



**T.C.**

**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**

**MERAM TIP FAKÜLTESİ**

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**Kalkaneus Kırıklarında**

**Açık ve Kapalı Cerrahi Yöntemlerle Tedavi Edilen Hastaların**

**Klinik, Radyolojik ve Fonksiyonel Sonuçları**

**DR. AHMET DEMİREL**

**UZMANLIK TEZİ**

**KONYA 2023**



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**MERAM TIP FAKÜLTESİ**  
**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**Kalkaneus Kırıklarında**  
**Açık ve Kapalı Cerrahi Yöntemlerle Tedavi Edilen Hastaların**  
**Klinik, Radyolojik ve Fonksiyonel Sonuçları**

**DR. AHMET DEMİREL**

**UZMANLIK TEZİ**

**Danışman: Doç.Dr AHMET FEVZİ KEKEÇ**

**KONYA 2023**

## TEŞEKKÜR

Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim süresince çok büyük katkıları olan başta anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Onur Bilge hocama;

Bu çalışmayı hayata geçirmemde yol gösteren ve çalışmanın her safhasında bana destek olan, travma ve omurga cerrahisine dair bilgi ve tecrübelerini her daim paylaşan tez danışmanım Doç.Dr. Ahmet Fevzi Kekeç hocama;

Birçok ortopedik cerrahi alanda gelişmemde öncülük eden kıymetli hocalarım Prof. Dr. Faik Türkmen, Doç.Dr. Mustafa Özer, Doç.Dr. Tahsin Sami Çolak, Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı Korucu hocalarıma;

Birlikte asistanlık eğitim süreci boyunca birlikte çalıştığımız başta eş kıdemlilerim Dr. Mehmet Demiryürek'e, Dr. Turgut Emre Erdem'e, Dr. Hasan Güven Tatar'a, tüm kıdemli abilerime ve asistan arkadaşlarıma;

Ortopedi Ana Bilim Dalı'nda birlikte çalıştığım tüm hemşire, sekreter ve personel arkadaşlara;

Hayatın her anında her zaman desteklerini yanımda hissettiğim, maddi ve manevi büyük fedakarlıklarda bulunan annem Bakiye Demirel'e ve babam Hamit Demirel'e, biricik kızım Zeynep Neva'ma çok teşekkür ediyorum.

Bu zorlu ve yorucu eğitim sürecinin her anında destek olan en yakın dostum, arkadaşım, yoldaşım ve meslektaşım sevgili eşim Hasibe Solmaz Demirel'e sonsuz teşekkürler.

Mart 2023

Dr. Ahmet Demirel

## ÖZET

# KALKANEUS KIRIKLARINDA AÇIK VE KAPALI CERRAHİ YÖNTEMLERLE TEDAVİ EDİLEN HASTALARIN KLİNİK, RADYOLOJİK VE FONKSİYONEL SONUÇLARI

DR. AHMET DEMİREL

UZMANLIK TEZİ,

KONYA, 2023

**Amaç:** Kalkaneus kırıkları çalışan, aktif iş yaşantısı olan, 30-40 yaş erkeklerde daha sık görülmektedir. Tedavi edilmemiş, yeterli tedavi edilememiş ya da komplikasyon izlenmiş hastalarda ciddi iş gücü kaybıyla beraber hasta ve çevresi için sosyoekonomik problemler oluşturmaktadır. Çalışmamızın amacı farklı cerrahi tekniklerle opere edilmiş hastaların klinik, fonksiyonel ve radyolojik sonuçlarını geriye dönük ortaya koymaktır.

**Yöntem:** Çalışmamızda Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda 2010 yılı ve sonrasında kalkaneus kırığı nedeniyle opere edilmiş ve en az 6 ay düzenli takipleri olan hastalar seçilmiş ve retrospektif dosya taraması yapılmıştır. Hastalara başvuru esnasında standart ap ve yan grafi ve Bilgisayarlı Tomografi çekilmiş ve değerlendirilmiştir. Sınıflama için Sanders sınıflaması kullanılmıştır. Hastaların cerrahi müdahaleye kadar geçen zaman ve yatış süresi not edilmiştir. Ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve takip röntgenlerinde Böhler ve Gissane açıları ölçülmüş, 3. ve 6. aylarda fonksiyonel sonuçlar AOFAS Skorum Sistemi ile değerlendirilmiştir. Takiplerde peroperatif ve postoperatif komplikasyonlar not edilmiştir. Verilerin istatistik analizlerinde IBM SPSS Statistics Version 25.0 paket program kullanılmıştır.

**Bulgular:** Çalışmamızda 83 hastanın toplam 92 kalkaneal kırığı ameliyat edildi. 20 kadın 63 erkek hastamız mevcut olup yaş ortalaması 36.55(dağılım 16-76) olarak hesaplanmıştır. Kalkaneal kırıkların en sık etyolojisi yüksekte düşme idi. En sık görülen kırıklar Sanders tip 3AC (%22.8) ve Sanders tip 2A (%19.6) idi. 9 hastada açık kalkaneus kırığı mevcuttu. 68 hastaya kapalı redüksiyon ve perkütan tespit uygulandı. 8 hastada sinüs tarsi yaklaşım açık redüksiyon ve plak ile tespit, 16 hastada

ekstensil lateral yaklaşım açık redüksiyon ve plak ile tespit tercih edildi. Subtalar artroz en sık görülen komplikasyondur. İkinci sıklıkta görülen komplikasyon ise yara yeri komplikasyonu (enfeksiyon, flep nekrozu) idi ve yara yeri komplikasyonu ekstensil lateral yaklaşım açık redüksiyon plak ile tespit yapılan hasta grubunda daha sık izlenmiştir. Böhler açısının düzeltme miktarı, fonksiyonel skor ile anlamlı derecede korele idi ( $p=0.004$ ). Farklı cerrahi tekniklerin klinik, fonksiyonel ve radyolojik sonuçlarını karşılaştırdığımızda gruplar arasında radyolojik sonuçlar benzerdi ve anlamlı fark yoktu ( $p=0.10$ ). En iyi anlamlı fonksiyonel sonuç sinüs tarsi yaklaşımı ile opere edilen ve internal fiksasyon grubu olan hastalarda elde edildi ( $p=0.02$ ). Ekstensil lateral yaklaşım ile opere edilen hastalarda sekonder cerrahi ihtiyacı daha fazlaydı.

**Sonuç:** Son yıllarda yapılan çalışmalar minimal invaziv ve kapalı cerrahi tekniklerle ameliyat edilen hastalarda invaziv tekniklere göre daha iyi klinik, fonksiyonel ve radyolojik sonuçlar olduğunu göstermekle birlikte çalışmamız literatürü özellikle fonksiyonel skorlarda desteklemektedir. Bu çalışmadaki sonuçlarımıza göre, Sanders tip 3 ve 4 dahil kalkaneal kırıklarda eksternal kılavuz destekli kapalı redüksiyon perkütan fiksasyon veya açık minimal invaziv teknikleri öneriyoruz.

**Anahtar kelimeler:** Kalkaneus kırıkları, ekstensil lateral yaklaşım, minimal invaziv, sinüs tarsi yaklaşım, kapalı redüksiyon perkütan fiksasyon, AOFAS skoru

## ABSTRACT

### CLINICAL, RADIOLOGICAL AND FUNCTIONAL OUTCOMES OF PATIENTS WITH CALCANEAL FRACTURES TREATED WITH OPEN AND CLOSE SURGICAL TECHNIQUES

DR. AHMET DEMİREL

MASTERS THESIS

KONYA, 2023

**Aim:** Calcaneal fractures are more common in working males between the ages 30-40 that have an active lifestyle. In patients with untreated, nontreatable cases or cases with complications, there is severe loss of manpower alongside socioeconomic problems for the patient and his environment. The aim of our study is analyze the clinical, functional and radiologic outcomes of patients operated with different surgical techniques.

**Method:** In our study, patients that were operated due to calcaneal fractures at Necmettin Erbakan University Meram Faculty of Medicine, Department of Orthopaedics and Traumatology in 2010 and later and that presented for follow- ups regularly for at least 6 months were selected and retrospectively studied. All patients were evaluated with standart Ap and lateral radiographs and Computer Tomography scans at admission to emergency department. Sanders classification was used for categorization. Time until surgical intervention and the duration of hospitalization was noted. The Böhler and Gissane angles were measured in preoperative, postoperative and follow-up X-rays. Functional outcomes evaluated with AOFAS Scoring System at the 3rd and 6th months of follow-up. Peroperative and postoperative complications during the follow-ups were also noted. The IBM SPSS Statistics Version 25.0 packet program was used in the stastical analysis of data.

**Results:** In our study, a total of 92 calcaneal fractures of 83 patients was operated. There are 20 female and 63 male with the mean age of 36.55 years (range, 16 -76). The most common etiology of calcaneal fractures was high falls. The most common fractures were Sanders type 3AC (%22.8) and Sanders type 2A (%19.6). There were open calcaneal fractures in 9 patients. Close reduction and percutaneous fixation was done for 68 patients. Open reduction via sinus tarsi approach and internal fixation with

plate for 8 patients and open reduction via extensile lateral approach and internal fixation with plate for 16 patients were preferred. Subtalar arthritis was the most common complication. The second most common complication was surgical site problems (infection, flap necrosis) which was more common in patients treated with the extensile lateral exposure and fixation with plate. Correction amount of Böhler angle was correlated with functional score significantly ( $p=0.004$ ). When we compared the clinical, functional and radiological outcomes of different surgical techniques, radiological outcomes between the groups were similar and there was no significant difference ( $p=0.10$ ). The best significant functional outcome was obtained in patients operated with the sinus tarsi approach and internal fixation group ( $p=0.02$ ). The need for secondary surgical intervention due to complications were more frequent in patients operated with the extensile lateral exposure.

**Conclusion:** Recent studies have indicated that there better clinical, functional and radiological outcomes in patients operated with minimally invasive and close surgical techniques, compared with invasive techniques, and our study supports this especially in functional scores. According to our results of this study we suggest external guide supported close reduction percutaneous fixation or open minimally invasive techniques in calcaneal fractures, including in Sanders type 3 and 4.

**Keywords:** Calcaneal fractures, extensile lateral approach, minimally invasive, sinus tarsi approach, closed reduction percutaneous fixation, AOFAS score



## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLER.....	ix
TABLolar .....	xii
GRAFİKLER .....	xiii
KISALTMALAR .....	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	2
2.1. Tarihçe.....	2
2.2. Alt Ekstremitte Embriyolojisi.....	4
2.3. Anatomi .....	5
2.3.1. Kemik Anatomi .....	5
2.3.2. Radyolojik Anatomi.....	9
2.3.3. Nörovasküler Yapılar, Bağ ve Tendon Anatomisi.....	12
2.4. Kalkaneal Eklemlerin Biyomekaniği .....	16
2.5. Kırık Oluşum Mekanizması .....	17
2.6. Klinik Değerlendirme .....	20
2.7. Radyolojik Değerlendirme .....	22
2.8. Tedavi Kararı.....	24
2.9. Kırık Sınıflaması .....	25
2.9.1. Konvansiyonel Grafilere Dayalı Sınıflamalar .....	26
2.9.2. Bilgisayarlı Tomografiye Dayalı Sınıflamalar .....	27
2.10. Kalkaneus Kırıklarında Tedavi.....	32
2.10.1. Eklem Dışı Kalkaneus Kırıklarında Tedavi.....	32

2.10.2. Eklem İçi Kalkaneus Kırıklarında Tedavi .....	33
2.11. Kalkaneus Kırığı Komplikasyonları.....	44
3. MATERYAL METOD .....	48
3.1. Araştırmanın Amacı ve Tipi.....	48
3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Hasta Seçimi.....	48
3.3. Preoperatif Hazırlık .....	48
3.4. Cerrahi Teknik.....	49
3.5. Cerrahi Sonrası Bakım ve Takip .....	55
3.6. Vaka Örnekleri .....	57
3.7. Araştırmanın Etik Boyutu.....	67
3.8. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	67
4. BULGULAR.....	68
5.TARTIŞMA .....	78
6. SONUÇLAR .....	85
7. KAYNAKLAR .....	87
8. EKLER.....	94

## ŞEKİLLER

Şekil 2. 1. Çekiç kullanılarak kapalı redüksiyon .....	2
Şekil 2. 2. Böhler yayı.....	3
Şekil 2. 3. Kırık korreksiyonu için kullanılan Böhler traksiyon çerçevesi .....	3
Şekil 2. 4. Kalkaneusun farklı açılardan görünümü .....	6
Şekil 2. 5. Kalkaneusun üst yüzeyinin görünümü A: Posterior faset, B: Medial faset, C: Anterior faset.....	6
Şekil 2. 6. Kalkaneusun alt yüzün ve tüber calcaneinin alttan görünümü .....	7
Şekil 2. 7. Kalkaneusun lateral yüzeyi.....	7
Şekil 2. 8. Kalkaneus medial yüzeyi.....	8
Şekil 2. 9. Kalkaneusun kuboid ile eklem yapan anterior yüzeyi ve kalkaneusun anteriordan görünümü .....	8
Şekil 2. 10. Kalkaneusun posterior yüzeyi ve kalkaneusun arkadan görünümü.....	9
Şekil 2. 11. Kalkaneus yan grafisinde talamik bölge ve nötral üçgenin görünümü.....	9
Şekil 2. 12. Kalkaneus ve arka ayağın şematize edilmiş resminde Böhler (A) Gissane (B) açılarının ölçümü .....	10
Şekil 2. 13. Kalkaneal eğim açısı ya da kalkaneal yükseklik olarak olarak adlandırılan açı.....	11
Şekil 2. 14. Lateral grafide talokalkaneal açı ölçümü.....	11
Şekil 2. 15. AP grafide talokalkaneal açı ölçümü .....	12
Şekil 2. 16. Kalkaneusun lateral yüzeyindeki anatomik yapılar .....	13
Şekil 2. 17. Kalkaneus medial yüzeyindeki anatomik yapılar .....	14
Şekil 2. 18. Kalkaneus kanlanması lateral düzlemde görünümü .....	15
Şekil 2. 19. AP düzlemde ayağın dolaşımının görünümü.....	15
Şekil 2. 20. Kalkaneusun beslenmesinin şematize edilmiş hali.....	16
Şekil 2. 21. Makaslama kuvvetinin sonucu olarak gelişen kırık hattı.....	18
Şekil 2. 22. Carr'a göre yaralanma mekanizması .....	18
Şekil 2. 23. Kalkaneusun eklem içi kırıklarında yaygın kırık hattını gösteren görüntüler .....	19
Şekil 2. 24. Essex-Lopresti'ye göre yaralanma mekanizması A-B-C Eklem depresyonu D-E-F Dil tipi kırık .....	20
Şekil 2. 25. Kalkaneus kırığı olan bir hastanın yumuşak doku hasarı .....	21
Şekil 2. 26. Kalkaneusun lateral ve aksiyel grafisi (harris grafisi) .....	22

Şekil 2. 27. Kalkaneokuboid eklemi gösteren ayak bilek ap grafisi .....	22
Şekil 2. 28. Subtalar eklemnin Broden görüntüsü .....	23
Şekil 2. 29. Lateral grafide Double Density Sign (çift gölgeleme) işaretinin radyolojik görünümü .....	24
Şekil 2. 30. Kalkaneus kırıklarında Zwipp Sınıflaması .....	28
Şekil 2. 31. Kalkaneus Kırıklarında Sanders Sınıflaması .....	30
Şekil 2. 32. AO/OTA sınıflamasına göre Kalkaneus Tip A (82A1 ve 82A2) kırıklar .....	31
Şekil 2. 33. AO/OTA sınıflamasına göre Kalkaneus Tip B (82 B1 ve 82 B3) kırıklar .....	31
Şekil 2. 34. AO/OTA sınıflamasına göre Kalkaneus Tip C (82 C1, 82 C2 ve 82 C3) kırıklar .....	32
Şekil 2. 35. Cheng Long ve arkadaşlarının kapalı redüksiyon ve perkutan fiksasyon tekniğinin intraoperatif görünümü .....	36
Şekil 2. 36. Thomesen BY T. ve arkadaşlarının kalkaneus kırığı kapalı redüksiyonu intraoperatif görünümü.....	36
Şekil 2. 37. Kliniğimizde uygulanan kalkaneus kırıklarında kapalı redüksiyonun intraoperatif görünümü.....	37
Şekil 2. 38. Kalkaneus Dil Kırıklarının Sanders Sınıflaması.....	38
Şekil 2. 39. Tornetta tarafından modifiye edilen Kalkaneus Dil Kırıkları kapalı redüksiyonu tekniği.....	39
Şekil 2. 40. Kalkaneus kırıklarında Lateral Yaklaşım .....	41
Şekil 2. 41. Lateral yaklaşımda subperiortal dokunun kaldırılmasından sonra fibulokalkaneal bağların görünümü .....	42
Şekil 2. 42. Schanz pininin kırık redüksiyonunda kullanımı .....	43
Şekil 2. 43. Stephen-Sanders kalkaneus Malunion Sınıflaması.....	47
Şekil3. 1. Eksternal guide yardımcı kapalı redüksiyon yapılacak hastaların ameliyat masasında hazırlanışı .....	50
Şekil3. 2. Eksternal guide kullanımının intraoperatif görüntüsü .....	51
Şekil3. 3. İntraoperatif kalkaneus yan, Broden ve Harris grafisi.....	52
Şekil3. 4. Sinüs tarsi plağı.....	53
Şekil3. 5. Minimal invaziv açık redüksiyon intraoperatif görünümü .....	53

