm	Karşılaştırma	Politravma var (n=9)	Politravma yok (n=29)
VAS	3. Ay – 6. Ay	p = 0.075	p < 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.178	p = 0.038
FAAM-GYA	3. Ay – 6. Ay	p = 0.055	p < 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.297	p = 0.008
FAAM-SAÖ	3. Ay – 6. Ay	p = 0.029	p = 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.716	p = 0.005
AOFAS	3. Ay – 6. Ay	p = 0.055	p < 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.297	p = 0.003
SF-12 FP	3. Ay – 6. Ay	p = 0.102	p < 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.102	p = 0.001
SF-12 MP	3. Ay – 6. Ay	p = 0.178	p < 0.001
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.075	p = 0.002

Post-hoc Karşılaştırmalar, Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon Testi, GYA: Günlük yaşam aktiviteleri, SAÖ: spor alt ölçeği, FP: fiziksel puan, MP: mental puan

Kalkaneus kırığına ilaveten hastalarda politravma varlığı hastaların fonksiyonel ve klinik skorlarını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir (Tablo 4.12.).

Tablo 4.13. Subtalar eklemdede artrozun fonksiyonel sonuçlarla ilişkisi

Ölçüm	Karşılaştırma	Subtalar artroz var(n=21)	Subtalar artroz yok(n=17)
VAS	3. Ay – 6. Ay	p < 0.001	p = 0.011
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.135	p = 0.049
FAAM-GYA	3. Ay – 6. Ay	p < 0.001	p = 0.039
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.092	p = 0.018
FAAM-SAÖ	3. Ay – 6. Ay	p = 0.001	p = 0.024
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.062	p = 0.049
AOFAS	3. Ay – 6. Ay	p = 0.001	p = 0.006
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.041	p = 0.030
SF-12 FP	3. Ay – 6. Ay	p = 0.004	p = 0.006
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.004	p = 0.030
SF-12 MP	3. Ay – 6. Ay	p = 0.013	p = 0.005
	3. Ay – 12. Ay	p < 0.001	p < 0.001
	6. Ay – 12. Ay	p = 0.003	p = 0.049

Post-hoc Karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon Testi), GYA: Günlük yaşam aktiviteleri, SAÖ: spor alt ölçeği, FP: fiziksel puan, MP: mental puan

Geç dönemde (6. ay-12. ay) subtalar artroz gelişmeyen hastalarda klinik skorlarda anlamlı iyileşme saptanırken, subtalar artroz gelişen hastalarda VAS (p = 0.135) ve FAAM (GYA (p = 0.092), SAÖ (p = 0.062)) skorlarında bu dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme saptanmamıştır (Tablo 4.13.). Bu bulgu, subtalar artroz gelişiminin fonksiyonel iyileşme sürecini olumsuz etkilediğini ve özellikle geç dönem klinik sonuçlar üzerinde sınırlayıcı bir faktör olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.14. Klinik ve fonksiyonel ölçümlerin cinsiyet durumu ile ilişkisinin analizi

Değişkenler	p*	CİNSİYET		p*
		Kadın	Erkek	
VAS 3. ay	0.373	80(70-80)	70(50-80)	0.220
VAS 6. ay	0.551	55(10-70)	40(10-70)	0.220
VAS 12. ay	0.088	30(10-50)	15(10-70)	0.482
FAAM-3. ay GYA	0.978	52(48-52)	52(48-56)	0.347
FAAM-3. ay SAÖ	0.545	38(36-40)	38(36-40)	0.876
FAAM 6. ay GYA	0.568	72(60-76)	74(48-76)	0.398
FAAM 6. ay SAÖ	0.419	62.5(50-69)	52(36-69)	0.196
FAAM 12. ay GYA	0.346	80(72-84)	80(48-88)	0.900
FAAM 12. ay SAÖ	0.467	70.5(64-76)	69(36-76)	0.489
AOFAS 3. ay	0.596	41(41-48)	41(41-55)	0.392
AOFAS 6. ay	0.366	72(68-72)	72(48-72)	0.168
AOFAS 12. ay	0.230	76.5(72-90)	86(61-91)	0.446
SF-12 3. ay FP	0.059	25.5(23-30)	25(22-35)	0.792
SF-12 3. ay MP	0.345	40(35-42)	40(35-46)	0.983
SF-12 6. ay FP	0.369	40(38-45)	39(37-42)	0.324
SF-6. ay MP	0.645	46(40-53)	45(40-51)	0.343
SF-12 12. ay FP	0.630	52(48-55)	52(38-56)	0.885
SF12. ay MP	0.257	55.5(45-60)	58.5(44-61)	0.281

GYA: Günlük yaşam aktivite, SAÖ: Spor alt ölçeği, FP: Fiziksel Puan, MP: Mental Puan

Çalışmamızda cinsiyetin klinik ve fonksiyonel değerlendirme skorları üzerindeki etkisi analiz edildiğinde; VAS, AOFAS, FAAM ve SF-12 ölçekleri açısından kadın ve erkek hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (Tablo 4.14.).

5. TARTIŞMA

Kalkaneus kırıkları, sıklıkla yüksekten düşme ya da yüksek enerjili trafik kazaları gibi travmalar sonucu meydana gelmektedir. Literatürdeki birçok çalışmaya göre hastaların % 75' ten fazlasını erkekler oluşturmakta olup, ortalama yaş 40 olarak bildirilmektedir (85). Bizim çalışmamızda da literatüre benzer şekilde erkekler hastalarımızın % 84'ünü oluşturmaktadır. Ortalama yaş 46'dır. Nüfus artışı, sanayi faaliyetleri ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak yüksek katlı yapıların artmasıyla birlikte, iş kazaları ve yüksek enerjili travmalar artması; buna paralel olarak kalkaneus kırıklarının insidansında da artış ortaya çıkmıştır. Sanayi sektöründe yapılan bir çalışmada, her yıl 10.000 işçiden 0.05'inde kalkaneus kırığı geliştiği bildirilmiştir (86). Bizim çalışmada da hastaların % 71'ini işçi grubu oluşturmaktadır. Subtalar eklemi de içine alan intraartiküler kalkaneus kırıkları, olguların yaklaşık %75'ini oluşturur ve ciddi fonksiyonel kayıplara neden olabilmektedir. Bizim çalışmamızda da kırıkların %76'sında subtalar eklemine uzanmaktaydı. Subtalar eklemi içeren kalkaneus kırıkları; ayakta yük taşıma, denge ve hareket kabiliyetini etkileyen, hastada uzun süreli iş gücü kaybı ve morbiditeye yol açmaktadır. Atkins ve arkadaşlarının yaptığı retrospektif çalışmaya göre, kalkaneus kırıklarının oluş sebebi hastaların %91'inde yüksekten atlama veya yüksekten düşmeydi (87). Bizim çalışmamızda da kalkaneus kırıklarının % 80'nini yüksekten atlama ya da yüksekten düşme hastaları oluşturmaktaydı.

Kalkaneus kırıklarının cerrahi tedavisinde zamanlama, başarılı klinik sonuçların elde edilmesinde belirleyici önemli bir unsurdur. Literatürde birçok çalışmada, cerrahi girişimin kırık sonrası gelişen ödemin gerilemesini takiben ve kırıklık testinin pozitifleşmesi sonrasında yapılmasının yara yeri komplikasyonlarını azalttığı ve tedavi başarısını artırdığı ifade edilmiştir. Christin Schindler ve arkadaşlarının 114 vakalık serisinde cerrahi öncesi bekleme süresi ortalama 8,3 gün olarak tespit edilmiş, cerrahi öncesi bekleme süresinin uzamasının başlıca nedenleri arasında yumuşak doku şişliğinin ve kırık büllelerinin gerilemesini bekleme ile ek travma varlığı gösterilmiştir (88). Patrick F. Bergin ve arkadaşlarının çalışmasında ise cerrahi bekleme süresi ortalama 6,2 gün olarak tespit edilmiş; bu cerrahi bekleme süresinin literatüre kıyasla daha kısa olmasının cerrahi sonrası komplikasyon oranlarını azalttığı ifade edilmiştir (89). Literatürde özellikle cerrahinin 7 ile 10. günler arasında ve optimal olarak ilk üç hafta içinde gerçekleştirilmesi önerilir (9,78). Bu sürenin aşılması halinde ise kırık fragmanlarında

kallus oluşumu başlayarak redüksiyon güçleşmekte ve cerrahi zorluklar artmaktadır. Bizim çalışmamızda da cerrahi öncesinde kırışıklık testi rutin olarak değerlendirilmiş, ödemin yeterince azaldığı gözlenen hastalarda operasyon gerçekleştirilmiştir. Hastaların cerrahiye alındığı süre en erken 1. gün, en geç 20. gün olup; ortalama cerrahi zamanı 6 gün olarak bulunmuştur. 20. Güne kadar uzayan vakada da redüksiyon zorluğu ile karşılaşıldı ve cerrahi sonrasında cilt komplikasyonunun geliştiğini belirtmekte fayda vardır. Bu ortalama sonuç, literatürde bildirilen sürelerden daha kısa olmakla birlikte, kırışıklık testine dayalı titiz takip sayesinde yara yeri komplikasyonlarının düşük oranda seyretmesi, cerrahi zamanlamanın klinik başarıya doğrudan katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Literatürde kırık olan ekstremiteye uzun süre yük verilmeme durumunda fonksiyonel kapasitelerin azalabileceği, kas gücünde kayıp olabileceği ve kemik mineral yoğunluğunda azalma gibi olumsuz durumların yaşanabileceği ifade edilmektedir (46). Öte yandan, bu durum rehabilitasyon sürecini uzatarak işe dönüşü geciktirmekte ve ekonomik yükü artırmaktadır (90). Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) tarafından geliştirilen ilk kılavuzlarda, kırığın radyolojik olarak iyileştiği görülene kadar, yük verilmemesi gerektiği ifade edilmiştir. Bu süre yaklaşık 12 hafta civarındadır (91). Bu anlamda Kienast ve arkadaşları yürüttükleri retrospektif çalışmalarında ameliyat sonrası 6. haftada parsiyel yük vermeye, 10. haftada ise tam yük vermeye izin verdiklerini belirtmişlerdir (92). Benzer şekilde Özkaya ve arkadaşları da 8–12. haftalarda kısmi yük vermeye başlatarak, radyolojik iyileşme tamamlandığında tam yük vermeye geçtiklerini belirtmişlerdir (93). Zamanla cerrahi tekniklerde ve implant materyallerinde elde edilen yeni gelişmelere rağmen, erken yük vermenin yer değiştirme ya da implant yetmezliği riskini artırmadığı yönündeki bulgulara karşın, güncel kılavuzlarda elle tutulur değişiklik olmamıştır. Geldiğimiz noktada hâlen ortalama sekiz hafta süreyle yük vermemek önerilmekte ve bu sürecin ardından tolere edilebildiği kadar kademeli olarak kırık olan ayağa kısmi veya tam yük verilmesi gerektiği bildirilmektedir (94). Bizim çalışmamızda da radyolojik kaynama sağlandıktan sonra literatüre farklı olmayacak şekilde, ortalama 7. haftada parsiyel yük, 12. haftada ise tam yük uygulaması yapıldı. Bu tedrici yük verme süresine, hastanın kırık gelişen ayağının cilt durumuna, ek travma varlığına ve mental durumuna bağlı olarak deplase bir kalkaneus kırığı gelişen bir hastanın en erken dönüş süresi ortalama 6 ay olarak bildiren çalışmalar vardır. Çalışmamızda da hastalarda literatüre benzer şekilde işe en erken dönüş, 6. ayda olarak tespit edilmiştir.

Kalkaneus anatomisinin karmaşık morfolojik yapısı, hem cerrahi öncesi hem de cerrahi sonrası dönemde değerlendirme sürecini zorlaştırmaktadır. Cerrahi öncesi değerlendirmelerde gözlemciler arası uyum sınırlı düzeyde kalırken, cerrahi sonrası kırık redüksiyonunu tanımlayan çeşitli yaklaşımlar bulunmasına rağmen, bu protokollerden elde edilen verilerin yorumlanması da zorluk göstermektedir (95). Rutin ön-arka, yan ve tanjansiyel radyografiler; kalkaneal yükseklik, genişlik, uzunluk ile Gissane ve Böhler açıları hakkında bilgi sağlasa da, bu ölçümlerin araştırmacılar arası güven düzeyi, bilgisayarlı tomografi (BT) ile yapılan değerlendirmelere kıyasla daha azdır (96). Çalışmamızda da, radyolojik parametreler BT ile değerlendirilmiş ve tedavi sonrası değişimleri incelenmiştir.

Beerekamp ve arkadaşları, postoperatif hastalarda BT çekerek, BT'nin implant yerleşimi ve eklem redüksiyonunun değerlendirilmesinde daha güvenilir bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir (97). Sayyed-Hosseinian ve arkadaşları, intra-artiküler kalkaneus kırığı olan hastalarda yürüttükleri retrospektif çalışmada postoperatif BT ile eklem yüzeyi redüksiyonunu değerlendirmiş ve BT'nin redüksiyon kalitesini ölçmede etkili bir yöntem olduğunu saptamışlardır (98). Diğer bir çalışmada, Galluzzo ve arkadaşları da BT'nin intra-artiküler kırıkların değerlendirilmesinde altın standart olduğunu ve cerrahi tedavi planlamasında önemli bir araç olduğunu ifade etmişlerdir (99). BT, kalkaneusun üç boyutlu yapısını anlamak ve eklem içi redüksiyonu değerlendirmek açısından büyük kolaylık sunmaktadır (100). Biz de çalışmamızda tüm hastalarda ameliyat sonrası redüksiyonu değerlendirmek için ve kalkaneus kırıklarında hacimsel değişiklikleri anlamak ve klinik açıdan yorumlamak için BT'yi kullandık.

Kalkaneus kırıklarında açık cerrahi için farklı yaklaşım tercihleri kullanılıyor olsa bile günümüzde en fazla tercih edilen cerrahi yaklaşım; genişletilmiş lateral yaklaşımdır (101). Kalkaneus cerrahisinin sıklığının arttığı yıllardan itibaren sıkça kullanılan bu yaklaşım, Stephenson tarafından popülerize edilmiş olup, posterior fasetin ortaya konması ve redüksiyonu için uygun bir seçenek olarak literatürde yer bulmuştur (77). Ayrıca lateral duvar komşuluğunda ana arter ve sinirin anatomik komşuluğunda olmaması sebebiyle medialden uygulanan yaklaşımlara göre daha güvenlidir. Biz de çalışmamızda cerrahi işlem yaptığımız toplamda 32 hastanın 26'sına genişletilmiş lateral yaklaşım uyguladık. Ek olarak medialden girişim yapmadık.

Literatürde, kalkaneus kırıklarının radyolojik değerlendirilmesinde Böhler açısı, Gissane açısı, kalkaneal eğim açısı, kalkaneal yükseklik ve kalkaneal genişlik en sık kullanılan radyolojik ölçümlerdir. Jui Ting Mao ve arkadaşlarının 2024 yılında

gerçekleştirdiği retrospektif çalışmada, lateral veya sinüs tarsi yaklaşımı ile tedavi edilen olgularda Böhler açısı, kalkaneal genişlik ve yükseklikte anlamlı bir artış elde edildiği; ancak Gissane açısında anlamlı değişiklik olmadığı tespit edilmiştir (102). Bizim çalışmamızda da paralel şekilde, cerrahi sonrası kalkaneal yükseklik, kalkaneal genişlik ve Böhler açısında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme tespit edilmiş; buna karşın Gissane açısında anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Gissane açısındaki bu stabilitenin, söz konusu açının posterior faset ile anterior proses arasındaki karmaşık üç boyutlu eklem geometrisinden etkilenmesine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Cerrahi sırasında ayrı ayrı faset eklem yüzeylerinin anatomik restorasyonu sağlansa dahi, küçük fragmanların manipülasyon zorlukları, eklem kapsülünün gerginliği ve yumuşak doku kısıtlılığı, Gissane açısının tam olarak düzeltilmesini güçleştirebilmektedir. Bu noktada eklem anatomik rekonstrüksiyonu ile pozitif klinik skorlar elde edilmesine rağmen Gissane açısında bu anlamlı ilişki elde edilemeyebilir. Ayrıca, postoperatif dönemde minimal açısal farklılıkların fonksiyonel sonuçlara etkisinin sınırlı olması sebebiyle, cerrahi hedeflerde Böhler açısı ve kalkaneal yüksekliğin korunması daha önem arz etmektedir. Bu biyomekanik ve teknik faktörler, hem literatürde hem de çalışmamızda Gissane açısında anlamlı değişiklik saptanmamasını açıklayan olası nedenler olarak değerlendirilebilir.