Şekil3. 6. Kalkaneal varusu düzeltmek için eksternal guide kullanımı ve sinüs tarsi üzerinden mini yaklaşım ve subtalar eklemin açık redüksiyonunun intraoperatif görünümü .....	54
Şekil3. 7. Eksternal guide yardımcı sinüs tarsi yaklaşım plak ile tespit yapılan hastanın intraoperatif kalkaneus yan ve Harris grafisi .....	54
Şekil3. 8. Vaka 1 preoperatif grafileri.....	57
Şekil3. 9. Vaka 1 preoperatif BT görüntüleri.....	58
Şekil3. 10. Vaka 1 cerrahi esnasında çekilen flouroskopi görüntüleri.....	59
Şekil3. 11. Vaka 1 postoperatif grafileri .....	59
Şekil3. 12. Vaka 1 6.ay kontrolundaki grafi ve BT görüntüleri.....	60
Şekil3. 13. Vaka 2 preoperatif grafi ve BT görüntüleri .....	61
Şekil3. 14. Vaka 2 intraoperatif flouroskopi görüntüsü.....	61
Şekil3. 15. Vaka 2 postoperatif grafi görüntüleri.....	62
Şekil3. 16. Vaka 2 6.ay grafileri .....	63
Şekil3. 17. Vaka 3 preoperatif grafileri.....	63
Şekil3. 18. Vaka 3 preoperatif BT görüntüleri.....	64
Şekil3. 19. Vaka 3 postoperatif grafileri .....	64
Şekil3. 20. Vaka 3 postoperatif 3.ay kontrollerindeki grafileri.....	65
Şekil3. 21. Vaka 3 postoperatif 6.ay grafileri .....	65
Şekil3. 22 Vaka 3 distraksiyon subtalar artrodez intraoperatif görünümü.....	66
Şekil3. 23. Vaka 3 artrodez sonrası postoperatif grafileri.....	66
Şekil3. 24. Vaka 3 artrodezin 3.ay grafileri .....	67

## TABLULAR

Tablo3.1. AOFAS Ayak Bileği Skorlama Sistemi.....	56
Tablo 4. 1. Cerrahi sonrası izlenen komplikasyonlar.....	75
Tablo 4. 2. Böhler açısı ve AOFAS skoru korelasyon ilişkisi tablosu.....	77

## GRAFİKLER

Grafik4.1. Hastaların cinsiyet dağılımı .....	68
Grafik4.2. Kalkaneus kırıklarının taraf dağılımı.....	68
Grafik4.3. Kalkaneus kırık etyolojisi .....	69
Grafik4.4. Sanders Sınıflamasına göre kırıkların dağılımı .....	70
Grafik4.5. Hastaların preoperatif hazırlık süresi ve yatış süresi .....	71
Grafik4.6. Kalkaneus kırıklarında kullanılan redüksiyon tekniklerinin dağılımı .....	72
Grafik4.7. Kalkaneus kırıklarında kullanılan redüksiyon tipi ve fiksasyon tipinin histogram grafiği .....	72
Grafik4.8. Redüksiyon tipine göre kırıkların Sanders sınıflamasının dağılımı .....	73
Grafik4. 9. Hastaların 6.ay AOFAS skorlarının cerrahi tipine göre karşılaştırılması	75
Grafik4.10. Böhler açısının 6 aylık takip süresi boyunca cerrahi gruplarında grafik ile gösterilmesi .....	76
Grafik4.11. Gissane açısının 6 aylık takip süresi boyunca cerrahi gruplarında grafik ile gösterilmesi .....	77

## KISALTMALAR

BT	Bilgisayarlı Tomografi
AP	Anterior Posterior
Mm	Milimetre
Cm	Santimetre
AOFAS	The American Orthopaedic Foot & Ankle Society
Ark	Arkadaşları
DVT	Derin Ven Trombozu
STY	Sinüs Tarsi Yaklaşım
ELY	Ekstensil Lateral Yaklaşım
KRPF	Kapalı Redüksiyon Perkutan Fiksasyon
CT	Computed Tomography



## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kalkaneus kırıkları tüm kırıklar içerisinde %2'lik bir orana sahip olup çok sık görülmemekle birlikte tarsal kemik kırıkları arasında en sık gözlenen kırıklardır(1). Kalkaneus kırıklarının %60-70 kadarı eklem içi kırıklardır(1, 2). Kalkaneus kırıkları çoğunlukla yüksek enerjili travmalar sonrası oluşur ve hastalarda diğer sistem yaralanmaları gözlenebilir. %10 oranında omurga kırıkları ve %26 oranında diğer ekstremitelerde yaralanmaları kalkaneus kırıklarına eşlik eder(1-3). Kalkaneus kırıklarının %90'ı 20-45 yaş grubunda görülür ve yeterli tedavi edilmeyen kalkaneus kırıkları ciddi iş gücü kaybına neden olur(1).

Kalkaneus eklem içi kırıklarında tedavide amaç üç boyutlu kalkaneus anatomisinin restore edilmesi, talokalkaneal ve kalkaneokuboid eklemin anatomik redüksiyonunu sağlamaktır. Bilgisayarlı Tomografinin (BT) görüntülemelerde günümüzde sıklıkla kullanılmaya başlanması ile kalkaneus kırıklarının patomekaniği daha iyi anlaşılmıştır. Günümüzdeki cerrahi tekniklerdeki gelişmeler ve implant teknolojisinin gelişmesiyle beraber kalkaneus kırıklarında cerrahi tedavi oranı artmış ve daha iyi cerrahi sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmamızın amacı 2010 yılından beri kliniğimizde cerrahi olarak tedavi edilen kalkaneus kırıklarının etyolojisini, cerrahi öncesi geçen süreyi, kırık tipini ve açılma bozulmaları, cerrahi teknikleri, postoperatif dönemde klinik, fonksiyonel ve radyolojik sonuçlar ve gelişen komplikasyonları değerlendirerek elde ettiğimiz verileri genel bilgiler ve literatür bilgileri ile karşılaştırmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Tarihçe

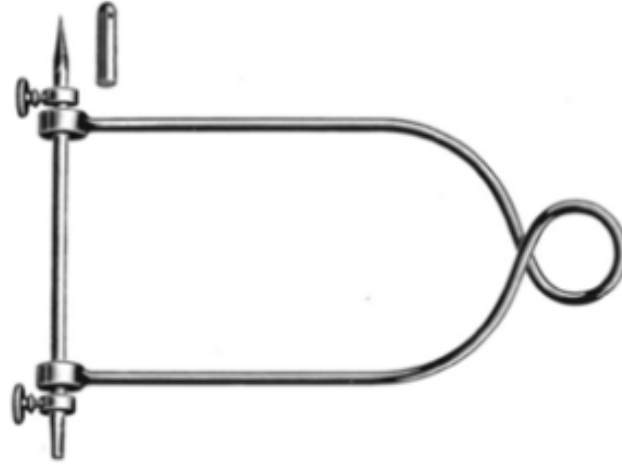
17. ve 18. yüzyılda insanlarda tetanoz ve gazlı gangren görülmesi ve enfeksiyon oranlarının yüksek olması dolayısıyla kalkaneus kırıklarında amaç enfeksiyondan korunmak idi ve dolayısıyla hastalara parsiyel ve total kalkanektomi yapılmakla beraber asıl tedavi şekli olarak konservatif tedavi benimsenmekteydi. On dokuzuncu yüzyıldan beri kalkaneus kırıklarında çok ciddi gelişmeler olmuştur ve kalkaneus kırık anatomisini detaylı olarak ilk sunan 1843 yılında Malgaigne olmuştur(4). 19. yüzyılın sonlarında x-ray ışınlarının keşfine kadar kalkaneus kırıklarının teşhisi zor olmuş olsa da x-ray ışınlarının kullanımının artması ile dil tipi kırıklar ve eklem depresyon tipi kırıklar arasındaki ayırım bilinmeye başlanmıştır(5). Kırık tedavileri ise kırık tipine göre şekillendirilmiştir.

1908 yılında Cotton kalkaneus kırıklarında kapalı redüksiyon önermiştir. Cotton ayağın iki tarafına kum torbası koyarak çekiç yardımıyla lateral duvarı redükte edip kırığı reimpakte ettiğini belirtmiş ve kalkaneus kırıklarında açık redüksiyonun kontraendike olduğunu belirtmiştir(6). Başlarda Cotton bu tekniği sıkça uygulamasına karşın sonrasında tekniğinden tümüyle vazgeçmiştir.

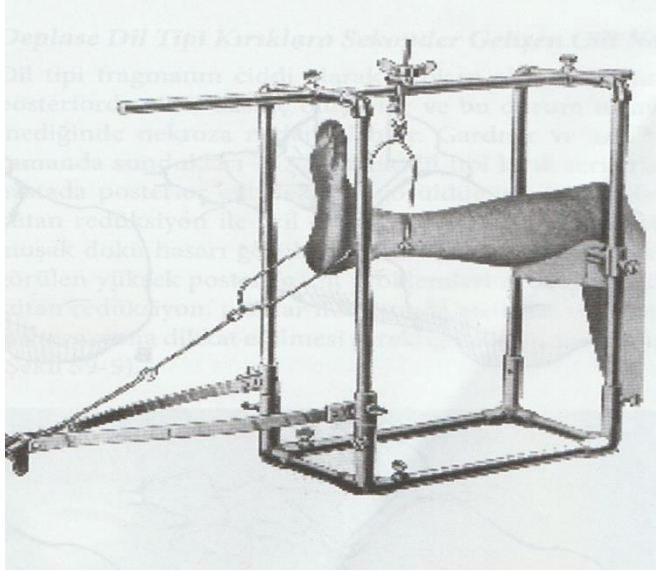


**Şekil 2. 1.** Çekiç kullanılarak kapalı redüksiyon (Cotton F. Dislocations and Joint-Fractures. Philadelphia; WB Saunders, 1910)

Staple ve vida yardımlı internal tespit LeRiche tarafından ilk olarak 1921 de yapılmış ve vaka serilerini 1922 yılında yayınlamıştır(7). 1931 yılında Böhler kalkaneus kırıklarının preoperatif radyografilerinde önemli tanısal belirteçlerden biri olan Böhler Açısı'nı tarif etmiş ve kendi geliştirdiği çoklu planda traksiyon uygulamaya izin veren mengene yardımlı kapalı redüksiyonun daha iyi bir seçenek olduğunu söylemiştir(6, 8, 9).



Şekil 2. 2. Böhler yayı



Şekil 2. 3. Kırık korreksiyonu için kullanılan Böhler traksiyon çerçevesi

1943 yılında kalkaneus kırıklarında Gallie subtalar artrodezi kesin tedavi olarak önerdi(10). 1947 yılında Gissane kalkaneus kırıklarında Gissane Açısı'nı tarifledi ve kalkaneus dil kırıklarında perkütan çivi yapılan hastaların sonuçlarını paylaştı(11). Sonraki yıl Palmer tarafından kalkaneus kırıklarında lateral Kocher insizyon ile açık redüksiyon ve otogreftleme yapılan hastaların sonuçları yayımlandı(12). Bu teknikle tedavi edilen hastaların klinik ve fonksiyonel sonuçların iyi olduğu ve işlerine dönebildiğini bildirdi. 1952 yılında Essex-Lopresti tarafından da açık redüksiyon ve internal fiksasyonun daha iyi fonksiyonel iyileşme sağladığına dair bir bildiri yayımlandı ve kalkaneus kırıklarının yaralanma mekanizmasına göre sınıflaması yapıldı(13).

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında birçok farklı tedavi türleri kullanılmış olsa da subtalar füzyon en kolay uygulanan yöntem olduğundan dolayı en sık kullanılan yöntem olmuştur(1). Lindsay kalkaneus kırığı olan hastaları uzun dönem takip ederek sonuçları değerlendirdiğinde en iyi sonuçları olan hastaların konservatif takip edilen hastalar olduğu, cerrahinin birçok komplikasyonu olduğu ve primer subtalar füzyonun gereksiz yere yapıldığını söylediği bir bildiri yayınladı(14). Sonrasında akut kalkaneus kırıklarında cerrahi tedavi terk edilmeye başlandı ancak son 25 yılda anestezi ve cerrahi imkanların artması, flouroskopideki gelişmeler, BT'lerin yaygın kullanıma girmesi, komplikasyonları erken saptamada kullanılabilecek radyolojik görüntülemelerin artması ve ilerlemesi, antibiyoterapi ve enfeksiyonla mücadele amacıyla kullanılan gereçlerin artması ile beraber birçok cerrah cerrahi yolla iyileşen kalkaneus kırıklı hastaların iyi fonksiyonel sonuçlarını görmesiyle akut kalkaneus kırıklarında akut cerrahi standart tedavi halini almıştır(15-19). Günümüzde akut deplase intraartikuler kalkaneus kırıklarında cerrahi tedavi öncelikli olarak düşünülmeyle birlikte yaklaşım halen tartışma konusudur(20).

## **2.2. Alt Ekstremitte Embriyolojisi**

İntrauterin dönem ovular, embriyolojik ve fetal dönem olmak üzere 3 dönemden oluşur. Ovular dönem fertilizasyondan ovumun endometriuma yapışmasına kadar geçen 2 haftalık süredir ve ovumun endometriuma yapışmasıyla gelişim başlar. Embriyolojik dönem 2.haftanın sonundan başlayıp 8.haftanın sonuna kadar olan süredir ve gelişimdeki en önemli evredir. Kemik ve eklemlerin gelişime başlaması bu dönemde olur. Fetal dönem 8.haftanın sonundan doğuma kadar olan evredir ve embriyolojik dönemde gelişmeye başlayan organ ve sistemler bu dönemde olgunlaşmaya devam ederler(21-23).

İntrauterin hayatın dördüncü haftasında gövdenin her iki yanında bulunan wolf tepeciklerinden ekstremitte tomurcukları gelişmeye başlar. Wolf tepecikleri mezoderm ve bunu çevreleyen ektodermden oluşur. Ektoderm dış katmandaki yani deri ve ilişkili dokuları oluştururken, mezoderm ise kemik, tendon, kas ve bağ dokularını oluşturur. Ektoderm kaynaklı nöral sistem ile mezoderm kaynaklı vasküler sistem gövdeden gelişerek ekstremitte taslağı içine penetre olurlar(21-23). İntrauterin 6.haftada kemik taslakların içinde hyalin kıkırdak oluşmaya başlar, 8.-10.haftalarda tüm ekstremitenin

taslakları oluşur. 12.haftada primer ossifikasyon merkezi oluşur. Ekstremitelerde gelişiminde gelişim öncelikle proksimalde olur ve distale doğru ilerler(21-23).

Ayak embriyolojik dönemde gelişirken başlangıçta plantar yüz kraniale ve mediale bakacak şekildedir ve gelişim ilerledikçe daha az kraniale daha fazla mediale bakacak şekilde gelişimi ilerler. 7.haftada ayak sagittal pozisyona gelir. 8.haftada ayaklar duvar eden ayak pozisyonunu alırlar ve birbirine paralel hale gelirler(24). Bu dönemde ayak bileğinde açılma yoktur ve ayaklar ekin pozisyonunda durmaktadır. 28.haftaya kadar ayaklar ekin pozisyonunda durur ve sonrasında talus ve kalkaneusun rotasyonel yer değiştirmeleri ile doğumdaki şeklini alır(21-23).

Kalkaneus intrauterin 12-16.haftalarda oluşmaya başlar ve onu diğer tarsal kemiklerin oluşumu takip eder. Kalkaneusta diğer tarsal kemiklerden farklı olarak sekonder kemikleşme merkezi vardır. Tarsal kemiklerde apofizi ilk kapanan kemik kalkaneus olmakla birlikte kalkaneal apofiz 12 yaşında kapanabildiği gibi 22 yaşta da kapanabilir(21-23).

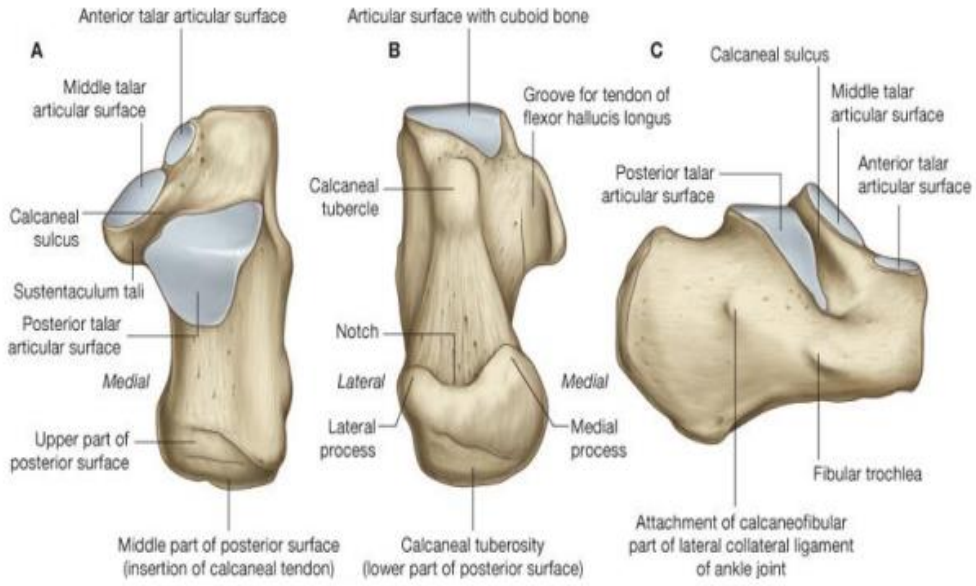
## **2.3. Anatomi**

### **2.3.1. Kemik Anatomi**

Kalkaneus en büyük tarsal kemiktir ve ayaktaki en büyük kemiktir. Kalkaneus yapısı sayesinde vücut ağırlığının zemine iletimini sağlar, aynı zamanda fleksör kaslar için kaldıraç görevi görür(25). Talusun altında yer alan kutu şeklinde, uzun, düzensiz kemiktir. Kalkaneus ayak bileğinin arkasına doğru yerleşim gösterir ve ayağın orta ekseninde yer alırken anterior bölgesi laterale doğru açılmıştır(26). Kalkaneus topuğun çatısını oluşturur ve topuğun arka bölgesi daireseldir. Topuk üst orta ve alt olmak üzere 3 bölüme ayrılır. Aşil tendonu(Tendo Calcaneus) orta bölüme tutunur(27).

Kalkaneus üst yüzeyi ön ve arka olmak üzere 2 bölümde değerlendirilir. Kalkaneusun üst yüzeyi ön bölümünde talus ile eklem yapan 3 eklem yüzeyi vardır. En arkadaki eklem yüzü facies articularis talaris posterior (posterior faset) bulunur ve diğer iki eklem yüzünden sulcus kalkaneus adlı bir oluk ile ayrılır. Sulcus kalkaneus talustaki aynı adlı oluk ile birleşerek sinüs tarsiyi oluşturur. Sinüs tarsinin içinde talus ve kalkaneusu birleştiren ligamentum talokalkaneum interosseum bulunur. Sulcus kalkaneinin hemen önünde facies articularis talaris media (medial faset) ve hemen

onun önünde facies articularis talaris anterior (anterior faset) bulunur. Bu üç talustaki eklem yüzleri ile birleşerek subtalar eklemi oluşturur(25-27).



Şekil 2. 4. Kalkaneusun farklı açılardan görünümü (Grays Anatomi Atlası'ndan alınmıştır.)



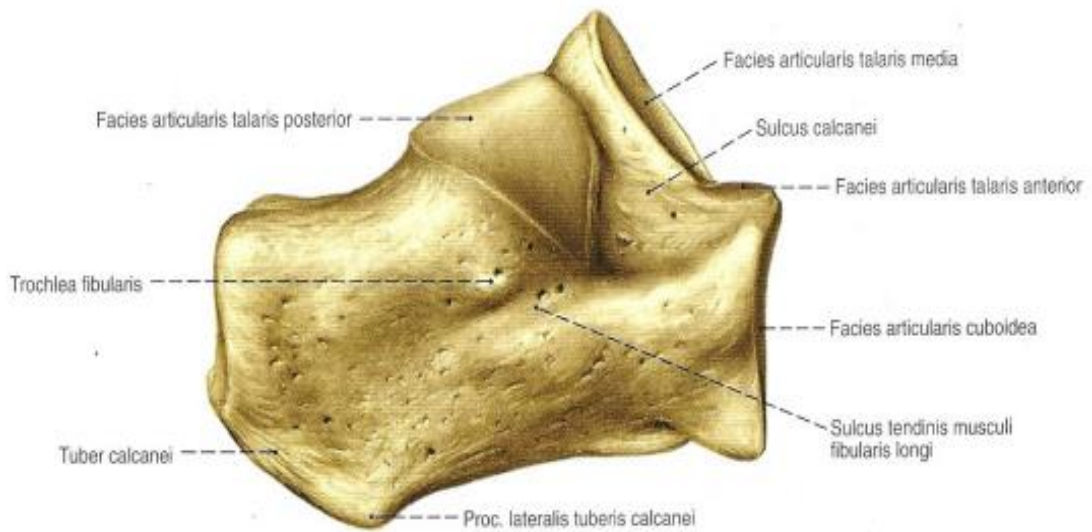
Şekil 2. 5. Kalkaneusun üst yüzeyinin görünümü A: Posterior faset, B: Medial faset, C: Anterior faset (App Essential Anatomy 5'ten alınmıştır)

Kalkaneusun alt yüzünde eklem yüzeyi bulunmamaktadır. Alt yüzeyin arka tarafında tüber calcanei adlı verilen çıkıntı bulunur ve bağlar ve kaslar buraya tutunur. Kalkaneusun lateralinde trochlea peronealis( peroneal tüberkül) adlı çıkıntı bulunur ve bunun altında sulcus tendinis musculi peronei longi adlı içinden peroneal tendonun geçtiği oluk yer alır(26).

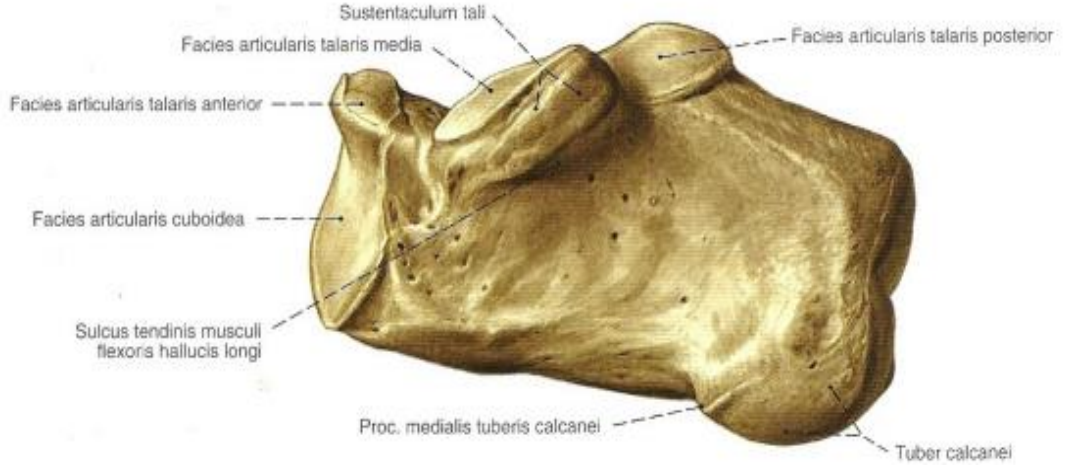


**Şekil 2. 6.** Kalkaneusun alt yüzün ve tüber calcaneinin alttan görünümü (App Essential Anatomy 5'ten alınmıştır)

Kalkaneusun iç yüzü konkav olup derindedir ve üzerinde kalınca yumuşak doku tabakası vardır dolayısıyla lateral yüz gibi palpe edilmesi zordur. Medial malleolun arkasından gelen damar, sinir, tendonlar kalkaneus medial yüzeyinden geçerek ayak tabanına ilerler. Medial malleolun alt noktasının 25 mm inferior ve anteriorunda kalkaneusun iç yüzeyinden çıkan sustentakulum tali adlı bir çıkıntı vardır. Bu çıkıntının üstünde medial faset yer alır ve altında sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi adlı içinden aynı isimli ayak 1.parmak fleksiyonunu sağlayan tendonun geçtiği oluk bulunur(26).



**Şekil 2. 7.** Kalkaneusun lateral yüzeyi (Sobotta İnsan Anatomi Atlası'ndan alınmıştır.)



**Şekil 2. 8.** Kalkaneus medial yüzeyi (Sobotta İnsan Anatomisi Atlası'ndan alınmıştır.)

Kalkaneus anterior yüzeyden kuboid adlı tarsal kemikle eklem yapar ve eklem yapan kalkaneus yüzeyine facies articularis cuboidea adı verilir. Bu eklem ayak adduksiyonda iken palpe edilebilir. Eklem seviye olarak lateral malleol ve 5. metatars bazisi arasındaki mesafenin 2/3'üne denk gelir(26).



**Şekil 2. 9.** Kalkaneusun kuboid ile eklem yapan anterior yüzeyi ve kalkaneusun anteriordan görünümü (App Essential Anatomy 5'ten alınmıştır)

Kalkaneusun arka yüzünde aşil tendonu yapışır ve kalkaneusun arka yüzü alt yüzdeki tüber kalkanei adlı çıkıntının devamı gibidir ve aşil tendonu bu yüzeyin 2/3 alt yüzeyine yapışarak sonlanır(26).

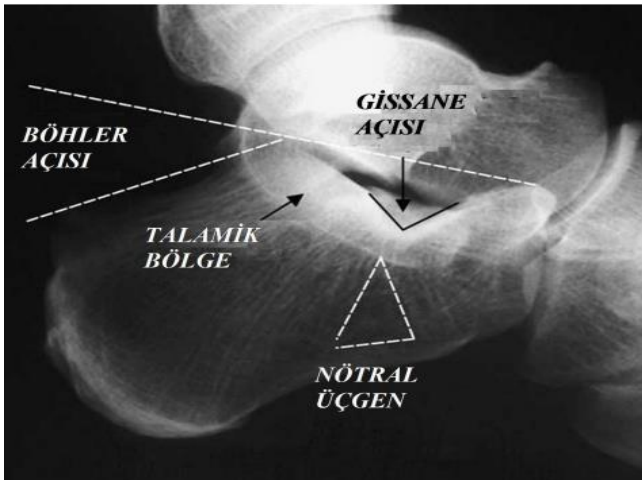




**Şekil 2. 10.** Kalkaneusun posterior yüzeyi ve kalkaneusun arkadan görünümü (App Essential Anatomy 5'ten alınmıştır)

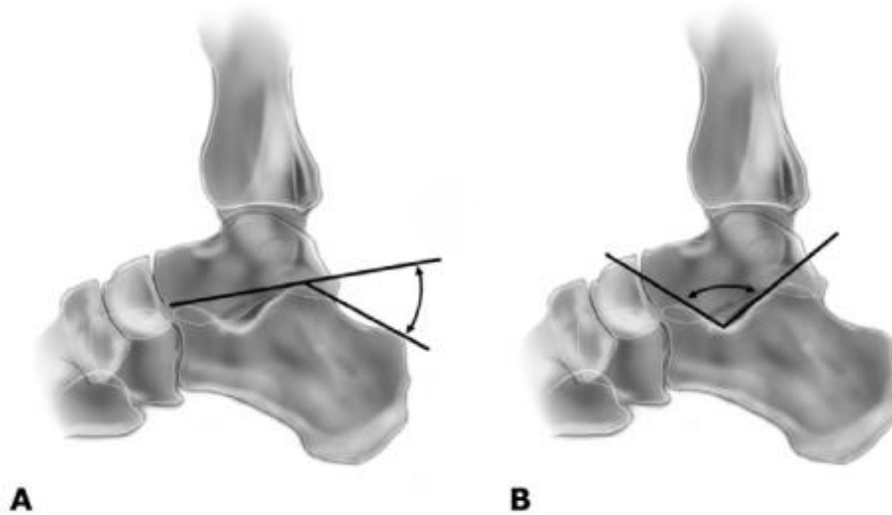
### 2.3.2. Radyolojik Anatomi

Kemiklerde gerilme ve stres gücüne karşı dayanıklılığı sağlayan trabeküler ağ sistemi mevcuttur ve kalkaneusta 2 adet trabeküler ağ sistemi mevcuttur. Traksiyon trabekülleri alt korteksten başlayıp ışınsal olarak ilerler ve kompresyon trabekülleri anteriordan başlayıp posteriora demet şeklinde ilerler, anterior ve posterior faseti desteklerler. Bu iki trabeküler ağ sisteminin posterior faset altında içiçe geçmesiyle oluşan sert kompakt dokuya talamik bölge adı verilmiştir(25, 28, 29). Talamik bölge sinüs tarsiye doğru incelecek kaybolur. Talamik bölgenin altında kansellöz kemikten oluşan, trabeküler ağdan yoksun, zayıf alana nötral üçgen adı verilir(25, 28, 29).



**Şekil 2. 11.** Kalkaneus yan grafisinde talamik bölge ve nötral üçgenin görünümü (Rammelt S, Zwipp H. Calcaneal fractures: facts, controversies and recent developments)

Kalkaneus yan grafisinde iki önemli açı vardır ve kalkaneus kırığı şüphesinde yan grafide hesaplanarak değerlendirilir. Birincisi Böhler'in kendi adıyla tarif ettiği anterior çıkıntının en yüksek yerinden posterior fasetin en yüksek yerine çizilen çizgiyle, tuber kalkanei'nin en yüksek yerinden posterior faset en yüksek yerine çizilen çizgi arasında kalan açıdır(5). Normali  $20^{\circ}$ - $40^{\circ}$  olan bu açı kalkaneus kırıklarında posterior fasetin çökmesine bağlı olarak azalır. Kalkaneus gövdesinde olmayan kırıklarda Böhler açısı normal olabilir(30). İkincisi ise Gissane tarafından kendi adı ile 1947'de tarif edilen Gissane açısıdır ve bu açı posterior fasetin altındaki sert ve kalın kortikal kemik ile anterior prosesin kortikal çıkıntısı arasındaki açıdır. Bu açıyı posterior, medial ve anterior faset subkondral kemiklerinin desteklediği alanda ölçülür. Dolayısıyla kalkaneus kırıklarında talusun kompresyon etkisiyle talokalkaneal eklemlerde yani posterior, medial ve anterior fasette çökme meydana gelerek kalkaneusta primer kırık alan oluşur ve aynı zamanda Gissane açısı artar. Gissane açısı normalde  $120^{\circ}$ - $145^{\circ}$  ve kalkaneus kırıklarında subtalar eklem çökmesine bağlı olarak Gissane açısı artar(1).



**Şekil 2. 12.** Kalkaneus ve arka ayağın şematize edilmiş resminde Böhler (A) Gissane (B) açıların ölçümü (Boyle et al. Journal of Orthopaedic Surgery and Research 2011)

Ayak deformitelerinde ve kırıkların tanısında kullanılan bazı önemli açılar mevcuttur. Kalkaneal yükseklik açısı kalkaneus tabanı ile ayak tabanı arasındaki açıdır. Normali  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  olup bu açının azalması ayak tabanı düşüklüğünü gösterir. Kalkaneal yükseklik açısına kalkaneal eğim açısı adı da verilir. Talusun çapraz uzun aksı talus ve kalkaneus arasındaki ilişkiyi gösterir ve bu aks horizontale yakın olmalıdır(30).



**Şekil 2. 13.** Kalkaneal eğim açısı ya da kalkaneal yükseklik olarak olarak adlandırılan açı ( Ayak arkus açısı ve ayak bilek uzunluğu arasındaki ilişki Bilge İpek Torun Dergipark adlı makaleden alınmıştır(31))

Talokalkaneal açı talus ve kalkaneus aksı arasındaki açıdır. Hem anterior posterior grafide (ap grafı) hem de lateral grafide ölçülür. Talus aksından çizilen çizgi 1.metatarsın baş seviyesinden, kalkaneus aksından çizilen çizgi 4.metatars hizasından geçmelidir. Taban düşüklüğü olanlarda talokalkaneal açıda azalma olur. Talokalkaneal açı ap grafı ölçümlerinde  $15^{\circ}$ - $30^{\circ}$  arasında olmalıdır. Lateral grafilerde yapılan ölçümlerde talokalkaneal açı  $25^{\circ}$ - $50^{\circ}$  arasında olmalıdır(30).



**Şekil 2. 14.** Lateral grafide talokalkaneal açı ölçümü (<http://uwmsk.org/> University of Washington Department of Radiology alınmıştır)



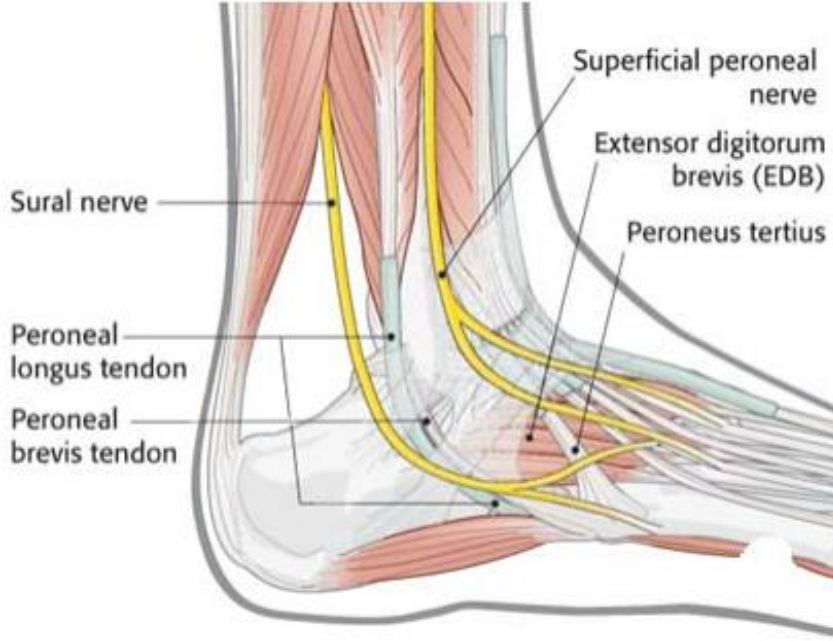
Şekil 2. 15. AP grafide talokalkaneal açı ölçümü (www.epos.myesr.org alınmıştır)

Kalkaneus genel olarak kansellöz kemikten oluşur ve kortikal kemik kalınlıkları değişkenlik gösterir. Kalkaneusun kortikal kemik kalınlığının fazla olduğu yerler sustentakulum tali, talamik bölge ve lateral grafide görülen Gissane açısının bulunduğu alandır. Bu alanlar kırık tespiti esnasında redüksiyonu değerlendirmek için güvenli alanlardır. Kalkaneokuboid eklemi destekleyen subkondral kemik ve tüber kalkanei de görece olarak kortikal kemik kalınlığı iyi olan kalkaneus bölgeleridir ve bu alanlar kalkaneus kırıklarında plak tespiti için önemli alanlar olarak kabul edilmektedir(25, 29).