Kalkaneus kırığı geçiren hastalarda cerrahi tedavi sonrasında radyolojik parametrelerdeki değişim ile fonksiyonel skorlar arasındaki ilişkiye dair literatürde net bir görüş birliği bulunmamaktadır. Çirçi ve arkadaşları, 33 vakalık retrospektif çalışmalarında açık redüksiyon ve plak-vida uyguladıkları hastalarda cerrahi sonrası Böhler açı değişiminin AOFAS skoru ile pozitif korelasyon gösterdiğini ifade etmişlerdir (103). Benzer şekilde, Su ve arkadaşları da kalkaneus kırığı nedeniyle cerrahi yapılan hastalarda Böhler açı restorasyonunun AOFAS skoru ile pozitif ilişki gösterdiğini belirtmişlerdir (104). Ancak bizim prospektif olarak yürüttüğümüz çalışmamızda Böhler açısındaki değişim ile fonksiyonel skorlar arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Retrospektif çalışmaların sınırlı hasta sayısı ve gözlemsel tasarıma sahip olması bulguların farklı olarak ortaya çıkmasına neden olabileceği düşünülmektedir.

Kalkaneusun üç boyutlu ölçümleri olan yükseklik, genişlik ve hacim ile ilgili araştırmalar oldukça azdır. Lu ve arkadaşlarının 43 vakalık retrospektif çalışmasında, kalkaneus yüksekliği, genişliği ve hacmi ile klinik fonksiyonel skorlar arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir (105). Öte yandan, Ergün (2025) tarafından yapılan 18 vakalık retrospektif çalışmada, kalkaneus kırığı cerrahi sonrası kalkaneus hacminde

anlamli bir artiş tespit etmiş ve kalkaneus hacim artışı ile birlikte AOFAS klinik skorunun düştüğünü ifade etmiş ve bu durum hacim artışının olumsuz klinik sonuçlarla ilişkili olabileceğini savunmuştur (106). Biz de çalışmamızda, cerrahi sonrası kalkaneus hacminde anlamlı artış tespit ettik ancak farklı olarak kalkaneus hacminde artış saptanan hastalarda yarım numara ya da bir numara daha büyük ayakkabı giyme ihtiyacının tespit edilmesi sonrası daha büyük numara ayakkabı kullanırlmaya başlanılarak hastaların kalkaneus hacimsel artışına rağmen VAS ağrı skorunda azalma ve FAAM ile AOFAS gibi fonksiyonel skorlarda anlamlı iyileşme tespit ettik. Bu açıdan, hacim artışının önceden tespit edilmesi ile uygun ayakkabı kullanımının sağlanması hastanın klinik ile fonksiyonel iyileşmesine katkıda bulunabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızın prospektif tasarıma sahip olması ve hasta sayısının daha çok olması, elde edilen bulguların güvenilirliğini artırmakta ve literatürdeki sınırlı hasta sayısına sahip retrospektif çalışmalara göre daha güçlü çıkarımlar yapmamıza olanak sağlamaktadır.

Son dönem çalışmalarda ise, erken dönemde (kademeli) parsiyel ağırlık verilmesinin güvenli olabileceği ve fonksiyonel iyileşmeyi, günlük aktivitelere dönüşü ve mental sağlığı olumlu etkileyebileceği savunulmaktadır (107). Li ve arkadaşları, Sanders IV tipi kalkaneus kırığı olan hastalarda erken parsiyel yük verme rehabilitasyonunun AOFAS skorlarını yükselttiğini ve fonksiyonel iyileşmeyi olumlu etkilediğini ifade etmiştir (108). Kayalı ve arkadaşları tarafından 2014 yılında yayımlanan çalışmada, parçalı kalkaneus kırıkları nedeniyle cerrahi tedavi uygulanan 15 hastalık bir vaka serisi retrospektif olarak değerlendirilmiş ve cerrahi sonrası erken dönemde yük vermenin klinik ve radyolojik sonuçlar üzerindeki etkileri incelenmiştir (109). Bu inceleme sonucunda, erken dönemde başlanan yük verme uygulamasının klinik ve radyolojik sonuçlar üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Biz de çalışmamızda yük verme süresi ile klinik ve fonksiyonel sonuçlar arasındaki ilişkiyi değerlendirdiğimizde, yük verme süresi uzadıkça AOFAS ve SF-12 gibi klinik skorların düştüğünü tespit ettik ve bu anlamda erken dönemde başlanılan yük verme uygulamasının hastaların klinik memnuniyeti üzerine olumlu etki ettiğini tespit ettik.

Jie Huang ve arkadaşlarının retrospektif çalışmasında, kalkaneus kırığı sonrası cerrahi tedavi uygulanan hastalarda VAS skorlarının hastanede kalış süresi ile ilişkili olduğu, ancak yaş, cinsiyet ve yük verme zamanı ile anlamlı bir ilişki göstermediği tespit edilmiştir (110). Benzer şekilde, bizim çalışmamızda da VAS skoru ile cinsiyet, BKİ ve yaş arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Çalışmamızın prospektif olarak yürütülmüş olması ve VAS skorlarının 3., 6. ve 12. aylarda ayrı periyotlarda değerlendirilmesi,

cerrahi gecikme ve hastanede kalış süresinin ağrı üzerindeki etkilerini daha net olarak ortaya koymamızı sağlamıştır. Çalışmamızın verilerine bakıldığında, 6. ay VAS skorları ile cerrahiye kadar geçen süre arasında pozitif ve anlamlı bir korelasyon bulunmuş, bu da cerrahinin gecikmesinin orta dönemde ağrı düzeyini artırabileceğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, 12. ay VAS skorları ile hastanede kalış süresi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş uzun yatış sürelerinin uzun dönemde ağrıyı artırabileceğini düşündürmektedir. Bu veriler doğrultusunda, kalkaneus kırığı sonrası erken cerrahi müdahalenin hastaların orta ve uzun dönem ağrı düzeylerinin azaltılmasında kritik rolünü ortaya koymaktadır.

Literatürde, cerrahi sonrası hastaların hastanede kalış süresi ile mental ve fiziksel durumları arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda çalışma vardır. Taylor ve arkadaşları, cerrahi sonrası dönemde artan ağrı ve uzayan hastanede yatış süresinin SF-12 fiziksel ve mental puanlarını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir (111). Benzer şekilde, Boezeman ve arkadaşları, retrospektif çalışmalarında taburculuk sonrası hastaları 3., 6. ve 12. aylarda SF-12 skorları ile fiziksel ve mental durumları açısından değerlendirmiş ve uzun yatış sürelerinin özellikle mental sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini ortaya koymuşlardır (112). Biz de prospektif olarak yürüttüğümüz çalışmamızda hastaları taburculuk sonrası aynı zaman noktalarında SF-12 skorları açısından değerlendirdik ve literatürle uyumlu şekilde, hastanede kalış süresinin uzamasının hastaların hem fiziksel hem de mental durumları üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini tespit ettik. Bu veriler ışığında, hastanede kalış süresinin kısaltılmasının ve erken mobilizasyon ile destekleyici rehabilitasyon programlarının, hem fiziksel hem de mental iyileşme sürecini olumlu yönde etkileyebileceğini savunmaktayız.