### 2.3.3. Nörovasküler Yapılar, Bağ ve Tendon Anatomisi

Kalkaneusun fonksiyonuna baktığımızda vücut ağırlığını zemine ileten ve bacaktan ayağa geçen kas ve tendonlar için kaldıraç görevi mevcuttur. Kalkaneus lateral yüzüne baktığımızda buradan 2 adet tendon geçer ve 5. metakarp bazisine yapışır. Bu tendonlara peroneus brevis ve longus tendonu adı verilir ve peroneus brevis tendonu daha önce yer alır(26). Ayrıca kalkaneus lateral yüzeye fibuladan başlayan ve kalkaneusa uzanan kalkaneofibular bağ yapışır. Kalkaneus lateral yüzeyde bulunan peroneal tendonlar kendilerine ait kılıf içinde bulunurlar ve kalkaneofibular bağ peroneal tendonların altından geçerek kalkaneusa yapışır.

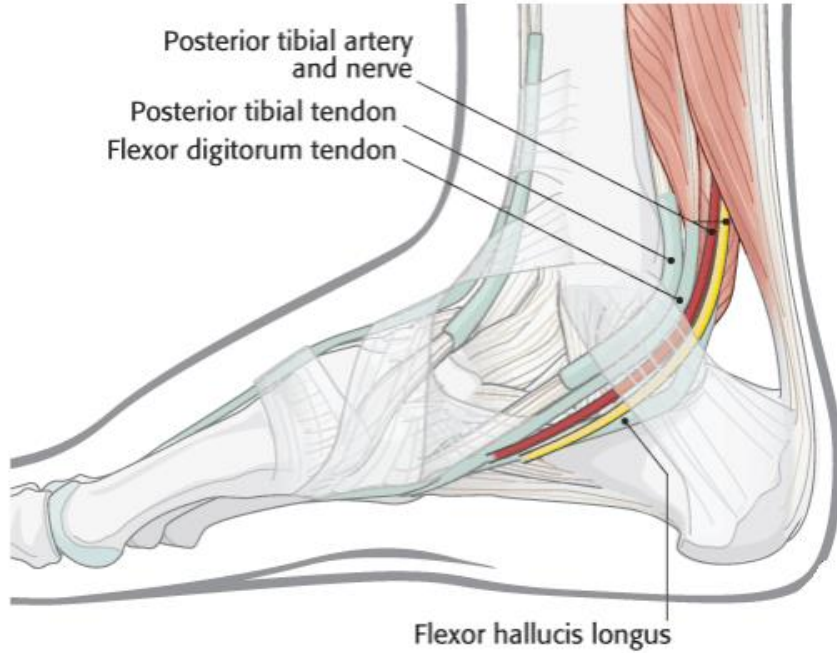
Kalkaneus lateral yüzeyi etkileyen kırıklarda kırık sınıfına ve hasarın şiddetine göre peroneal tendonlarda ve kalkaneofibuler bağda ayrışma ve kopma izlenebilir(1, 26, 32). Kalkaneus lateral yüzde bulunan bir diğer yapı sural sinirdir. Sural sinir peroneal tendonları çaprazlayarak 5.metatarsa doğru ilerler ve 5.metatars üzerinde 2 dala ayrılarak sonlanır. Cerrahi anatomi de tekrar değineceğimiz üzere kalkaneusa lateral yüzeyden cerrahi yaklaşımlarda insizyonun hemen altında sural sinir ve peroneal tendonlar kalacağı için önemlidir(28).



Şekil 2. 16. Kalkaneusun lateral yüzeyindeki anatomik yapılar (www.aofoundation.org alınmıştır)

Kalkaneus medial yüzeyde daha kalın bir cilt altı dokusu ve daha geniş bir kas dokusu mevcuttur. Bu sebeple lateral yüz palpe edilebilirken medial yüz palpe edilemez. Kalkaneusun medial yüzeyini abduktor hallucis kası ve quadratus plantaris kasının mediali örter. Tarsal tünel kalkaneusun medial yüzeyinde oluşur. Yüzeysel fasya ve fleksör retinakulum medial malleolun posteriorunda tibia ve aşıl arasındaki bölgeyi örtmesiyle oluşur. Tarsal tünelin tabanını kalkaneusun medial yüzeyi, tavanını yüzeysel fasya ve fleksör retinakulum, anteriorunu tibia, posteriorunu aşıl oluşturur. Tarsal tünelin içinden tibialis posterior ven, arter, sinir paketi ve önlerinde fleksör digitorum longus tendonu ve tibialis posterior tendonu, arkalarında ise fleksör hallucis longus tendonu geçer(26). Fleksör hallucis longus tendonu tarsal tünelden sonra sustentaculum talinin altında kendi isimli oluktan geçer. Sustentaculum tali kalkaneus kırıklarında genellikle sağlam kalır çünkü altından fleksör hallucis longus tendonu ile desteklenir ve sustentaculum tali'ye deltoid ligamanın pars talokalkanei bölümü

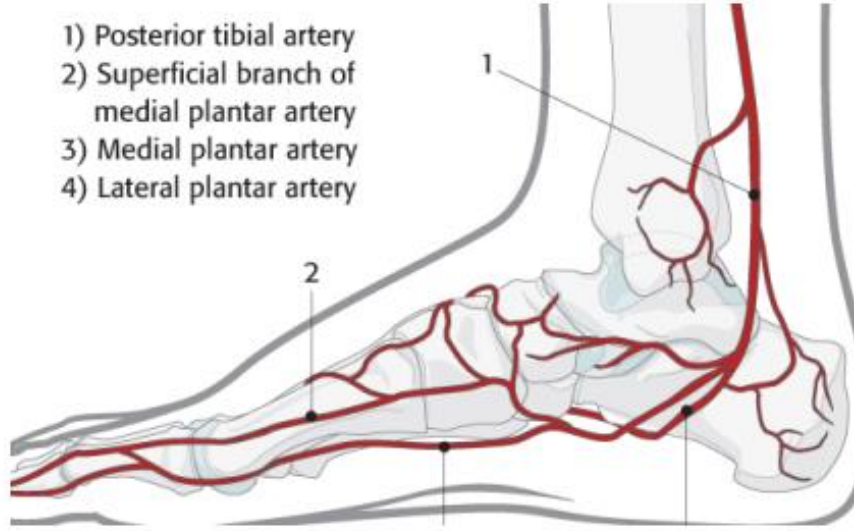
yapışır, ayrıca kendi kortikal yapısı da sağlamdır. Dolayısıyla kalkaneus kırıklarında sustentakulum tali bu sağlam yapısı nedeniyle internal tespitlerde dayanak noktası oluşturur(1). Kalkaneusun medial yüzeyindeki nörovasküler, bağ dokusu ve tendon yapılarının fazla olması sebebiyle yaklaşımlarda lateral yüzey daha güvenlidir(8, 33).



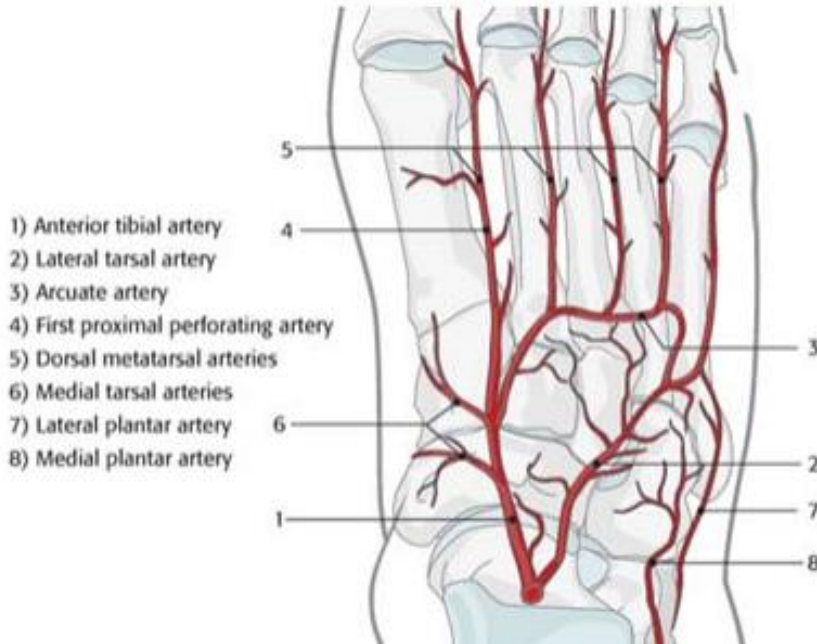
Şekil 2. 17. Kalkaneus medial yüzeyindeki anatomik yapılar ( www.aofoundation.org alınmıştır)

Kalkaneus esas olarak tibialis posterior arterden beslenir. Kalkaneusun eklem yüzeyleri hariç zengin bir arteryel ağa sahiptir. Bu arteryel ağ yapısı posterior tibial arterden gelen medial kalkaneal arter, peroneal arterden gelen lateral kalkaneal arter, medial ve lateral plantar arter, proksimal lateral tarsal arter ve dalları, posterior tibial arter ve peroneal arterin yaptırı posterior anastomozlar tarafından oluşturulur(26, 32).

Kalkaneusun medial yüzeyi tibialis posterior arterin terminal dalları olan medial ve lateral plantar arterden sağlanmaktadır. Medial yüzün beslenmesinde en çok katkıda bulunan arter lateral plantar arterdir. Bu terminal arterin arteriollerii sustentakulum tali altından kalkaneusa girerler. Kalkaneusun lateral yüzeyinin kanlanması esas olarak tibialis posterior arterin dalı olan lateral kalkaneal arterden sağlanır. Tibialis posterior arter kalkaneus posteriorunda lateral kalkaneal arter dalını verir. Lateral kalkaneal arter posterior fasetin altından geçerek kalkaneus lateral yüze ulaşır ve kalkaneus lateralini besleyen arterioller ayrıldıktan sonra nötral üçgenden geçerek kalkaneus anteriorunu besleyen dalını verir(26, 32).



Şekil 2. 18. Kalkaneus kanlanması lateral düzlemde görünümü ( www.aofoundation.org alınmıştır)

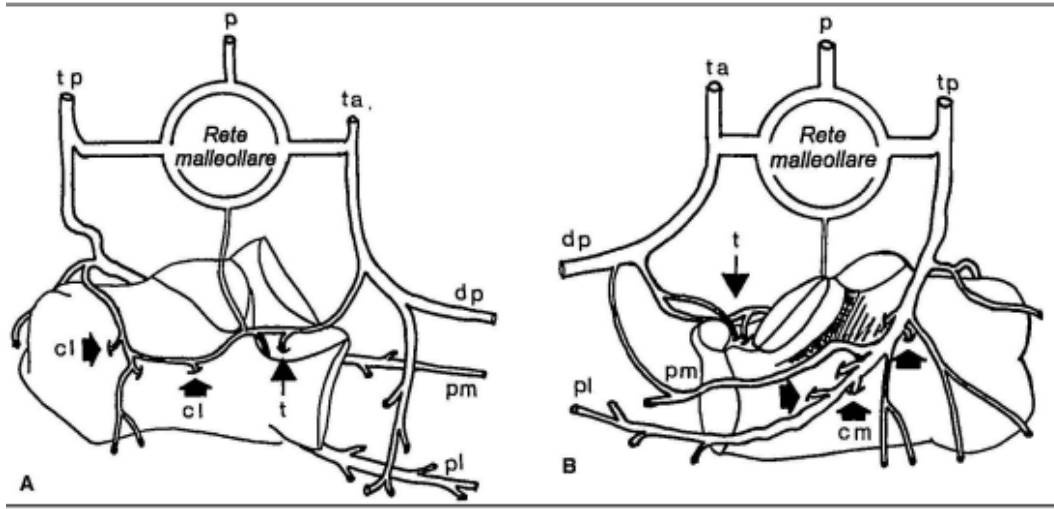


Şekil 2. 19. AP düzlemde ayağın dolaşımının görünümü (www.aofoundation.org alınmıştır)

Kalkaneus etrafındaki cilt dokuların dolaşımı tibialis posterior arter, tibialis anterior arter ve peroneal arter tarafından sağlanır. Kalkaneus kırıklarında çoğunlukla açık redüksiyon yapıldığı için cerrahi insizyonlar hep kalkaneusun lateral yüzeyinden yapılmıştır. Kalkaneusun lateral yüzeyini peroneal arter beslemektedir ve kalkaneusun lateral yüzeyinden geçen peroneal tendonların 1 santimetre(cm) posterior ve inferiorunda yer almaktadır ve tendon trasesiyle birlikte ilerlemektedir. Buradan yapılan insizyonlarda dikkatli bir şekilde diseksiyon yapmak gerekir; peroneal arter



diseksiyonda yaralanırsa cilt beslenmesi bozulacağı için cilt nekrozu ve yara yeri komplikasyonu görülme riski artar(26, 32, 34).



Şekil 2. 20. Kalkaneusun beslenmesinin şematize edilmiş hali

A: lateral kalkaneal yüz kanlanması asıl olarak tibialis posterior (tp) ve dorsalis pedis (dp) ile olmaktadır. Peroneal arter de az miktarda katkıda bulunur (p). (cl, lateral kalkaneal arter; t, sinus tarsi arteri; pl-pm, lateral ve medial plantar arter)

B: kalkaneus medialis asıl olarak tibialis posterior posterior arterden (tp) kanlanmaktadır. Medial kalkaneal arter (cm), lateral plantar arterin (pl) terminal dalıdır. (ta, tibialis anterior arteri)(34)

#### 2.4. Kalkaneal Eklemlerin Biyomekaniği

Kalkaneusun üst yüzeyinde 3 adet eklem yüzeyi vardır ve sinüs tarsi ile üst yüzey 2 ana parçaya ayrılır. Posteriorda kalan bölümde posterior faset ve anteriorda kalan bölümde medial ve anterior faset olmak üzere 2 adet eklem yüzeyi bulunur. Subtalar eklem kalkaneusta bu 3 eklem yüzeyi ile eklenir ve sinüs tarsi bu eklemi anlattığımız şekilde 2 bölüme ayırır. Ayak bileğini oluşturan eklemler subtalar eklem, kalkaneokuboid eklem, talonavicular eklem ve tibiotalar eklem ayak ve ayak bileği hareketlerinde uyum içinde bulunur. Subtalar eklem anterior ve posterioru aynı çalışma aksına ve ortak bir rotasyona sahiptir. Subtalar eklemi bir menteşe gibi kabul edebiliriz. Subtalar eklem horizontal düzlemde yaklaşık  $42^\circ$  ( $29^\circ$ - $47^\circ$ ), sagittal düzlemde ise yaklaşık  $16^\circ$ 'lik ( $8^\circ$ - $24^\circ$ ) bir açılma yapmaktadır ve plantar lateralden dorsomediale yönelen oblik bir aksı mevcuttur. Bu oblik aks sayesinde tibiada oluşan aksiyel rotasyon subtalar eklemde eversiyon ve inversiyon hareketine dönüştürülür ve orta ve ön ayakta pronasyon supinasyon hareketinin oluşmasını sağlar(35).



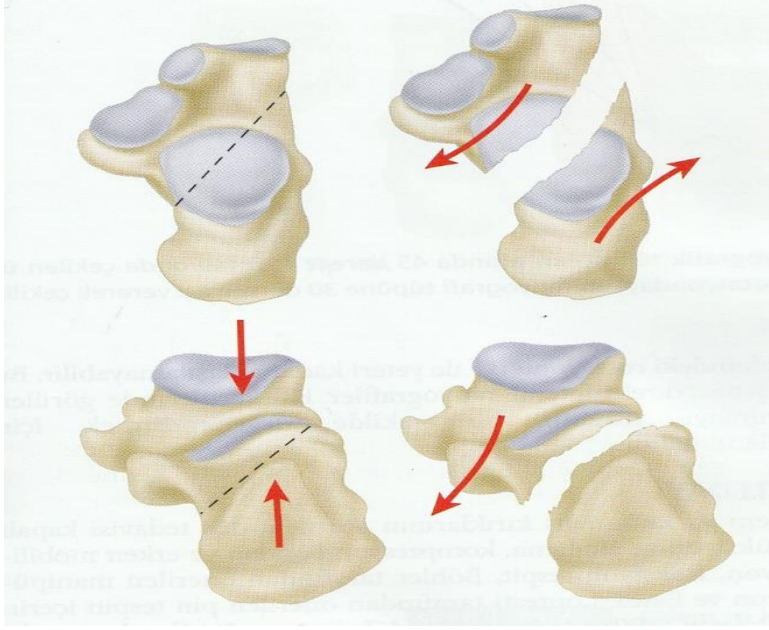
Subtalar eklemin longitudinal, vertikal ve transvers olmak üzere 3 vektöryel komponenti vardır. Longitudinal vektöryel komponent supinasyon ve pronasyon, vertikal vektöryel komponent abdüksiyon ve addüksiyon, transvers vektöryel komponent fleksiyon ve ekstensiyon hareketinin oluşmasını sağlar. Böylece subtalar eklem 3 planda hareket edebilmektedir(35).

Kalkaneokuboid eklem ve talonavikuler eklemin aksları birbirine paralel durur ve subtalar eklemin hareketlerini destekler. Yürümenin topuk değme ve erken stance evresinde tibiadaki internal rotasyon subtalar eklemde eversiyona ve kalkaneokuboid ve talonavikuler eklemin aksının paralel durmasına bu da bize düz olmayan zeminde dahi ayağın yere uyumu ve şok absorpsiyonunu sağlar. Yürümenin geç stance fazında tibiada görülen eksternal rotasyon subtalar eklemde inversiyonuna ve bu da kalkaneokuboid eklem ile talonavikuler eklemin akslarının kesişip itme için ayak daha sert bi yapı kazanır(35).

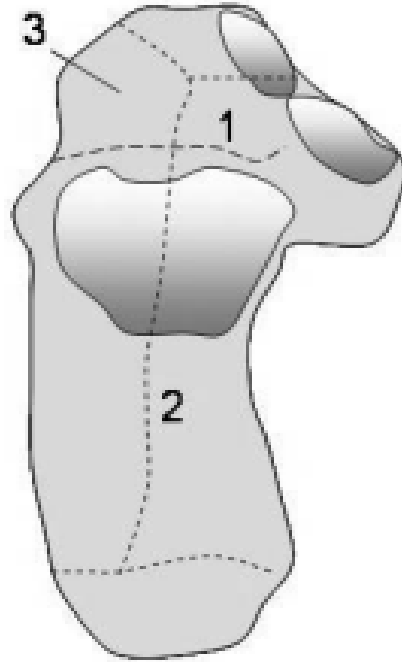
## **2.5. Kırık Oluşum Mekanizması**

Kalkaneus kırıkları tüm kırıkların %2 sini oluşturur ve kalkaneus kırıklarının %70-75'i eklem içi kırıklardır(1, 2). Eklem içi deplase kalkaneus kırıkları yüksekten düşme, motorlu araç kazası gibi yüksek enerjili travma sonrası oluşur(1). Yüksek enerjili travma nedeniyle oluşmaları sebebiyle kalkaneus kırıkları sıklıkla multitravma hastalarında görülür ve beraberinde başka kırıklar da görülür(1). En sık eşlik eden kırık vertebra kırıkları olup %10 oranında eşlik eder. Diğer ekstremitelerdeki kırıklar %25 oranında görülürken, bilateral kalkaneus kırıkları %10 oranında görülür ve %5 oranında açık kırık görülür(36).

Aksiyel yüklenmelerde alt ekstremitenin yüklenme noktası kalkaneus alt temas noktasının medialinde kalır. Eğer talus yoluyla kalkaneusa bir aksiyel yüklenme olursa oluşan makaslama kuvveti posterior faset yoluyla mediale ilerler(37).



**Şekil 2. 21.** Makaslama kuvvetinin sonucu olarak gelişen kırık hattı (Campbell's Operative Otrhopaedics'ten alınmıştır.)

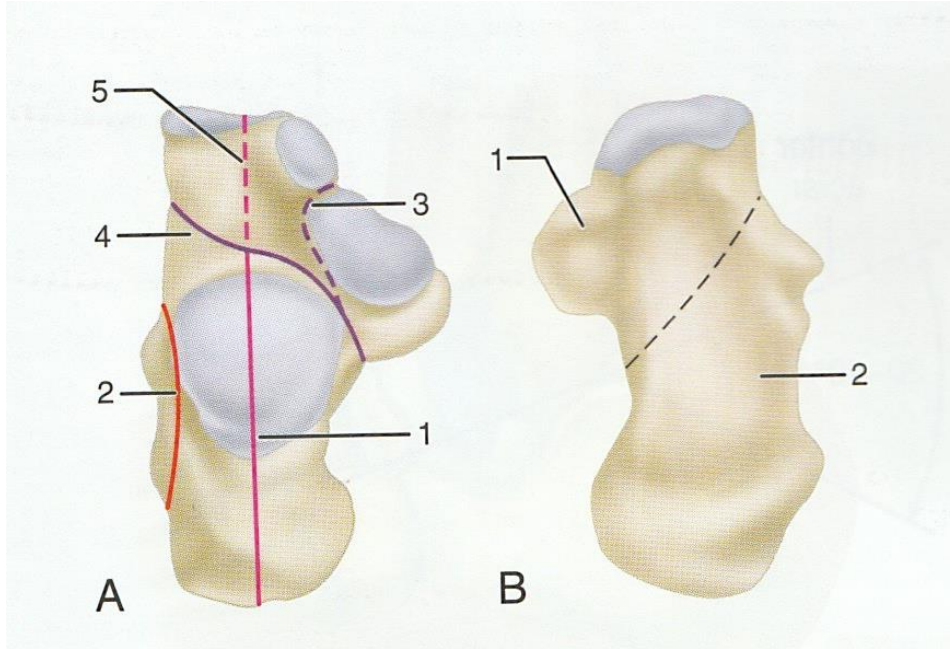


**Şekil 2. 22.** Carr'a göre yaralanma mekanizması (totbid dergisi 2006 cilt 5 sayı 1-2 alınmıştır)

Carr ve arkadaşlarının yaptığı deneysel modelde 2 adet primer kırık hattı oluşur ve bir hat anteriora doğru uzanıp kalkaneusu medial ve laterale ayırır, diğer hat ise Gissane açısından başlayarak mediale ilerler ve kalkaneusu anterior ve posterior olarak böler. Sekonder kırık hattı ise mediale medial faseti bölerek ilerler ve laterale plantar ve anterior inferiora doğru uzanır. Carr ve arkadaşlarının yaptığı bu deneysel modelde oluşan iki primer kırık hattı eklem içi deplasmanlı kırık hattı ve dil tipi kırıklar ile

beraber anterolateral ve superomedial fragmanlar kombinasyonlar halinde görülür (1, 38).

Kadavra çalışmaları, anatomik diseksiyonlar ve BT kullanımının artmasıyla beraber kırık paternleri daha detaylı bir biçimde ortaya konulabilmiştir(37).

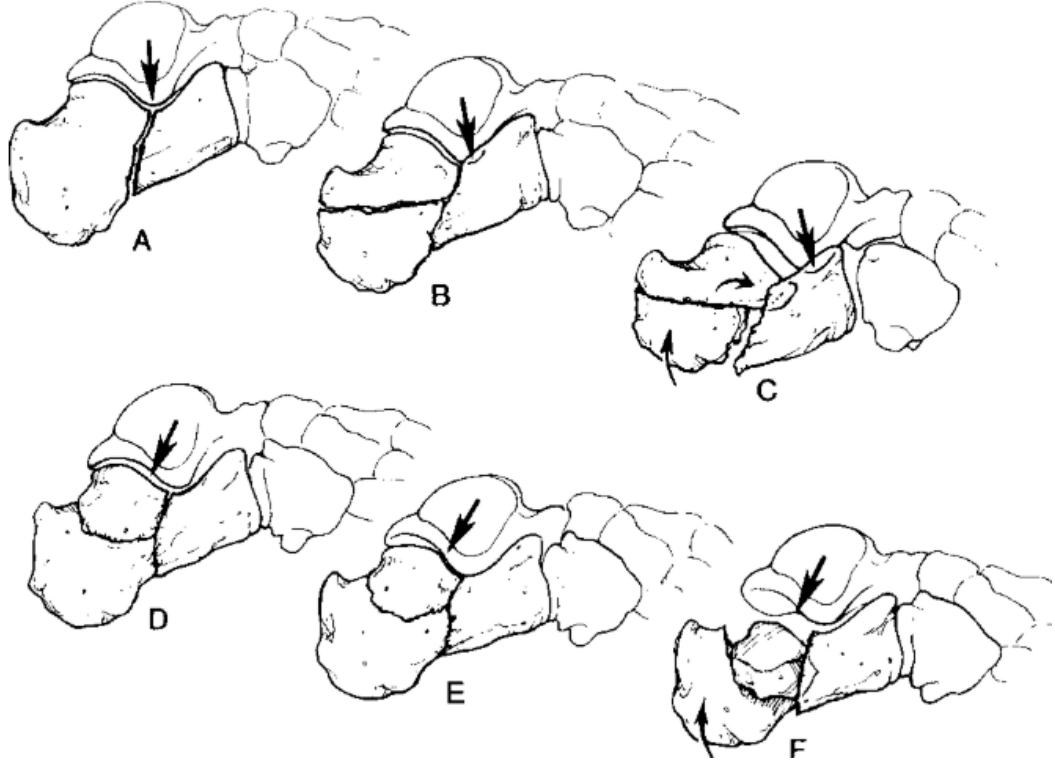


**Şekil 2. 23.** Kalkaneusun eklem içi kırıklarında yaygın kırık hattını gösteren görünüm

A: dorsal görünüm 1, posterior faset boyunca ilerleyen sagittal kırık 2, lateral duvar kırığı 3, kalkaneus gövdesini sustentakulum taliden ayıran fragman 4, sinüs tarsiden geçen kırık hattı 5, kalkaneokuboid eklem uzanan fragman B: plantardan görünüm 1, kalkaneal tuberositin laterale yer değiştirdiği medial duvar kırığı 2, kalkaneal tuberositin değişken kırık hatları

Aksiyel yüklenme devam ettikçe iki durum ortaya çıkar. Birincisi sustentakulumla bağlı medial çıkıntı daha da mediale itilir. İkincisi posterior fasette çeşitli sekonder kırık çizgileri oluşur. Posterior fasetin diğer kırıkları Essex-Lopresti tarafından tarif edilmiştir(37).

Essex-Lopresti'ye göre kırık primer olarak kalkaneusun lateral kenarında talusun lateral prosesin altında oluşur mediale doğru ilerler. Darbe sonrası subtalar eklem eversiyona zorlanır ve kalkaneusun gövdesini lateral kenar ve Gissane açısı seviyesinden bölmekte olduğu düşünülür. Geri kalan kuvvet medialde sustentakulum taliye dağılmaktadır. Eğer kuvvet devam ederse kırık kalkaneokuboid eklem veya anteriora ilerlemektedir. Eğer kuvvet posteriora yönlendirse kırık posteriora ve posterior fasete doğru ilerler ve depresyon tipi kırığa neden olur. Eğer kuvvet aksiyel yüklenirse kalkaneusta dil tipi kırık oluşur(şekil2.24)(1, 13).



**Şekil 2. 24.** Essex-Lopresti'ye göre yaralanma mekanizması A-B-C Eklem depresyonu D-E-F Dil tipi kırık

## 2.6. Klinik Değerlendirme

Kalkaneus kırıkları yüksek enerjili travma ile oluşurlar ve hastalar acil servise yüüyememe, ayak ayak bileğinde şişlik, üzerine basamama, topallama ve ayak bileğinde deformite ile başvururlar. Topuk palpasyonla çok ağrılı, ayak bileği pronasyon ve supinasyon hareketleri çok ağrılıdır ve hasta yapamaz. Yüksek enerjili travmanın şiddetine göre kalkaneus etrafındaki cilt dokuda hasar görülebilir. Travmanın şiddetine göre açık kırıklar da izlenebilmektedir. Acil serviste kalkaneus kırığı ön tanısı ile konsulte edilen hastalarda tam bir nörovasküler muayene yapılmalı, yumuşak doku dikkatlice değerlendirilmeli ve kompartman sendromu her zaman akılda tutulmalıdır(1, 37, 39-41).

Yüksek enerjili travma öyküsü olan ve kalkaneus ön tanısı olan hastalarda ek organ yaralanmalarının olabileceği, diğer ekstremitelerde, pelvis ve vertebralarda kırıklar olabileceği unutulmamalı ve multisistemik değerlendirme yapmak gerektiği unutulmamalıdır. Tüm sistemler muayene edildikten sonra muayene bulguları dikkatlice yazılmalıdır.(3, 37, 39, 42).

Kalkaneus kırıklarında cilt dokusu mutlaka dikkatlice değerlendirilmelidir. Travma sonrası dermoepidermal bileşke hasarı nedeniyle ciltte bül olabilir. Bül oluşumu varsa mutlaka yumuşak doku hasarı vardır ve bül oluşan bir ciltte açık cerrahi ertelenmek zorundadır(1, 37).



Şekil 2. 25. Kalkaneus kırığı olan bir hastanın yumuşak doku hasarı

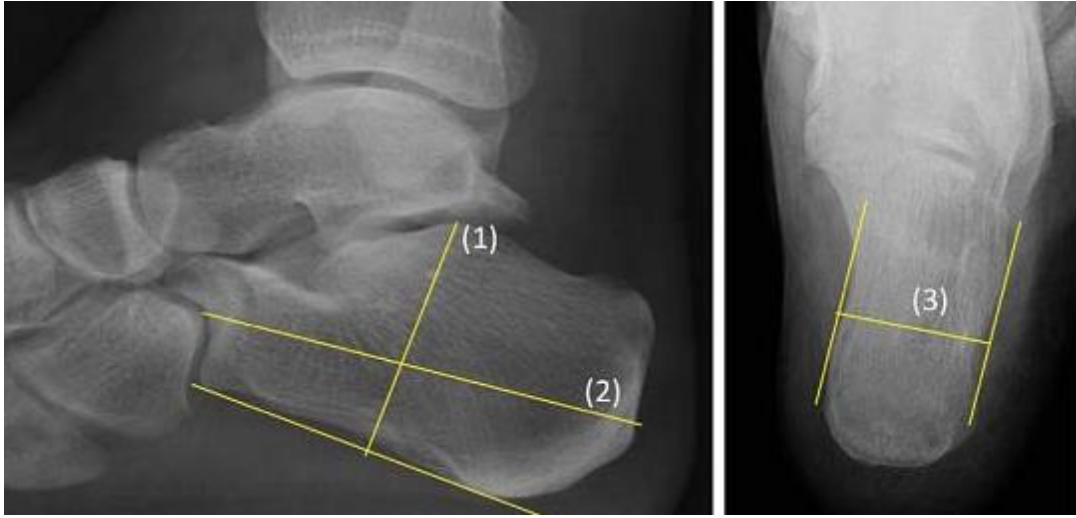
Bül oluşumunun görüldüğü hastalarda bül aspirasyonu ve krem uygulama, gevşek pansuman uygulama, hava ile temas, soğuk uygulama gibi yumuşak doku tedavi prosedürleri denenmiş olup tedavide anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte bülün bulunduğu bölgeden uygulanan cerrahi insizyonlarda yara yeri komplikasyonları daha fazla görülmüştür(1).

Kırıkla alakasız ciddi ağrısı olan hastalarda kompartman sendromu akılda tutulmalıdır. Kalkaneus kırıklarında tipik gördüğümüz ağrı dışında orantısız ağrı vardır. Kompartman içi basınç 30 mm cıva üzerine çıkması durumunda acil fasyotomi yapılmalıdır. Atlanmış kompartman sendromunun uzun dönem etkileri arasında pençe parmak, kalıcı fonksiyon kaybı, güçsüzlük ve duyu bozukluklar yer alır(1, 25, 41).



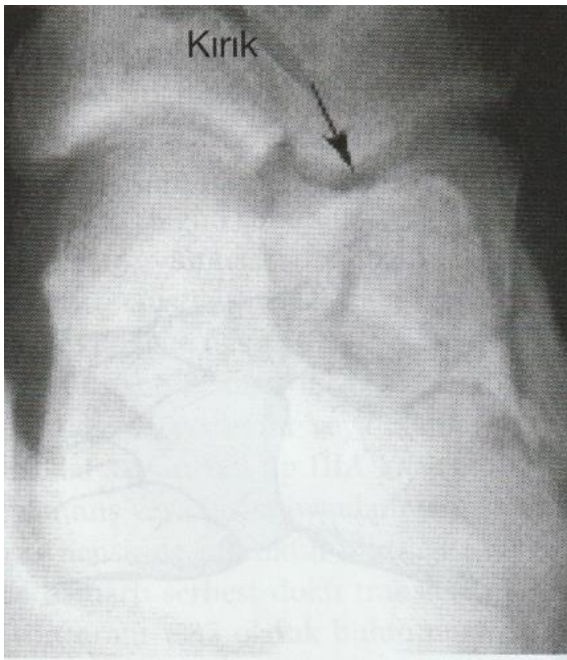
## 2.7. Radyolojik Değerlendirme

Kalkaneus kırıklı hastaların radyografik değerlendirilmesinde öncelikle ap grafi, lateral grafi ve aksiyel grafi (Harris grafisi) değerlendirilmelidir. Böhler açısının kaybı ve posterior fasetin rotasyonu lateral grafide değerlendirilir. Harris grafisi topuğun genişliği ve tuberositasın pozisyonunu değerlendirmede kullanılır, ap grafi ise kırığın anteriora uzanımını gösterir. Kalkaneokuboid ekleme uzanan ve anterior faseti içeren kırıklarda oblik grafiler kırığı daha iyi gösterir(37, 40).