Literatürde kalkaneus kırığı sonrası komplikasyonlar ile beden kitle indeksi (BKİ) arasındaki ilişkiyi değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yüksek BKİ'nin postoperatif dönemde yara komplikasyonları, enfeksiyon ve fonksiyonel sonuçlar üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği ifade edilmektedir. Zhai ve arkadaşları, kalkaneus kırığı nedeniyle yürüttükleri 398 vakalılık retrospektif serilerinde, yüksek BKİ değerine sahip hasta gruplarında VAS ağrı skorlarının anlamlı şekilde yüksek olduğunu tespit etmişlerdir (113). Bizim çalışmamızda ise BKİ ile VAS skorları arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiş; buna karşın, BKİ ile FAAM skorları arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Bu durum, yüksek BKİ'nin doğrudan ağrı hissiyle değil, daha çok fonksiyonel kapasite ve günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki etkisi ile kendini gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Literatürdeki bu farklılık, hasta demografisi, takip süresi, cerrahi teknik ve rehabilitasyon protokollerindeki değişkenlikten kaynaklanıyor

olabileceğini düşünmekteyiz. Öte yandan çalışmamızda BKİ ile yük verme zamanı arasındaki ilişkiyi inceledik. Elde edilen veriler doğrultusunda, BKİ ile hem parsiyel hem de tam yük verme zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde korelasyon tespit edilmiştir. Bu bulgu, vücut kitle indeksi yüksek olan hastaların yük verme sürecinde daha fazla zamana ihtiyaç duyduğunu, artan vücut ağırlığının kırık bölgesine binen yükü artırarak kemik iyileşmesini geciktirebileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla, BKİ yüksek hastalarda parsiyel yükleme süresinin daha kontrollü şekilde geciktirilmesi ve bu dönemde hastaların yakın radyografik takiplerle değerlendirilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır. Ayrıca, yüksek BKİ'ye sahip olguların postoperatif rehabilitasyon süreçlerinde yük verme zamanlamasının mutlaka bireysel faktörlere göre uyarlanması gerektiği düşünmekteyiz.

Kalkaneus kırıkları için farklı sınıflandırma yöntemleri tanımlanmış olmakla birlikte, bilgisayarlı tomografi temelli Sanders sınıflaması, eklem içi kırıkların değerlendirilmesinde en sık tercih edilen ve klinik karar sürecinde sık olarak kullanılan sınıflandırma sistemidir (78). Biz de çalışmamızda tüm hastaları Sanders sınıflamasına göre gruplandırarak analiz ettik. Literatürde bu sınıflamanın prognostik değerine ilişkin farklı sonuçlar bildirilmiştir. Christin Schindler ve arkadaşları, cerrahi tedavi uyguladıkları 114 vakalık retrospektif çalışmalarında fonksiyonel sonuçları AOFAS ve SF-36 ölçekleriyle değerlendirmiş ve Sanders sınıflaması evrelemesi arttıkça fonksiyonel skorların anlamlı şekilde düştüğünü rapor etmişlerdir (88). Pflüge ve arkadaşları ise, kalkaneus kırığı nedeniyle cerrahi tedavi uyguladıkları 79 vakalık serilerinde hastaları Sanders sınıflamasına göre gruplandırmış, kırık evrelemesi arttıkça FAOS skorlarında düşme eğilimi olduğunu belirtmişler, ancak Sanders tipleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını vurgulamışlardır (114). Bizim çalışmamızda ise Sanders sınıflamasına göre Tip 2, Tip 3 ve Tip 4 kırıklara sahip hasta grupları bulunmaktaydı. Klinik ve fonksiyonel sonuçlar prospektif olarak 3., 6. ve 12. ay takiplerinde VAS, FAAM, AOFAS ve SF-12 ölçekleri ile değerlendirildi. Tüm gruplarda zaman içerisinde anlamlı düzeyde klinik ve fonksiyonel iyileşme gözlemlendi. Bununla birlikte, literatürle uyumlu olarak, Sanders sınıflama tipi yükseldikçe yani kırık şiddeti arttıkça fonksiyonel skorların median değerlerinde anlamlı düzeyde düşüşler olduğunu saptadık. Özellikle Tip 2 kırıklarda her üç takip döneminde de anlamlı klinik ve fonksiyonel düzelme elde edilirken, Tip 3 ve özellikle Tip 4 kırıklarda anlamlı iyileşmenin yalnızca 3. ay ile 12. ay arasındaki süreçte gerçekleştiği görüldü. Bu bulgular, kırık tipinin erken dönemden geç döneme kadar klinik ve fonksiyonel sonuçlar üzerinde etkili olabileceğini tespit ettik.

Sonuç olarak, Sanders sınıflamasının yalnızca radyolojik değerlendirmede değil, aynı zamanda klinik ve fonksiyonel sonuçların öngörülmesinde de değerli bir araç olabileceğini ortaya koymuştur.

Deplase eklem içi kalkaneus kırıklarının tedavi yaklaşımı günümüzde hâlâ tartışmalı bir konudur. Minimal invazif cerrahi teknikler ve açık redüksiyon-internal tespit (ORIF) yöntemleri sıkça uygulanmakla birlikte, bu kırık tiplerinde hangi tedavi seçeneğinin optimal olduğu konusunda literatürde net bir fikir birliği bulunmamaktadır. Nia ve arkadaşları tarafından 2025 yılında gerçekleştirilen retrospektif bir çalışmada, kalkaneus kırığı nedeniyle tedavi edilen 236 hasta üç farklı yöntemle (konservatif tedavi, minimal invazif cerrahi ve ORIF) değerlendirilmiş; bir yıllık takip süresi sonunda AOFAS ve VAS skorları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (115). Bu bağlamda Peng ve arkadaşları tarafından yürütülen retrospektif bir çalışmada, açık redüksiyon ve plak fiksasyonu ile perkütan vida fiksasyonu uygulanan iki hasta grubu karşılaştırılmış ve erken dönemde perkütan fiksasyon grubunun VAS skorunun daha düşük seyrettiği ve AOFAS skorlarının daha yüksek seyrettiğini bildirilmişlerdir. Ancak uzun dönem takipte, her iki yöntem arasında klinik sonuçlar açısından anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir (116). Bu bulgular, kullandıkları üç tedavi yönteminin de belirli ölçüde etkin olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, çalışmamızda da tüm tedavi gruplarında 12 aylık takip sürecinde (3. ay ile 12. ay arası) anlamlı fonksiyonel iyileşmeler gözlenmiştir. Ancak çalışmamızın prospektif tasarımı ve çok boyutlu değerlendirme araçları (AOFAS, VAS, FAAM ve SF-12) kullanılarak yapılmış olması, elde edilen verilerin güvenilirliğini artırmaktadır. Ayrıca, çalışmamızda tedavi sonuçları üç ayrı zaman diliminde (3., 6. ve 12. aylar) değerlendirildiğinden, fonksiyonel iyileşme sürecinin dinamik yapısı da gözlemlenebilmiştir. Bu bağlamda, 3. aydan 6. aya ve 6. aydan 12. aya kadar olan dönemlerde, minimal invazif (vida ya da K teli) ve konservatif yöntemlerle tedavi edilen olgularda fonksiyonel skorların durağan seyir izlediği, buna karşın açık cerrahi (plak vida) ile tedavi edilen hastalarda bu dönemlerde anlamlı iyileşme saptanmıştır. Bu sonuçlar, ORIF uygulanan hastalarda fonksiyonel iyileşmenin daha erken başladığını ve daha istikrarlı bir şekilde devam ettiğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, özellikle genç ve aktif hastalarda, erken fonksiyonel dönüşün hedeflendiği durumlarda ORIF yönteminin tercih edilmesi uygun bir yaklaşım olabilir. Ancak yine de tedavi seçiminin hasta özellikleri, kırık tipi, yumuşak doku durumu ve cerrahi deneyim gibi birçok faktöre göre bireyselleştirilmesi gerektiği akılda tutulmalıdır.