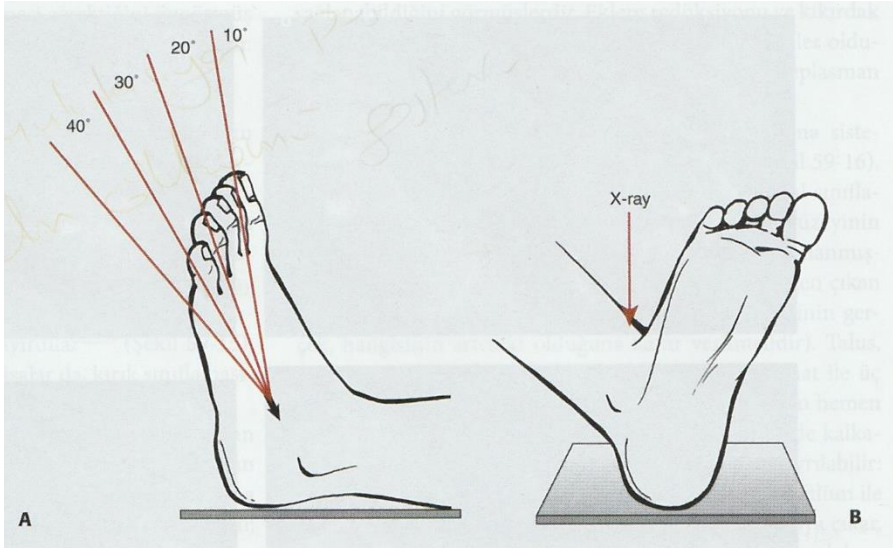
Şekil 2. 26. Kalkaneusun lateral ve aksiyel grafisi (harris grafisi)

1: kalkaneal yükseklik 2: Posterior faset yüksekliği 3: Harris grafisinde kalkaneal genişlik



Şekil 2. 27. Kalkaneokuboid eklemi gösteren ayak bilek ap grafisi

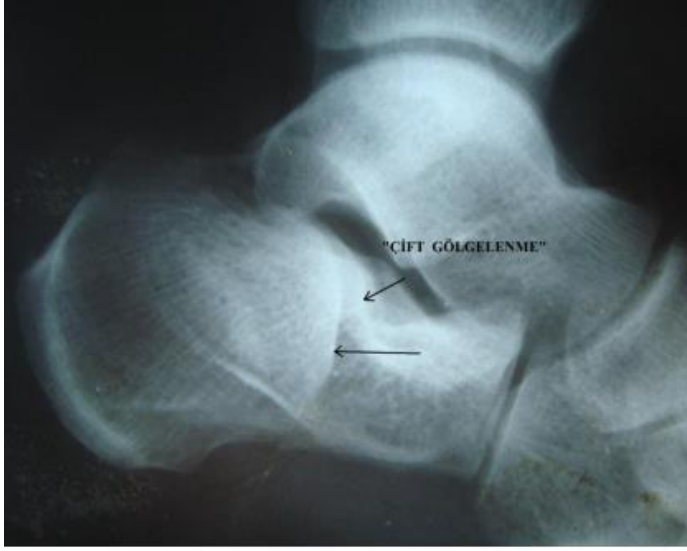
Broden grafisi daha çok intraop flouroskopide cerrahi redüksiyonu anlamak için kullanılan grafilerdir. Ayak nötral pozisyonda bacak 30-40° iç rotasyonda, ışın lateral malleole gelecek şekilde seri olarak çekilir. Işın, hastanın başı yönüne 10°, 20°, 30° ve 40° açıldırılarak görüntüler alınır. Bu grafi ile posterior faset durumu ve redüksiyonu hakkında bilgi alınır. 10° ile çekilen grafide posterior faset posterior kısmı, 40° ile çekilen grafide ise anterior kısmı daha net görülür(1, 8, 37).



**Şekil 2. 28.** Subtalar eklemnin Broden görüntüsü

**A:** Görüntüyü elde etmenin doğru yolu **B:** Görüntüyü elde etmenin kolay yolu (Rockwood ve Green Erişkin Kırıklarından alınmıştır)

Kalkaneus kırıklarında ilk çekilen grafi lateral grafidir. Bazı kırıklarda tek başına kırık tanısını koymada yeterlidir. Kalkaneus kırıklarında lateral grafi tanıyı doğrulamalıdır(1). Böhler açısında azalma, Gissane açısında artma, kalkaneus yüksekliğinin azalması, posterior faset yüksekliğinde azalma lateral grafide görülen bulgulardır(1, 37). Eklem içi kalkaneus kırıklarında posterior faset yüksekliği azalma, Böhler açısı azalma ve Gissane açısında artma beklenir(1, 37, 43). Ancak bazı durumlarda posterior fasetin sadece lateral kısmı çöker ve lateral grafide tipik görüntü olan “double density (çift gölgelenme)” adı verilen durum gözlenir. Çift gölgelenmede lateral grafide Böhler ve Gissane açısında bozulma olmaz(8, 37).



Şekil 2. 29. Lateral grafide Double Density Sign (çift gölgeleme) işaretinin radyolojik görünümü

Kalkaneus kırıklarının tanısında en sık kullanılan yöntem BT'lerdir. 1980'lerde BT'lerin kullanıma girmesiyle kalkaneus kırıklarında direkt grafilere göre BT'lerde kırık daha ayrıntılı olarak tespit edilmesi sebebiyle önce 1990 yılında Crosby ve Fitzgibbons sonrasında da 1993 yılında Sanders ve arkadaşları BT görüntülerine dayalı kalkaneus kırık sınıflaması yapmışlardır(16, 44).

Kalkaneus kırıklarında BT çekerken eklem yüzeylerini daha net değerlendirebilmek için ayak altına destek koyarak görüntülerin horizontal planla 60° olacak şekilde alınması gerekir ve bu sayede ışın posterior faseti dik olarak keser(37, 44, 45). Koronal BT kesitlerinde posterior faset, sustentakulum tali, tüber kalkanei, kalkaneus gövdesi ve lateral duvar incelenirken aksiyel kesitlerde posterior fasetin anteroinferior kısmı, sustentakulum tali ve kalkaneokuboid eklem incelenir(16, 37).

Kalkaneus kırıklarının ayırımında, tanısında ve sınıflamasında BT'ler sık kullanılıyor olsa da direkt grafilerle özellikle de lateral grafiler ile korelasyonu gerekir çünkü BT'ler ile sagittal düzlemdeki çökmüş fragmanın rotasyonunu yeteri kadar anlayamayabilir ayrıca BT kesitlerinde görülen ayrışmayı direkt lateral grafiler ile dikkatlice değerlendirmek gerekir(37).

## 2.8. Tedavi Kararı

Kalkaneus kırıklarının tedavisinde amaç 3 boyutlu yapının tekrar oluşturulmasını sağlamaktır. Bunu yaparken subtalar eklem posterior faset uyumunun yeniden sağlanması, kalkaneus yüksekliğinin yeniden sağlanması (Böhler



açısı), kalkaneus eski genişliğinin elde edilmesi, peroneal tendonların geçtiği kalkaneus lateral yüzeyinin dekompresyonu, tuberositasın eski valgus pozisyonunun kazandırılması, eğer kırıldıysa kalkaneokuboid eklemin restorasyonu sağlanmalıdır(37).

Kalkaneus kırıklı hastalarda tedavi planı oluştururken hastanın yaşı, sağlık durumu ve kırık paterni göz önünde bulundurulmalıdır(46). Ciddi komorbiditesi olan, ambulasyonu kısıtlı ve osteopenisi olan hastalarda konservatif tedavi düşünülmelidir(37). Yaş tek başına kontraendikasyon oluşturmaz ve uygun hastalarda ileri kronolojik yaş olmasına rağmen cerrahi tedavi ile iyi sonuç alınması mümkündür(46).

Deplase olmamış ya da minimal deplase eklem dışı kırıklar, deplase olmamış eklem içi kırıklar, kalkaneokuboid eklemin ¼'den azının etkilendiği kırıklarda konservatif tedavi edilir(37, 46).

Kontrolsüz insülin bağımlı diyabeti olanlarda, siyatik veya tibial sinir arazi olanlarda cerrahi tedavi kontraendikedir. Sigara içenlerde açık cerrahi rölatif kontraendikasyon oluşturur(37, 46).

Cerrahi tedavinin öncelikli olarak düşünüldüğü durumlar posterior fasetin eklem içi kırıkları, kalkaneokuboidal eklemin ¼'ünden fazla etkilendiği durumlar, kalkaneal tuberositin deplase kırıkları, kalkaneus kırıklı çıkıkları ve seçilmiş bazı açık kalkaneus kırıklarıdır(46).

Yumuşak doku hasarının fazla olduğu açık kalkaneus kırıkları nihai cerrahi öncesi debritleme ve yumuşak dokunun toparlamasına ihtiyaç duyar. Bu hastalarda açık redüksiyon ve internal tespit yapılacaksa cerrahinin beklemesi gerekir. Cerrahi insizyon bölümler olduğu ve yumuşak doku hasarının olduğu alandan yapılmamalıdır(37).

Sanders sınıflamasına göre Sanders tip 1 veya ayrılmamış kırıklar konservatif tedavi edilirken, Sanders tip2, tip3, tip4 kırıklar cerrahi tedavi ile tedavi edilmelidir(37).

## **2.9. Kırık Sınıflaması**

Kalkaneus kırık sınıflaması cerrahlar arası iletişimi artırmak, cerrahi işlemlerin planlanması ve sonuçlarının öngörülmesi ve cerrahlar arası iletişim ve işbirliğini

kolaylaştırmak için önemlidir. Önceleri direkt grafilere dayalı sınıflamalar ağırlıktayken BT'lerin kullanıma girmesiyle BT'ye dayalı sınıflamalar geliştirilmiştir. Kalkaneus kırık sınıflaması direkt grafi ve Bt tabanlı olmak üzere 2 kısımda ele alınır.

### **2.9.1. Konvansiyonel Grafilere Dayalı Sınıflamalar**

- Essex-lopresti sınıflandırması (1952)
- Rowe sınıflaması (1963)
- Soeur ve Remy sınıflaması (1975)

#### **Essex-Lopresti Sınıflandırması:**

Essex-Lopresti kendi vaka serilerinde eklem dışı kırıkların %25 olduğunu ve en sık görülen kırığın eklem çökme kırığı olduğunu belirtmiş ve kendi sınıflamasını yaparken kırığın subtalar eklemi içerip içermediğine göre sınıflamasını 2'ye ayırmıştır(13).

1. Subtalar eklemi içermeyen kırıklar
  - Kalkaneus gövdesinin süperiorundaki tüber kırıkları
  - Plantar fasyanın kalkaneus medial duvarına yapışma yerinde oluşan avulsiyon kırıkları
  - Subtalar eklemin sağlam kaldığı kalkaneus gövdesinde oluşan vertikal ya da longitudinal kırıklar
  - Kalkaneus anteriorundaki süperolateral çıkıntının kırıkları
2. Subtalar eklemi içeren kırıklar
  - Dil şeklinde (tongue) kırıklar
  - Kırıklı çıkıklar
  - Çok parçalı kırıklar
  - Eklem deplasmanının olduğu kırıklar
  - Sustentakulum tali kırıkları

#### **Rowe sınıflaması:**

Rowe kalkaneus kırıklarını 5 alt tipe ayırmıştır(3).

- Tip 1: Anterior proçeste, sustentakulum talide ya da kalkaneal tüberositin kırıkları (%21)

- Tip 2: 2 alt grupta değerlendirilir. Tip2A gaga (Beak) kırığı ve Tip2B aşil tendon avulsiyon kırığı (%3.8)
- Tip 3: Subtalar eklemde sağlam olduğu oblik kırık (%19.5)
- Tip 4: Subtalar eklemi içeren kırık (%24.7)
- Tip 5: Subtalar eklemde deplasmanın olduğu kırıklar ya da çok parçalı kırıklar (%31)

### **Soeur ve Remy Sınıflaması:**

Soeur ve Remy kırıkları eklem içi ve eklem dışı olmasına göre, kırığı meydana getiren kuvvetin makaslama veya kompresyon gibi etki ettiği sisteme göre ve çok parçalı veya basit makaslama kırığı gibi derecesine göre sınıflamışlardır(29).

1. Talamik bölgeyi içermeyen (eklem dışı) kırıklar (%17)
  - Anterior bölge kırıkları
  - Lateral tüberkül kırıkları
  - Medial tüberkül kırıkları
  - Sustentakulum tali kırıkları
  - Posterior gaga kırıkları
  - Plantar spur kırıkları
  - Kalkaneus cisim kırıkları
2. Talamik bölgeyi içeren (eklem içi) kırıklar (%83)
  - A. Vertikal kompresyon kırıkları (%2)
  - B. Makaslama veya makaslama ile kompresyonun kombine olduğu kırıklar (%98)
    - 1. Derece basit makaslama (%36)
    - 2. Derece makaslama ve kompresyon kırıkları (62)
    - 3. Derece çok parçalı kırıklar (%2)

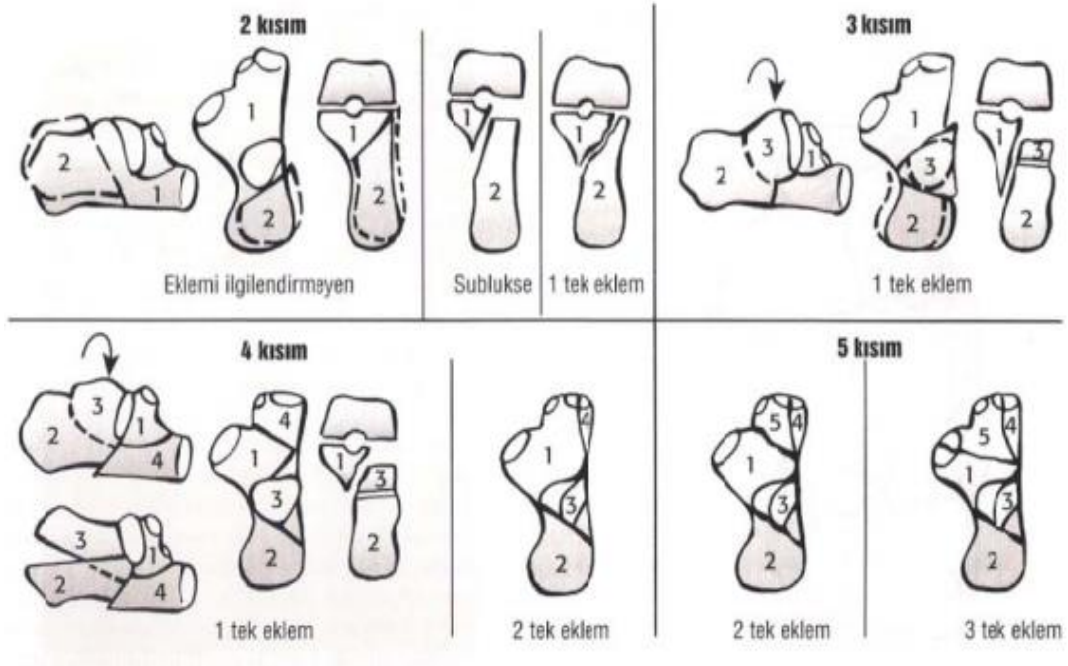
### **2.9.2. Bilgisayarlı Tomografiye Dayalı Sınıflamalar**

- Zwipp sınıflaması
- Crosby-Fitzgibbons sınıflaması
- Sanders sınıflaması
- OTA sınıflaması

## Zwipp sınıflaması:

BT görüntülerinin kalkaneus kırığı olan hastaların tanılarında yararlığa sebep olmasıyla sınıflamayı ilk geliştiren Zwipp ve arkadaşları olmuştur. Zwipp ve arkadaşları 1989 yılında Essex-Lopresti sınıflaması ve Soeur ve Remy sınıflamasına benzer ancak BT görüntülerini içeren Zwipp sınıflamasını yayınlamışlardır(19).

Zwipp sınıflamasına göre toplamda 12 puan alınır. Kırığın açık kırık olması durumunda açık kırık tipine göre 0 ile 3 arasında puan verilir. Beraberinde talus, navicula veya kuboid kemikte kırık varsa 1 puan verilir. Kırığın içerdiği eklem sayısına göre 0 ile 3 arasında (posterior faset, orta faset, anterior faset) puan verilir. Kırığın içerdiği fragman sayısına göre 2 ile 5 arasında (posterolateral eklem fragmanı, anteromedial eklem fragmanı, sustentakulum tali, anterior proses ve tuber kalkanei) puan alınır.