Sigara kullanımının kırık iyileşme süreci üzerindeki olumsuz etkisi literatürde yaygın olarak bildirilmiştir. Özellikle kalkaneus kırıkları ile ilgili çalışmalarda, sigara kullanımının enfeksiyon oranlarını artırdığı ve kaynamama gibi komplikasyonlara yol açtığı gösterilmiştir (95,96).Ancak, sigaranın doğrudan fonksiyonel sonuçlar üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda, V. Baba ve arkadaşları, kalkaneus kırığı sonrası minimal invaziv osteosentez uyguladıkları 18 vakalılık serilerinde, sigara kullanımının iyileşme sürecini olumsuz etkilediğini saptamışlardır (117). Çalışmada, sigara içen hastalarda AOFAS skorlarının daha düşük olduğu ve iyileşme süresinin uzadığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da, sigara kullanımının VAS, AOFAS, FAAM ve SF-12 gibi yaygın fonksiyonel değerlendirme ölçekleri ile ilişkisi incelenmiştir. Çalışmamızda, sigara içmeyen hastaların medyan AOFAS, FAAM ve SF-12 skorları, sigara içen gruba göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, VAS skorları açısından, sigara içen hastalarda ağrı düzeylerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, sigara kullanımının hem subjektif ağrı algısını artırdığını hem de fonksiyonel iyileşmeyi olumsuz etkilediğini göstermektedir. Takip sürecinde, özellikle 6. ve 12. aylar arasında sigara içen hastalarda FAAM ve AOFAS skorlarında anlamlı bir artış gözlenmemesi, bu grupta fonksiyonel iyileşmenin zaman içinde sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Literatürde, sigara kullanımının uzun dönem fonksiyonel sonuçlara etkisini ortaya koyan çalışmaların sınırlı olması göz önüne alındığında, çalışmamızın prospektif yapısı ve sigaranın dört farklı skor ile ilişkisini değerlendirmiş olması, mevcut bilgi birikimine önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu veriler ışığında, sigara kullanımının yalnızca erken dönem cerrahi komplikasyonlarla ilişkili olmadığı, aynı zamanda geç dönem fonksiyonel sonuçları da olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, sigara içen hastaların tedavi planlamasında bu durumun dikkate alınması ve olası riskler ile komplikasyonlar konusunda hastaların bilgilendirilmesi önem taşımaktadır.

Literatürde, kalkaneus kırığı sonrası subtalar artroz gelişiminin uzun dönem klinik sonuçları olumsuz etkilediğine dair birden fazla çalışma mevcuttur. Sanders ve arkadaşları, retrospektif çalışmalarında açık redüksiyon internal fiksasyon uygulanan hastalar arasında subtalar artroz gelişenlerin, gelişmeyenlere kıyasla uzun dönem fonksiyonel skorlarının daha düşük olduğunu ve fiziksel ile mental sağlık durumlarının olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir (118). Biz de çalışmamızda, subtalar artroz gelişimi ile fonksiyonel klinik sonuçlar arasındaki ilişki değerlendirdik. Her iki hasta grubunda da postoperatif dönemde anlamlı fonksiyonel iyileşme gözlenmiş olmakla birlikte, subtalar artroz gelişen olgularda 6. ay ile 12. ay arasındaki klinik skorların durağan seyrettiğini

ortaya koyduk. Bu durum literatürle uyumlu olup, erken dönemde sağlanan iyileşmenin uzun dönemde sürdürülmemesi, subtalar artroz gelişiminin fonksiyonel skorlar üzerindeki gecikmiş etkisini düşündürmektedir. Bu veriler ışığında subtalar eklem bütünlüğünün korunmasının uzun dönem fonksiyonel sonuçlar üzerindeki önemini ortaya koymaktadır.

Literatürde, kalkaneus kırığına ilaveten ek travma eşlik ettiğinde klinik ve fonksiyonel sonuçların olumsuz etkilendiğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Aktuğlu ve arkadaşları, deplase eklem içi kırıkları olan hastaları yalnızca kalkaneus kırığı olanlar ve politravma hastaları olarak iki gruba ayırmış; sonuç olarak politravma hastalarının fonksiyonel skorlarının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (119). Benzer şekilde, Renovell-Ferrer ve arkadaşları da retrospektif çalışmalarında, politravma olan hastalarda izole kalkaneus kırığı olan hastalara göre AOFAS ve SF-36 skorlarının yalnızca kalkaneus kırığı olan hastalara göre daha düşük olduğunu göstermişlerdir (120). Çalışmamızda da literatüre paralel olarak, politravması olan hasta grubunda fonksiyonel iyileşmenin daha yavaş ilerlediği ve klinik sonuçların daha olumsuz olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında, kalkaneus kırığı tedavisinde politravmanın, iyileşme sürecini ve uzun dönem fonksiyonel sonuçları olumsuz etkileyebileceği söylenilebilir ve bu nedenle, politravmalı hastalarda cerrahi planlama ve rehabilitasyon programlarının, hastanın tüm yaralanma profili dikkate alınarak bireyselleştirilmesi, komplikasyon risklerinin azaltılması ve fonksiyonel iyileşmenin optimize edilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Literatürde, kalkaneus kırığı sonrası klinik ve fonksiyonel sonuçların cinsiyete göre farklılaşmadığına dair birçok çalışma bulunmaktadır (121). Lu ve arkadaşları, kalkaneus kırıklı hastalarda VAS, AOFAS ve SF-36 skorları ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki olmadığını bildirmiştir (121). Benzer şekilde, Tufescu ve Buckley, erkeklerde yüksek enerjili travmalara bağlı kırıkların daha sık görüldüğünü, kadınlarda ise osteoporoz zemininde düşük enerjili travmaların ön planda olduğunu belirtmiş; ancak fonksiyonel sonuçların cinsiyete bağlı olarak anlamlı şekilde değişmediğini bildirmiştir (122). Sugimoto ve arkadaşları ise kadın cinsiyetin redüksiyon kaybı açısından risk faktörü olabileceğini ifade etmiş olmakla birlikte, genel olarak klinik skorların cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermediğini bildirmişlerdir (123). Bizim çalışmamızda da bu literatür ile uyumlu şekilde, VAS, AOFAS, FAAM ve SF-12 ölçekleri açısından kadın ve erkek hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptamadık. Bütün bu veriler ışığında, kalkaneus kırığı sonrası klinik ve fonksiyonel sonuçların değerlendirilmesinde

cinsiyetin bağımsız bir prognostik faktör olmadığını; klinik sonuçların esas olarak kırığın tipi, deplasman derecesi, uygulanan cerrahi yöntem ve postoperatif rehabilitasyon süreci ile ilişkili olduğunu desteklemektedir.



6. SONUÇ

Cerrahi tedavi sonrası klinik ve fonksiyonel değerlendirmelerde tüm hasta gruplarında zaman içerisinde anlamlı iyileşme izlenmiştir; ancak Sanders evrelemesi arttıkça bu skorların daha düşük seyrettiği tespit edilmiştir. Literatürde kalkaneus hacim artışı ile büyük ayakkabı giyme gereksinimi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda kalkaneus kırığı cerrahisi sonrası hacim artışının erken dönemde tespiti ve uygun ayakkabı seçiminin sağlanmasıyla hastaların klinik ve fonksiyonel iyileşmesine olumlu etkisi ortaya konulmuştur.

Çalışmamızda, kalkaneus kırıklarının çoğunlukla yüksek enerjili travmalar sonucu geliştiği ve erkeklerde daha sık görüldüğü saptanmıştır. Çalışmamızda, kalkaneus kırığı cerrahisi sonrası klinik ve fonksiyonel sonuçların prognozu; cerrahi zamanlaması, kırık şiddeti (Sanders evrelemesi), sigara kullanımı, yüksek BKİ, erken yük verme kalkaneus hacmi ve uygun ayakkabı seçimi gibi faktörlerden etkilendiğini ortaya koyduk.

Çalışmamızda postoperatif 7. haftada parsiyel, 12. haftada tam yük verilmesinin güvenli olduğu ve fonksiyonel iyileşmeyi olumsuz etkilemediği görülmüştür. Ancak yüksek beden kitle indeksine sahip hastalarda yükleme süresinin daha kontrollü şekilde ilerletilmesi gerektiği belirlenmiştir. Sigara kullanımının hem ağrı düzeyleri hem de fonksiyonel iyileşme üzerinde olumsuz etkisi olduğu, sigara içen hastalarda tüm fonksiyonel skorların anlamlı olarak düşük seyrettiği saptanmıştır.