Şekil 2. 30. Kalkaneus kırıklarında Zwipp Sınıflaması

## Crosby-Fitzgibbons Sınıflaması:

Crosby-Fitzgibbons kalkaneus kırıklarını eklem yüzündeki çökmeye veya ayrılmaya göre sınıflandırdılar. Bu sınıflamaya göre kırıklar 3 alt grupta incelenir(44):

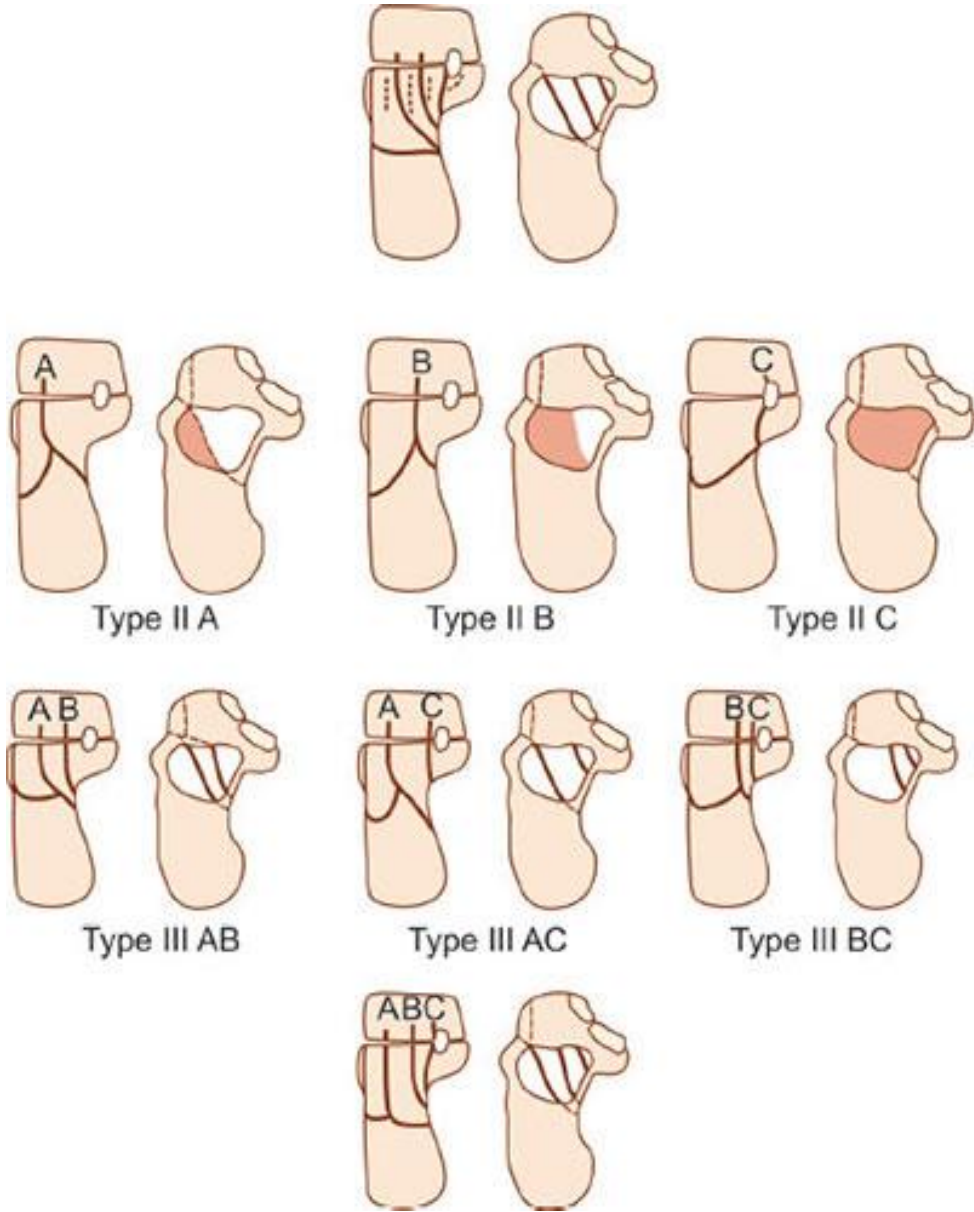
- Tip 1: Eklem içi kırık posterior faseti de içerir ancak eklemdeki deplasman veya diastaz miktarı 2 milimetre (mm)'den az olması

- Tip 2: Eklem içi kırık posterior faseti içerir ve 2mm veya daha fazla çökme ya da diastaz olması ayrıca bu tipte kırık parçalar büyüktür
- Tip 3: Eklem içi kırık posterior faseti içerir, posterior fasette çok parçalı kırık vardır ve kırık parçaları küçüktür

### **Sanders Sınıflaması:**

Sanders sınıflamasında posterior fasetin en geniş görüldüğü koronal BT kesitleri kullanılarak analiz edilir. Posterior faset medial kenarın medialinden geçen hat ve talusa uzanan ve talusu 3 parçaya ayıran 2 hat ile beraber medial, lateral ve santral olmak üzere 3 potansiyel artiküler parçaya ayrılır ve sustentakulum ile beraber 4 potansiyel artiküler parça ortaya çıkar(16, 37). Çizgiler A, B, C olup lateralden mediale doğru adlandırılır. Sanders sınıflaması 4 ana alt grupta incelenir(16, 37).

- Tip 1: Deplase olmamış, fragman sayısından bağımsız tüm kırıklar Sanders Tip1 kırıklardır.
- Tip 2: Tek bir kırık hattı ve 2 ana fragman vardır ve kırık hattının lateralde, orta hatta ya da medialde olmasına göre alt gruplara ayrılır.
  - Tip 2A
  - Tip 2B
  - Tip 2C
- Tip 3: İki kırık hattı ve 3 kırık fragmanı vardır ve kırık hatlarının bulunduğu lokalizasyonlara göre alt gruplara ayrılır.
  - Tip 3AB
  - Tip 3AC
  - Tip 3BC
- Tip 4: Dört veya daha fazla kırık fragmanın olduğu kırıklardır.

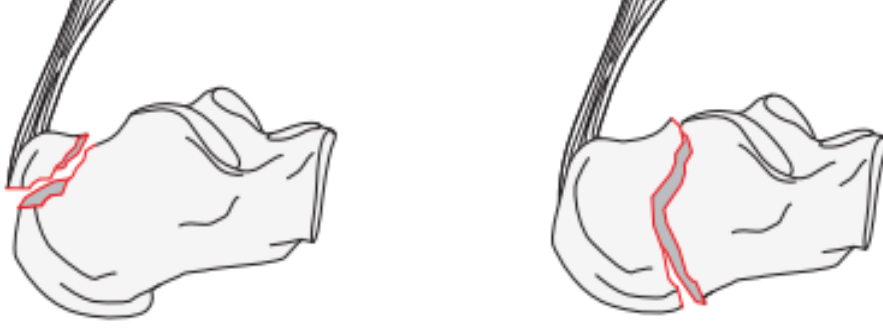


Şekil 2. 31. Kalkaneus Kırıklarında Sanders Sınıflaması

### AO/OTA Sınıflaması

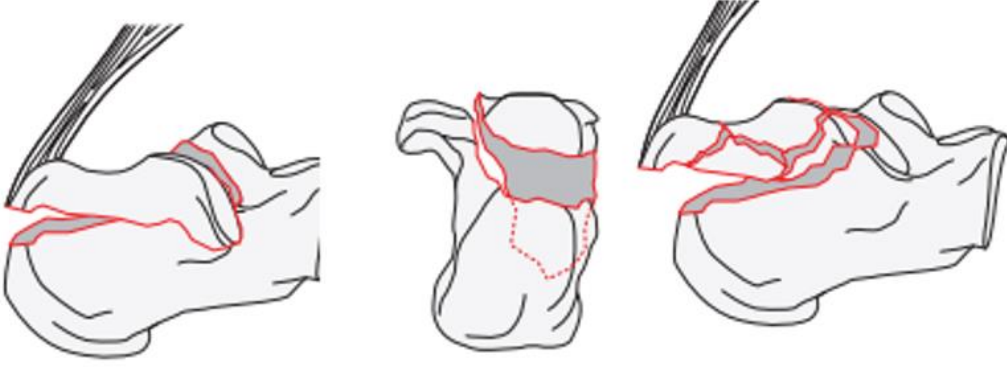
AO/OTA sınıflamasında kırıklar eklem ile ilişkisine, deplasman miktarına ve kırık fragmanı sayısına göre sınıflandırılmıştır ve kalkaneusa 82 no verilmiştir (47, 48).

- 82 Tip A: Eklem dışı kırıklar
  - 82A1: eklem dışı, avulsiyon, eklemi içermeyen dil kırıkları, posterior tüberosit kırıkları
  - 82A2: eklem dışı kalkaneal cisim kırıkları



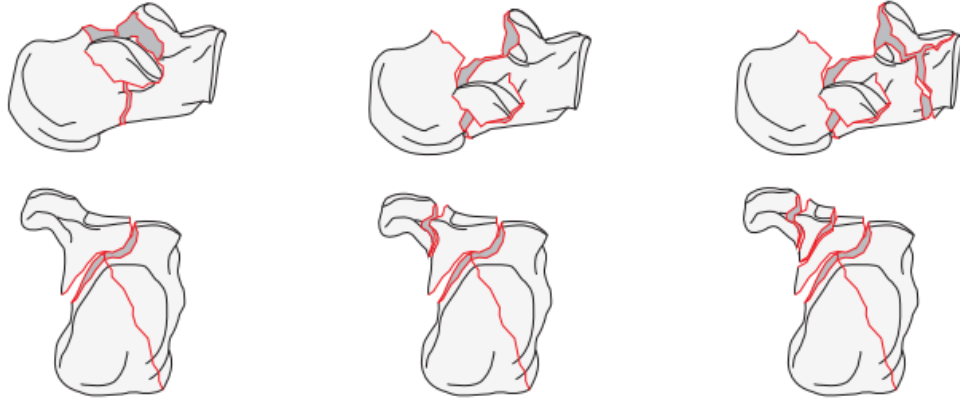
Şekil 2. 32. AO/OTA sınıflamasına göre Kalkaneus Tip A (82 A1 ve 82A2) kırıklar

- 82 Tip B: Posterior faseti içeren dil tipi kırıklar
  - 82 B1: basit dil tipi kırıklar
  - 82 B3: posterior fasette multifragmanların olduğu diltipi kırıklar



Şekil 2. 33. AO/OTA sınıflamasına göre Kalkaneus Tip B (82 B1 ve 82 B3) kırıklar

- 82 Tip C: Posterior faset deplasmanının olduğu kırıklar
  - 82 C1: Sanders tip 2 kırığı olup posterior faset deplasmanı olan kırıklar
  - 82 C2: Sanders tip 3 kırığı olup posterior faset deplasmanı olan kırıklar
  - 82 C3: Sanders tip 4 kırığı olup posterior fasette multifragmanlar ve deplasmanın olduğu kırıklar



Şekil 2. 34. AO/OTA sınıflamasına göre Kalkaneus Tip C (82 C1, 82 C2 ve 82 C3) kırıklar

## 2.10. Kalkaneus Kırıklarında Tedavi

Kalkaneus kırıklarında tedavi kırığın eklem içi olup olmasına göre değerlendirilir.

### 2.10.1. Eklem Dışı Kalkaneus Kırıklarında Tedavi

Kalkaneus kırıklarının %20-30'u eklem dışı kalkaneus kırıklarıdır(25). Tedavi şeklini belirlemede kırığın büyüklüğü, yeri ve deplasman miktarı önemlidir.

**Sustentakulum tali kırığı;** invertte ayak üstüne aksiyel yüklenme ile oluşan nadir bir kırıktır. Eklem içi kırık gibi kabul edilir. Direkt grafilerde farkedilemeyebilir, kesin tanısı BT ile konulur. Deplase olmamış sustentakulum tali kırıklarında 6 haftalık kısa bacak alçı uygulama ile konservatif tedavi edilir. 2 mm'den fazla deplasmanı olan kırıklarda cerrahi tedavi tercih edilmelidir. Eklem içi kırık gibi kabul edildiğinden anatomik redüksiyon sağlanmalıdır. Sustentakulum tali cerrahi tedavisinde sustentakulum tali palpe edilerek üzerinden 4-5 cm kesi yapılır. Fleksör retinaculum açılır. Fleksör hallucis longus tendonu ve tibialis posterior arter, ven, sinir paketi bir ekartör yardımıyla inferiora ekarte edilir, tibialis posterior tendonu ve fleksör digitorum longus tendonu ekartör yardımıyla süperiora ekarte edilir ve ekpojur tamamlanır. Orta faset redükte edilerek küçük kanüllü vidalar ile tespit sağlanır. Flouroskopiler ile kontrol edilir. Postoperatif dönemde hastaya 2 hafta istirahat ateli yapılır. Sonrasında hasta ayağına yük vermeyecek şekilde egzersiz başlanır. Klinik ve radyolojik iyileşmenin durumuna göre ortalama 6-10 hafta arasında iyileşme sağlanır ve ayak üzerine yük vermeye başlanır. Kırık iyileşmesi çoğu zaman mükemmeldir ve klinik iyileşme çok iyidir(1, 37, 47).



**Kalkaneus cisim kırıkları;** daha düşük enerji ile aksiyel yüklenme sonucu oluşur ve kırık fragmanın eklem uzanmadığı BT kesitlerinde görülmelidir. Ciddi kalkaneus yükseklik kaybında, 30° fazla varus veya valgus malpozisyonunda ya da tüber kalkaneide 10 mm'den fazla medial veya laterale kayma varsa cerrahi tedavi tercih edilmelidir. Cerrahi tedavi kriterlerini taşımayan kırıklarda yumuşak dokunun durumuna göre önce istirahat ateli sonra kısa bacak alçı ile takip edilir. Klinik ve radyolojik iyileşmesi olan hastalarda yük verme ve ayak bilek hareketleri verilir. Kaynamama nadirdir hemen hemen tüm hastalar iyileşir(1, 37, 47).

**Anterior proçes kırıkları;** ayak inversiyonda ve fleksiyonda iken oluşan zorlanma sonrası anterior proçeste oluşan bifurkuat ligamente bağlı avulsiyon kırıklarıdır. Kalkaneokuboidal eklem tutulumuna göre tedavi kararı verilir. Eğer eklem tutulumu ¼'ün altında ise konservatif tedavi edilir. Eklem tutulumu ¼'ün üzerinde ise açık redükte edilip mini vidalar ile tespit yapılmalıdır. Kalkaneokuboid eklem restorasyonu sağlandıktan sonra hastalara 2 hafta kısa bacak atel uygulaması yapılır. Sonrasında ayağa yük vermeden hareketlere başlanır ve 8-10 haftalarda klinik ve radyolojik iyileşme sonrası yük vermeye başlanır. Eğer kalkaneokuboid eklemdaki kırık fragmanları çok küçük ve çok fazla olup tespit edilemeyecek düzeyde ise kırık fragmanlarına eksizyon yapılır(1, 37).

**Tüber kalkanei kırıkları;** genellikle ileri yaş ve osteoporotik hastalarda izlenen ayak dorsifleksiyonda iken ani gelişen aşil kontraktürü ile görülür. Aşil tendonunda kısalmayla beraber Thompson sıkma testi pozitif olabilir. Kırık fragmanın boyutuna ve deplasman miktarına bağlı olarak çevre yumuşak doku hasarı gözlenebilir. Yumuşak dokuda ciddi hasarı olan, gastroknemius ve soleus kaslarının fonksiyonunda ciddi kayıp olan hastalarda cerrahi tedavi düşünülmelidir. Ayak bileği posteriordan dorsomedial veya dorsolateral insizyonla kırık redükte edilip kanüllü vidalar ile tespit yapılır. 2 hafta kısa bacak atel sonrası yük vermeden hareket başlanır ve klinik ve radyolojik iyileşmeye bağlı olarak 6-10 haftalarda yük verilmeye başlanır. Konservatif tedavide ayak ekin pozisyonunda olacak şekilde 6 haftalık kısa bacak alçı uygulanır ve sonrasında hareketlere başlanır(37, 49).

### **2.10.2. Eklem İçi Kalkaneus Kırıklarında Tedavi**

Kalkaneus eklem içi kırıklarının tedavisi 5 ana grupta değerlendirilebilir:

- Konservatif tedavi

- Kapalı redüksiyon perkutan fiksasyon
- Minimal invaziv açık redüksiyon internal fiksasyon
- Açık redüksiyon internal fiksasyon
- Subtalar artrodez

### **Konservatif Tedavi:**

Kalkaneus kırıklarında konservatif tedavien az 6 hafta kısa bacak atel veya alçı uygulamayı içeren immobilizasyonu içerir. Genellikle altıncı haftadan sonra immobilizasyon sonlandırılır ve hareket başlanır. Klinik ve radyolojik iyileşmeye bağlı olarak 6-10 haftalar arasında yük vermeye başlanır(1, 50-52).

Sanders Tip1 kırıklar, 2mm'den fazla deplasmanı olmayan kırıklar, komorbid hastalığı fazla olup cerrahi girişime izin vermeyen durumları bulunan hastalar, hareket kabiliyeti kısıtlı hastalarda konservatif tedavi uygulanabilir.(1, 50-52).

### **Subtalar artrodez:**

Kalkaneus kırığının internal tespite izin vermediği çok parçalı kırıklarda ve Sanders Tip4 kırıklarda subtalar artrodez tedavi olarak uygulanabilir. Subtalar artrodez akut olarak primer veya sekonder olarak uygulanabilir. Sekonder subtalar artrodezde çok parçalı kalkaneus kırığı konservatif tedavi ile takip edilir. Kalkaneus kaynadıktan sonra cerrahi olarak subtalar artrodez yapılır. Primer subtalar artrodezde ise kalkaneus açık redükte edilerek internal tespit yapılır ve kalkaneus yüksekliği sağlandıktan sonra subtalar eklem yüzeyleri temizlenir ve posterior fasete dik olacak şekilde plantardan girilerek posteriordan anteriora doğru 2 adet kanüle vida ile artrodez yapılır ve iliak kanattan otojen kemik grefti veya allojen kansellöz greft eklem aralığına doldurulur. Bu sayede kalkaneusun anatomik rotasyonu oluşturulmuş, kalkaneus genişliği ve yüksekliği sağlanmış ve kırık tedavi edilmiştir(1, 8, 53).

### **Kapalı redüksiyon perkutan fiksasyon:**

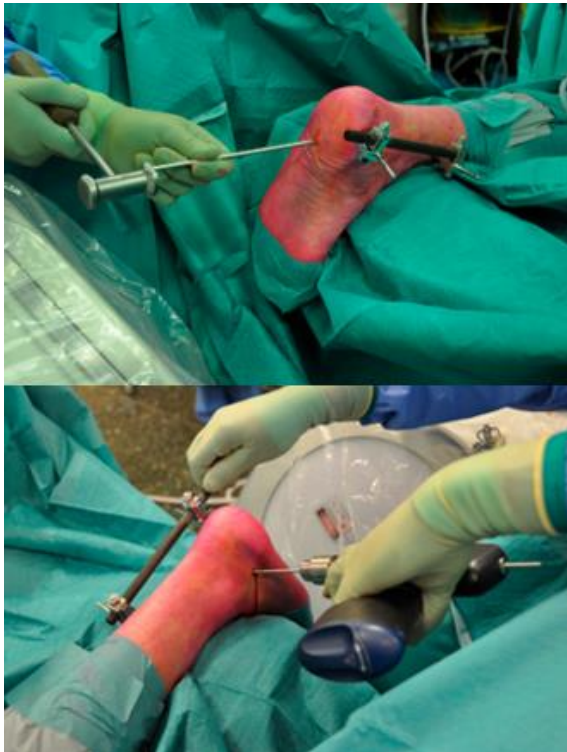
Kalkaneus kırıklarında kapalı redüksiyon ve perkutan fiksasyon ilk olarak 1935 yılında Westhues tarafından tanımlanmış olsa da Essex-Lopresti tarafından modifiye edilmiş ve günümüzde modifiye olan haliyle daha çok kullanılmaktadır. Essex-lopresti'nin adını verdiği bu teknik Sanders Tip2C de başarılı olmaktadır(1, 8, 25, 37).