Subtalar artroz gelişimi ve politravma varlığı uzun dönem fonksiyonel sonuçları olumsuz yönde etkilerken, ORIF yöntemiyle tedavi edilen olgularda fonksiyonel iyileşmenin daha erken başladığı ve daha stabil seyrettiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak, kalkaneus kırıklarında uzun dönem klinik ve fonksiyonel başarının yalnızca radyolojik redüksiyon veya hacimsel değişikliklerle açıklanamayacağı; kırık tipi, cerrahi yöntem, postoperatif yükleme protokolü, sigara kullanımı, beden kitle indeksi ve politravma gibi hasta faktörlerinin belirleyici rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, kalkaneus kırığı cerrahisinde anatomik redüksiyonun sağlanması, hacim değişiminin dikkatle kontrol edilmesi, uygun yükleme protokolünün uygulanması ve hasta özelliklerinin göz önünde bulundurulmasının uzun dönem fonksiyonel ve klinik başarı için kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1. Thordarson DB, Krieger LE. Operative vs. Nonoperative Treatment of Intra-Articular Fractures of the Calcaneus: A Prospective Randomized Trial. *Foot Ankle Int.* 1996;17(1):2-9.
2. Pozo J, Kirwan E, Jackson A. The long-term results of conservative management of severely displaced fractures of the calcaneus. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume.* 1984;66-B(3):386-90.
3. Jahss MH, Kay BS. An Anatomic Study of the Anterior Superior Process of the Os Calcis and Its Clinical Application. *Foot & Ankle.* 1983;3(5):268-81.
4. Essex-Lopresti P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. *Br J Surg.* 1952;39(157):395-419.
5. Parmar H, Triffitt P, Gregg P. Intra-articular fractures of the calcaneum treated operatively or conservatively. A prospective study. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume.* 1993;75-B(6):932-7.
6. Sanders R. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(2):225-50.
7. Letournel E. Open treatment of acute calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(290):60-7.
8. Ahmad T, Muhammad ZA, Matin BH, Malik AT, Quadri SA. Calcaneal fractures: an audit of radiological outcome. *J Pak Med Assoc.* 2015;65.
9. Rammelt S, Zwipp H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury.* 2004;35(5):443-61.
10. Laitman JT, Jaffe WL. A Review of Current Concepts on the Evolution of the Human Foot. *Foot & Ankle.* 1982;2(5):284-90.
11. Sadler TW, Langman J. Langman's medical embryology. 12th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
12. Szaro P, Witkowski G, Ciszek B. The twisted structure of the fetal calcaneal tendon is already visible in the second trimester. *Surg Radiol Anat.* 2021;43(7):1075-82.
13. Keener BJ, Sizensky JA. The anatomy of the calcaneus and surrounding structures. *Foot Ankle Clin.* 2005;10(3):413-24.

14. Hall RL, Shereff MJ. Anatomy of the calcaneus. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):27-35.
15. Gray's anatomy. Regional Anatomy. Güneş Kitabevi, cilt 1, 2009;45-46.
16. Aoki A, Makihara Y, Tamura A, Ishii T, Kawagishi K. Anatomical analysis of ligaments surrounding calcaneocuboid joint; implications for role in foot stability. *Surg Radiol Anat*. 2024;46(4):425-31.
17. Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, editörler. Rockwood and Green's fractures in adults. 7th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
18. Türk B, Kırdemir V. Cerrahi Olarak Tedavi Edilen Kalkaneus Kırıklarının Orta Dönem İzlem Sonuçları. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2024;9(2):227-30.
19. Ruzik K, Gonera B, Borowski A, Karauda P, Aragonés P, Olewnik Ł. Anatomic Variations of the Calcaneofibular Ligament. *Foot Ankle Int*. 2024;45(7):784-95.
20. Mason L. Anatomy of the Lateral Plantar Ligaments of the Transverse Metatarsal Arch.
21. Campbell KJ, Michalski MP, Wilson KJ, Goldsmith MT, Wijdicks CA, LaPrade RF, vd. The Ligament Anatomy of the Deltoid Complex of the Ankle: A Qualitative and Quantitative Anatomical Study. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2014;96(8):e62.
22. Arias DG, Marappa-Ganeshan R. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Arteries. İçinde: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [a.yer 03 Temmuz 2025]. Erişim adresi: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544319/>
23. Robinson SA, Carlin R. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Foot Dorsalis Pedis Artery. İçinde: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [a.yer 03 Temmuz 2025]. Erişim adresi: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535372/>
24. Frank PW, Bakkum BW, Darby SA. The communicating branch of the lateral plantar nerve: A descriptive anatomic study. *Clin Anat*. 1996;9(4):237-43.
25. Arakawa T, Sekiya S Ichi, Kumaki K, Terashima T. Ramification pattern of the deep branch of the lateral plantar nerve in the human foot. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. 2005;187(3):287-96.

26. Riedl O, Frey M. Anatomy of the Sural Nerve: Cadaver Study and Literature Review. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2013;131(4):802-10.
27. Sekiya S ichi, Suzuki R, Miyawaki M, Chiba S, Kumaki K. Formation and distribution of the sural nerve based on nerve fascicle and nerve fiber analyses. *Anat Sci Int*. 2006;81(2):84-91.
28. Loucks C, Buckley R. Bohler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma*. 1999;13(8):554-8.
29. Schmutz B, Lüthi M, Schmutz-Leong YK, Shulman R, Platt S. Morphological analysis of Gissane's angle utilising a statistical shape model of the calcaneus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021;141(6):937-45.
30. Chen X, Bagci U. 3D automatic anatomy segmentation based on iterative graph-cut-ASM. *Medical Physics*. 2011;38(8):4610-22.
31. Galluzzo M, Greco F, Pietragalla M, De Renzis A, Carbone M, Zappia M, vd. Calcaneal fractures: radiological and CT evaluation and classification systems. *Acta Biomed*. 2018;89(1-S):138-50.
32. Carr JB. Mechanism and pathoanatomy of the intraarticular calcaneal fracture. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):36-40.
33. Bernstein J, Ahn J. In Brief: Fractures in Brief: Calcaneal Fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(12):3432-4.
34. Chirayath A, Dhaniwala N, Kawde K. A Comprehensive Review on Managing Fracture Calcaneum by Surgical and Non-surgical Modalities. *Cureus*. 2024;16(2):e54786.
35. Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Extensive intraarticular fractures of the foot. Surgical management of calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(292):128-34.
36. Soeur R, Remy R. Fractures of the calcaneus with displacement of the thalamic portion. *J Bone Joint Surg Br*. 1975;57(4):413-21.
37. Lu M, Karakaplan M, Zde H, Oban D, I L, Al F, vd. Bipartitism in Tarsal Bones: A Retrospective Analysis of Clinical and Radiological Features. *Ann Med Res*. 2024;(0):1.
38. Thordarson DB. Foot and ankle trauma. In: Thordarson D.B., editor. *Foot & Ankle (Orthopedic Surgery Essentials)*. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins; 2004. s. 288-319.

39. DiGiovanni CW, Benirschke SK, Hansen ST. Foot injuries. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, editörler. *Skeletal Trauma: basic science, management and reconstruction*. 3. baskı. Philadelphia: Saunders; 2003. s. 2375-2492.
40. Rammelt S, Zwipp H. Calcaneus fractures. *Trauma*. 2006;8(3):197-212.
41. Gregory P, DiPasquale T, Herscovici D, Sanders R. Ipsilateral Fractures of the Talus and Calcaneus. *Foot Ankle Int*. 1996;17(11):701-5.
42. Alemdaroğlu A, Somuncu İ. Ayak ve ayak bileğinin radyolojik görüntüleme yöntemleri. İçinde: Ayak ve ayak bileği sorunları. Rıdvan Ege, editör. Ankara: Yayıncı Bilgisi Eksik; 1997. s. 99-122.
43. Murphy GA. Fractures and dislocations of foot. In: Campbell's Operative Orthopaedics. Cilt 4, 10. baskı. Philadelphia: Mosby; 2003. s. 4231-4247.
44. Terry Canale, James H. Beaty. Campbell's operative orthopaedics. Cilt 4, 11. Türkçe baskı. 4834-4851.
45. Greenspan A. Orthopedic imaging: a practical approach. 4. baskı. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
46. Sanders R. Current Concepts Review Displaced Intra-Articular Fractures of the Calcaneus. *The Journal Of Bone And Joint Surgery*. 2000;82(2).
47. Eastwood DM, Phipp L. Intra-articular fractures of the calcaneum: why such controversy? *Injury*. 1997;28(4):247-59.
48. Schepers T, vd. Calcaneal Fracture Classification: A Comparative Study. *Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2009;48(2):156-162.
49. Thermann H, Krettek C, H??fner T, Schratt HE, Albrecht K, Tscherne H. Management of Calcaneal Fractures in Adults: Conservative Versus Operative Treatment. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1998;353:107-24.
50. Richter M, Kwon JY, DiGiovanni CW. Foot İnjuries. In: Browner B.D., Jupiter J.B., Krettek C., Paul AA., editörler. *Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction*. 5. baskı. Saunders; 2015. s. 2251-2387.e14.
51. Essex-Lopresti P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the OS calcis. *Journal of British Surgery*. 1952;39(157):395-419.
52. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):87-95.

53. Crosby F, Fitzgibbons T. Computerized tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneus. A new classification system. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:852–59.
54. Vannier MW, Hildebolt CF, Gilula LA, Pilgram TK, Mann F, Monsees BS, vd. Calcaneal and pelvic fractures: Diagnostic evaluation by three-dimensional computed tomography scans. *J Digit Imaging.* 1991;4(3):143-52.
55. Guerado E, Bertrand ML, Cano JR. Management of calcaneal fractures. *Injury.* 2012;43(10):1640-50.
56. Muñoz FLO, Forriol F. Current management of intra-articular calcaneal fractures. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition).* 2011;55(6):476-84.
57. Campbell's Operative Orthopaedics. 10th Edition, Volume four, Part XIX: The Foot and Ankle.
58. McBride DJ, Ramamurthy C, Laing P. (ii) The hindfoot: Calcaneal and talar fractures and dislocations—Part II: Fracture and dislocations of the talus. *Current Orthopaedics.* 2005;19(2):101-7.
59. Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Calcaneus Fractures: A Review Article. *Foot and Ankle Clinics.* 2005;10(3):463-89.
60. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. Campbell's operative orthopaedics e-book. Elsevier Health Sciences; 2016.
61. Su J, Cao X. Can operations achieve good outcomes in elderly patients with Sanders II–III calcaneal fractures? *Medicine.* 2017;96(29):e7553.
62. Gaskill T, Schweitzer K, Nunley J. Comparison of Surgical Outcomes of Intra-Articular Calcaneal Fractures by Age: *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume.* 2010;92(18):2884-9.
63. McReynolds IS. The case for operative treatment of fractures of calcaneus. In Leach RE, Hoaglund FT, Riseborough EJ (eds): *Controversies in Orthopaedic Surgery.* Philadelphia: WB Saunders; 1982. P. 232-54.
64. Robert W. Bucholz, James D. Heckman. Rockwood Ve Green Erişkin Kırıkları. Türkçe Çeviri Editör: Prof. Dr. Uğur Şaylı. 6. Türkçe Baskı. Güneş Tıp Kitabevi. s. 2293-2336.
65. Zwipp H, Tschern H. Calcaneusfracturen: Offene Reposition Und Mediale Stabilisierung. *Unfallchirurg.* 1989;91:507.

66. Leriche R. Traitement chirurgical des fractures du calcaneum. *Bull Mem Soc Nat Chir.* 1929;55:8-9.
67. Judet R, Judet J, Lagrange J. [Treatment of fractures of the calcaneum causing astragalocalcaneal separation]. *Mem Acad Chir (Paris).* 1954;80(4-5):158-60.
68. Kiewiet NJ, Sangeorzan BJ. Calcaneal Fracture Management. *Foot and Ankle Clinics.* 2017;22(1):77-91.
69. Bai L, Hou YL, Lin GH, Zhang X, Liu GQ, Yu B. Sinus tarsi approach (STA) versus extensile lateral approach (ELA) for treatment of closed displaced intra-articular calcaneal fractures (DIACF): A meta-analysis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2018;104(2):239-44.
70. Gurkan V, Dursun M, Orhun H, Sari F, Bulbul M, Aydogan M. Long-term results of conservative treatment of Sanders type 4 fractures of the calcaneum: A SERIES OF 64 CASES. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume.* 2011;93-B(7):975-9.
71. Stapleton JJ, Kolodienker G, Zgonis T. Internal and External Fixation Approaches to the Surgical Management of Calcaneal Fractures. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery.* 2010;27(3):381-92.
72. Farrell BM, Lin CA, Moon CN. Temporising external fixation of calcaneus fractures prior to definitive plate fixation: a case series. *Injury.* 2015;46:S19-22.
73. Tornetta P. Percutaneous Treatment of Calcaneal Fractures: *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2000;375:91-6.
74. DeWall M, Henderson CE, McKinley TO, Phelps T, Dolan L, Marsh JL. Percutaneous Reduction and Fixation of Displaced Intra-Articular Calcaneus Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma.* 2010;24(8):466-72.
75. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. Campbell's operative orthopaedics e-book. Elsevier Health Sciences; 2016.
76. Palmer I. The mechanism and treatment of fractures of the calcaneus; open reduction with the use of cancellous grafts. *J Bone Joint Surg Am.* 1948;30A(1):2-8.
77. Stephenson JR. Treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus using medial and lateral approaches, internal fixation, and early motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69(1):115-30.

78. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):87-95.
79. Swanson SA, Clare MP, Sanders RW. Management of Intra-Articular Fractures of the Calcaneus. *Foot and Ankle Clinics*. 2008;13(4):659-78.
80. Clare MP. Calcaneal fractures. In: Pinzur M.S (editor). *Orthopedic Knowledge Update: Foot and Ankle 4*. American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2008. pp. 75-94. [Eksik Bilgi: Basım Yeri].
81. Buckingham R, Jackson M, Atkins R. Calcaneal fractures in adolescents CT classification and results of operative treatment.
82. Paley D, Hall H. Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(3):342-54.
83. Borrelli J, Lashgari C. Vascularity of the lateral calcaneal flap: a cadaveric injection study. *J Orthop Trauma*. 1999;13(2):73-7.
84. Inamori-Kawamoto O, Ishikawa T, Michiue T, Mustafa AMH, Sogawa N, Kanou T, vd. Possible application of CT morphometry of the calcaneus and talus in forensic anthropological identification. *Int J Legal Med*. 2016;130(2):575-85.
85. Csizy M, Buckley R, Tough S, Leighton R, Smith J, McCormack R, vd. Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures. *J Orthop Trauma*. 2003;17(2).
86. Backes M, Spierings KE, Dingemans SA, Goslings JC, Buckley RE, Schepers T. Evaluation and quantification of geographical differences in wound complication rates following the extended lateral approach in displaced intra-articular calcaneal fractures – A systematic review of the literature. *Injury*. 2017;48(10):2329-35.
87. Atkins RM, Allen PE, Livingstone JA. Demographic features of intra-articular fractures of the calcaneum. *Foot and Ankle Surgery*. 2001;7(2):77-84.
88. Schindler C, Schirm A, Zdravkovic V, Potocnik P, Jost B, Toepfer A. Outcomes of intra-articular calcaneal fractures: surgical treatment of 114 consecutive cases at a maximum care trauma center. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):234.
89. Bergin PF, Psaradellis T, Krosin MT, Wild JR, Stone MB, Musapatika D, vd. Inpatient soft tissue protocol and wound complications in calcaneus fractures. *Foot Ankle Int*. 2012;33(6):492-7.
90. Schepers T, Van Lieshout EMM, Van Ginhoven TM, Heetveld MJ, Patka P. Current concepts in the treatment of intra-articular calcaneal fractures: results of a nationwide survey. *International Orthopaedics (SICO)*. 2008;32(5):711-5.

91. Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG. AO Principles of Fracture Management.
92. Kienast B, Gille J, Queitsch C, Kaiser MM, Thietje R, Juergens C, vd. Early Weight Bearing of Calcaneal Fractures Treated by Intraoperative 3D-Fluoroscopy and Locked-Screw Plate Fixation. *TOORTHJ*. 2009;3(1):69-74.
93. Özkaya, U., Kabukcuoğlu, Y., Parmaksızoğlu, A. S., Kılıç, A., Sökücü, S., & Başlıgan, S. Ekleme içi kalkaneus kırıklarının açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile tedavi sonuçları.
94. Haller JM, Potter MQ, Kubiak EN. Weight Bearing After a Periarticular Fracture. *Orthopedic Clinics of North America*. 2013;44(4):509-19.
95. Hartwich K, Rammelt S. Talus- und Kalkaneusfrakturen: Was gibt es Neues? *Trauma Berufskrankh*. 2016;18(S3):231-40.
96. Wedmore I, Young S, Franklin J. Emergency Department Evaluation and Management of Foot and Ankle Pain. *Emergency Medicine Clinics of North America*. 2015;33(2):363-96.
97. Beerekamp MSH, De Muinck Keizer RJO, Schepers T, Beenen LFM, Luitse JSK, Schep NW, vd. The correlation between intra-operative 2D- and 3D fluoroscopy with postoperative CT-scans in the treatment of calcaneal fractures. *European Journal of Radiology*. 2019;112:222-8.
98. Sayyed-Hosseini SH, Shirazinia M, Arabi H, Aghaee MA, Vahedi E, Bagheri F. Does the postoperative quality of reduction, regardless of the surgical method used in treating a calcaneal fracture, influence patients' functional outcomes? *BMC Musculoskelet Disord*. 2023;24(1):562.
99. Galluzzo M, Greco F, Pietragalla M, De Renzis A, Carbone M, Zappia M, vd. Calcaneal fractures: radiological and CT evaluation and classification systems. *Acta Biomed*. 2018;89(1-S):138-50.
100. De Muinck Keizer RJO, Beerekamp MSH, Ubbink DT, Beenen LFM, Schepers T, Goslings JC. Systematic CT evaluation of reduction and hardware positioning of surgically treated calcaneal fractures: a reliability analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(9):1261-7.
101. Wei N, Zhou Y, Chang W, Zhang Y, Chen W. Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures: Classification and Treatment. *Orthopedics [Internet]*. 2017;40(6). Erişim adresi: <https://journals.healio.com/doi/10.3928/01477447-20170907-02>
102. Mao JT, Chen CM, Lin CW, Lu HL, Kuo CC. Comparison of the Radiographic and Clinical Outcomes between the Sinus Tarsi and Extended Lateral Approaches

- for Intra-Articular Calcaneal Fractures: A Retrospective Study. *JPM*. 2024;14(3):259.
103. Çirci E, Barış A. Functional and Radiological Outcomes of Intraarticular Calcaneus Fractures: A Comparison Between Accompanying Skeletal Injuries and Isolated Fractures. *jarem*. 2021;11(2):137-42.
104. Su Y, Chen W, Zhang T, Wu X, Wu Z, Zhang Y. Bohler's angle's role in assessing the injury severity and functional outcome of internal fixation for displaced intra-articular calcaneal fractures: a retrospective study. *BMC Surg*. 2013;13:40.
105. Lu M, Cao S, Lu J, Li Y, Li P, Xu J. Three dimensional analysis of factors affecting the prognosis of calcaneal fractures. *J Orthop Surg Res*. 2024;19(1):473.
106. Ergün, C. Kalkaneus kırıkları cerrahisi sonrası sağlam kalkaneusa göre kalkaneus hacim değişikliğinin fonksiyonel sonuçlar üzerine etkileri [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara: Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı; 2018.
107. Smeeing DPJ, Houwert RM, Briet JP, Kelder JC, Segers MJM, Verleisdonk EJMM, vd. Weight-Bearing and Mobilization in the Postoperative Care of Ankle Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Cohort Studies. Stepkowski S, editör. *PLoS ONE*. 2015;10(2):e0118320.
108. Li Y, Xie L, Li W. Effect of early partial weight-bearing rehabilitative exercise on postoperative functional recovery of sanders IV calcaneal fractures. *Am J Transl Res*. 2021;13(7):8316-22.
109. Kayalı C, Altay T, Kement Z, Çıtak C, Yağdı S. The effect of early weight-bearing on comminuted calcaneal fractures treated with locking plates. *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi*. 2014;25(2):85-90.
110. Huang, J., Liu, J. ve Zhang, JW. Sanders tip II ila III kalkaneal kırıklarının perkütan redüksiyon ve minimal invaziv kalkaneal vida fiksasyonu ile tedavisi. *Zhongguo gu Shang= Çin Ortopedi ve Travmatoloji Dergisi*. 2023;36 (4): 313-319.
111. Taylor RS, Ullrich K, Regan S, Broussard C, Schwenkglenks M, Taylor RJ, vd. The impact of early postoperative pain on health-related quality of life. *Pain Pract*. 2013;13(7):515-23.

112. Boezeman EJ, Hofhuis JGM, Cox CE, de Vries RE, Spronk PE. SICQ Coping and the Health-Related Quality of Life and Recovery of Critically Ill ICU Patients: A Prospective Cohort Study. *Chest*. 2022;161(1):130-9.
113. Zhai S, Zhang S, Ma X, Gong Y, Hou Z, Chen W, vd. Development of a predictive model for post-surgical chronic pain: a retrospective analysis of calcaneal fracture patients. *BMC Musculoskelet Disord*. 2025;26(1):173.
114. Pflüger P, Zyskowski M, Greve F, Kirchhoff C, Biberthaler P, Crönlein M. Patient-Reported Outcome Following Operative and Conservative Treatment of Calcaneal Fractures: A Retrospective Analysis of 79 Patients at Short- to Midterm Follow-Up. *Front Surg*. 2021;8:620964.
115. Nia A, Hajdu S, Sarahrudi K, Widhalm HK, Popp D, Schmoelz L, vd. Surgical Treatment of Calcaneal Fractures by Minimally Invasive Technique Using a 2-Point Distractor Versus ORIF and Conservative Therapy-A Retrospective Multicenter Study. *J Clin Med*. 2025;14(6):2015.
116. Peng Y, Liu J, Zhang G, Ji X, Zhang W, Zhang L, vd. Reduction and functional outcome of open reduction plate fixation versus minimally invasive reduction with percutaneous screw fixation for displaced calcaneus fracture: a retrospective study. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):124.
117. Bába V, Kopp L, Obruba P. [Minimally Invasive Osteosynthesis of Calcaneal Fractures Using the Anterolateral Locking Plate]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2023;90(5):329-34.
118. Sanders R, Vaupel ZM, Erdogan M, Downes K. Operative treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures: long-term (10-20 Years) results in 108 fractures using a prognostic CT classification. *J Orthop Trauma*. 2014;28(10):551-63.
119. Aktuglu K, Aydogan U. The functional outcome of displaced intra-articular calcaneal fractures: a comparison between isolated cases and polytrauma patients. *Foot Ankle Int*. 2002;23(4):314-8.
120. Renovell-Ferrer P, Bertó-Martí X, Diranzo-García J, Barrera-Puigdorells L, Estrems-Díaz V, Silvestre-Muñoz A, vd. Functional outcome after calcaneus fractures: a comparison between polytrauma patients and isolated fractures. *Injury*. 2017;48 Suppl 6:S91-5.
121. Lu M, Cao S, Lu J, Li Y, Li P, Xu J. Three dimensional analysis of factors affecting the prognosis of calcaneal fractures. *J Orthop Surg Res*. 2024;19(1):473.

122. Tufescu TV, Buckley R. Age, Gender, Work Capability, and Worker's Compensation in Patients With Displaced Intraarticular Calcaneal Fractures. *J Orthop Trauma*. 2001;15(4).
123. Sugimoto, R., Tokutake, K., Takegami, Y., Kanayama, Y., Okui, N., Sakai, T., ... & Imagama, S. The Association of Bohler's Angle With Postoperative Pain and Gender for Displaced Intra-Articular Calcaneal Fracture, Multicenter Retrospective Study—TRON Study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2022;61(4):766-770.



EKLER

EK-1. Etik Kurul Onayı