Essex-Lopresti tekniğinde aşil yapışma yerinin lateralinden kalkaneus posteriordan bir adet Schanz pini atılır ve sonrasında flouroskopi eşliğinde kırık hattına Kirschner teli veya Schanz pini gönderilir. Deplase olan kemik fragmanı bir ekskavatör yardımı ile kaldırılıp kanüle vida ile tespit yapılır. Bir başka yol olarak deplase kemik fragman Schanz pini veya Kirschner teli ile kaldırılıp redükte edilir ve istenirse kanüle vida ile tespit yapılır ya da bu aşamada kısa bacak alçı yapılır. 6 hafta sonra kısa bacak alçı ve teller çıkartılır ve ayak hareketleri başlanır. Klinik ve radyolojik iyileşmeye göre 8-10 haftalarda ayak yük verme egzersizleri verilir(1, 8, 13, 25, 37).

Kırık hattının açılmadan eksternal bir guide veya kemik klempleri ile kapalı redüksiyon ve akabinde kanüllü vidalar ile tespit ile tedavi son dönemde sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bu tekniğin varyantlarında kalkaneus kırık fragmanlarına atılan kalın Kirschner telleri üzerinden kemik klempleri yardımı ile redüksiyon sağlandıktan sonra Kirschner telleri yerleştirilip üzerinden kanüllü vidalar ile tespit yapılır(54). Bir başka teknikte tibia ve kalkaneusa atılan Schanz pinleri dışarda bir eksternal traksiyon aleti yardımı ile kalkaneus yüksekliği sağlandıktan sonra Kirschner telleri veya Schanz pini yardımı ile kırık redükte edilir ve kanüle vidalar ile tespit yapılır(55). Yine benzer farklı bir teknikte tuber kalkanei ve talustan transver uzun Schanz pinleri geçilir ve eksternal traksiyon aleti hem medial hem lateral taraftan traksiyon yapılmasına yardımcı olur. Medial ve lateral birbirinden bağımsız olarak traksiyon yapılabilir bu sayede hem kalkaneus yüksekliği hem varus veya valgus pozisyonu düzeltilmesine izin verir. Sonrasında Kirschner teli yardımıyla kırık redükte edilir ve kanüle vidalar ile tespit sağlanır. Kapalı redüksiyon sonrası 2 hafta istirahat atelini takiben yük vermeden ayak hareketlerine başlanır ve klinik ve radyolojik iyileşmenin durumuna göre 6-10 haftalarda yük verme hareketlerine başlanır.



**Şekil 2. 35.** Cheng Long ve arkadaşlarının kapalı redüksiyon ve perkutan fiksasyon tekniğinin intraoperatif görünümü

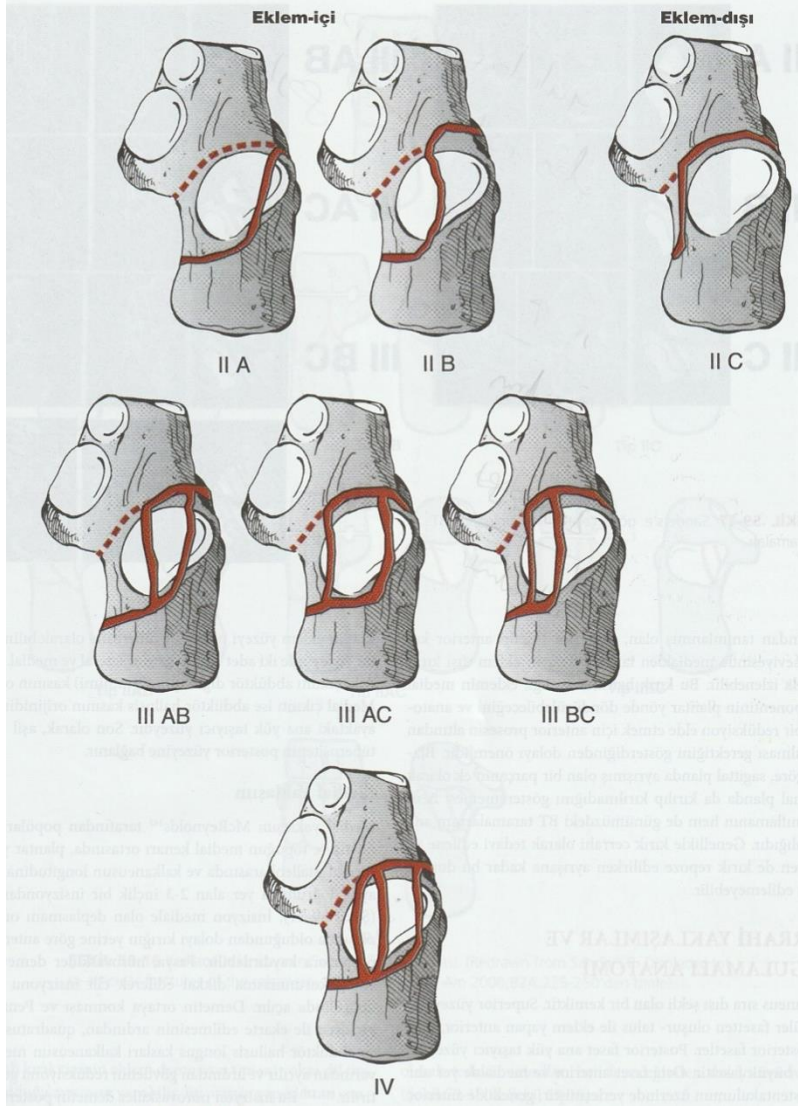


**Şekil 2. 36.** Thomesen BY T. ve arkadaşlarının kalkaneus kırığı kapalı redüksiyonu intraoperatif görünümü



Şekil 2. 37. Kliniğimizde uygulanan kalkaneus kırıklarında kapalı redüksiyonun intraoperatif görünümü

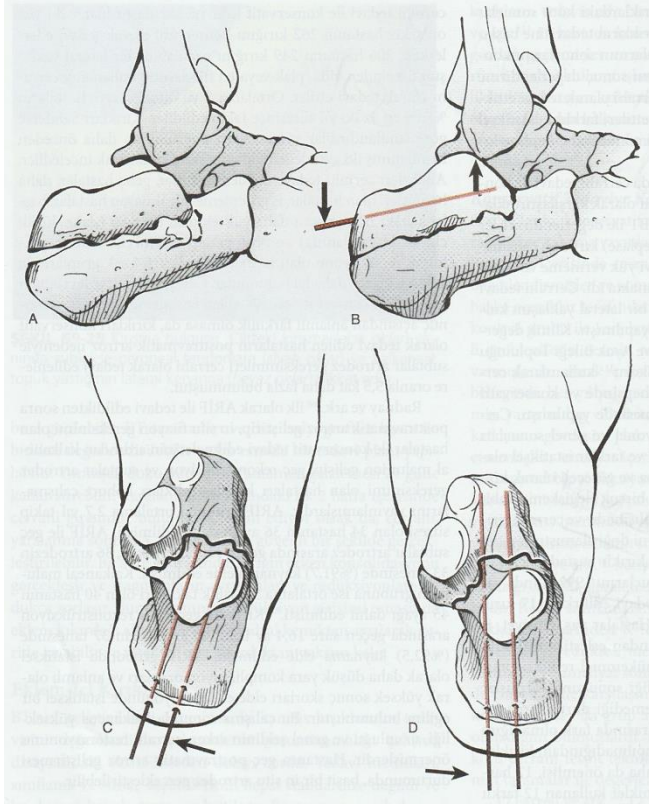
Kalkaneus dil tipi kırıklarında tedavide en çok kullanılan yöntem Tornetta ve arkadaşları(ark.) tarafından Essex-Lopresti tekniği modifiye edilerek bir teknik yayınlanmış ve kırıklar tedavi edilmiştir.



**Şekil 2. 38.** Kalkanus Dil Kırıklarının Sanders Sınıflaması (Rockwood ve Green Erişkin Kırıkları)

Dil tipi kırıklarda kapalı redüksiyon ve perkutan fiksasyon önerilse de Sanders Tip3 kırıklarda ya da Sanders Tip2 A ve B kırıklarda kapalı redüksiyon zordur. Kapalı redükte edilemeyen kırıklarda minimal invaziv açık redüksiyon ya da lateral yaklaşımlı açık redüksiyon tercih edilmelidir.





Şekil 2. 39. Tornetta tarafından modifiye edilen Kalkaneus Dil Kırıkları kapalı redüksiyonu tekniği

### **Minimal invaziv açık redüksiyon internal fiksasyon:**

Minimal invaziv açık redüksiyon ve internal fiksasyon son dönemde daha sık tercih edilen tekniklerden biri olup çok parçalı ve ciddi yumuşak doku problemlerinde seçilen yöntemlerden biridir. Bu teknikle de hastalarda erken rehabilitasyon başlanabilmektedir ve açık cerrahilere göre yumuşak doku problemlerin az olması avantajdır(56). Dezavantajları arasında deneyim gerektirir. Kapalı redüksiyon için tasarlanmış basit mekanizmalı eksternal guidelar ve kemik klempleri de kullanılabilir ya da manuel traksiyon yapıldıktan sonra kalkaneus yüksekliği ve genişliği sanlandıktan sonra çoğunlukla sinüs tarsi üzerinden mini yaklaşımla (sinüs tarsi yaklaşım (STY)) posterior faset yükseltilir ve eklem anatomik redüksiyonu sağlandıktan sonra tespit yapılır. Minimal invaziv cerrahilerde tespit çoğunlukla kanüle tellerle ve vidalarla yapılır ama cerrahın elinde sinüs tarsi plakları mevcut ise minimal insizyondan plağı yerleştirebilirse kalan vidaları perkutan atarak sinüs tarsi plakları da kullanılabilir. Vidaların perkutan atılması kilitli vidaların doğru pozisyonda yerleştirilememesine neden olabilir ve bu durumda cerrahinin dezavantajları arasında yer alır. Ancak birçok vakada iyileşme oranlarının iyi olduğu çalışmalar vardır.

Minimal invaziv cerrahiler henüz tüm merkezler tarafından uygulanmıyor ve uygulama alanı sınırlı olsalar da klinik sonuçların iyi olduğu sonuçlar mevcuttur ve uzun dönem sonuçlar beklenmektedir.

### **Açık Redüksiyon İnternal Fiksasyon:**

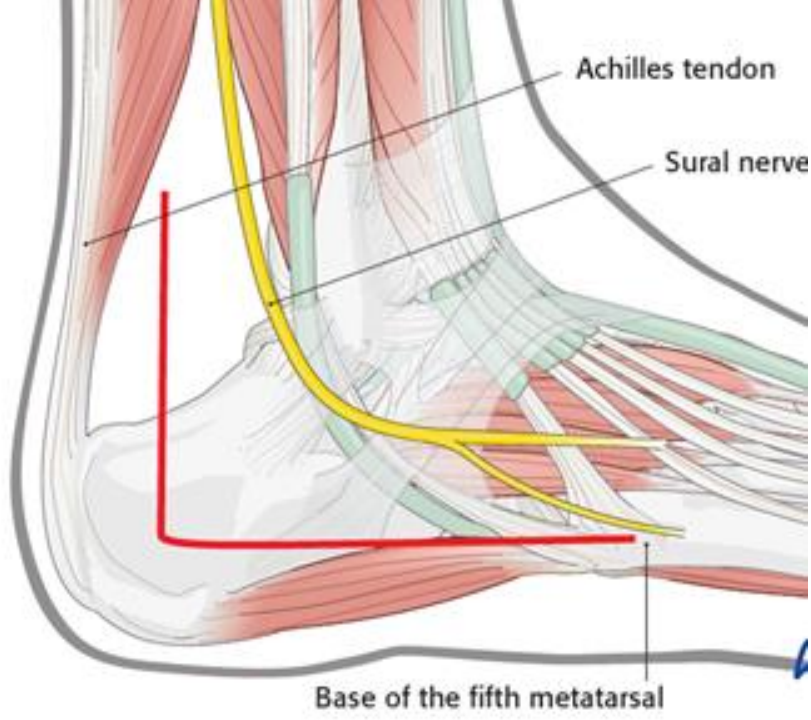
Güncel literatür guidelerde eklem deplasmanı 2mm'den fazla olan kalkaneus kırıklarında tedavi açık redüksiyon ve internal fiksasyondur. Açık redüksiyon için hastanın cerrahi zamanı iyi seçilmelidir. Yumuşak doku hasarı fazla olan hastalarda postoperatif dönemde yara yeri komplikasyonu sık olduğu bildirilmiştir(1, 19, 25, 36, 37, 47).

Yumuşak doku hasarı olan hastalarda elevasyon, soğuk uygulama, elastik bandaj gibi yumuşak doku şişliğini azaltıcı konservatif yöntemler ile yumuşak doku şişliği azaltılmalıdır. Ayak eversiyon ve dorsifleksiyonda cilt katlantıları görülüyor ise yumuşak doku şişliği azalmıştır. Buna kırışıklık testi adı verilir ve cerrahi için uygunluğu gösteren en önemli klinik parametredir(1, 19, 25, 36, 37, 46, 47). Çoğunlukla yumuşak doku şişliği 7-10. Günlerde azalmakla birlikte hastalarda 21.günden önce cerrahi önerilmekle beraber çoklu ekstremite kırıklarında, açık kırık varlığı ve kompartman sendromunda acil cerrahi düşünülmelidir(1, 37, 46, 47, 56).

Kalkaneus kırıklarının açık cerrahi tedavisinde çoğunlukla lateral insizyon kullanılıyor olsa da seçilmiş bazı vakalarda medial insizyon veya sustentakulum üzerinden yapılan insizyon tercih edilir.

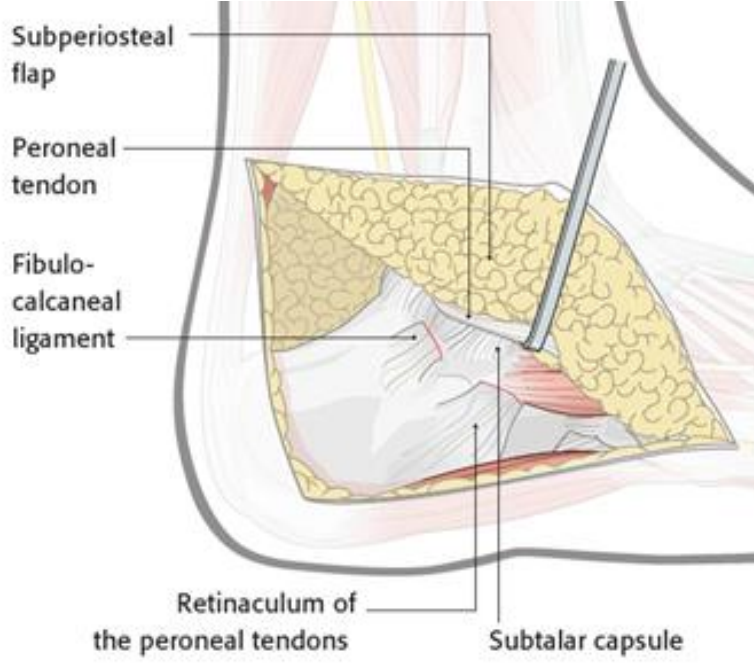
Kalkaneus kırıklarına ekstensil lateral yaklaşımda (ELY) hasta lateral dekübit pozisyonda yatırılır ve femoral turnike uygulanır. Aşil tendon lateralinden başlayıp 5.metatars bazisine uzanan L şeklinde geniş insizyon yapılır. İnsizyon kalkaneokuboid eklemi de içerir. İnsizyon yaparken lateral kalkaneal arter ve sural sinire hasar verilmemelidir bu yüzden insizyon daha inferiordan yapılmalıdır. Ayrıca insizyon yaparken periost ve cilt arasındaki doku hasarlanmamalıdır ve tam kat subperiostal flep doku bütün olarak kaldırılarak korunmalıdır(16, 37, 41, 47).





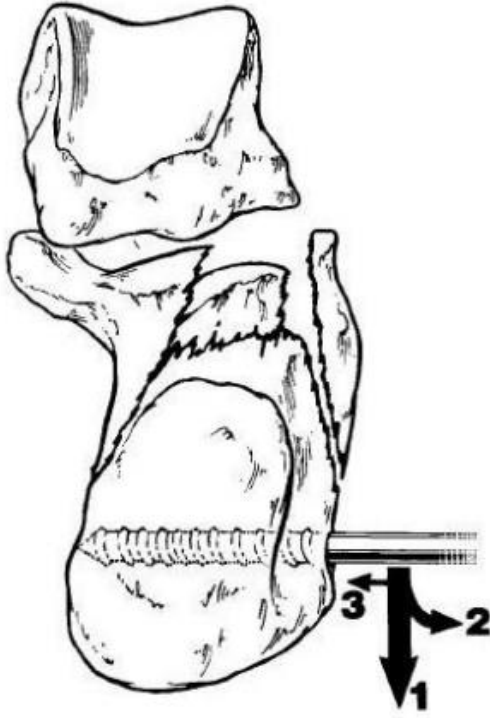
Şekil 2. 40. Kalkaneus kırıklarında Lateral Yaklaşım (surgeryreference.aofoundation.org)

Peroneal tendonlar subperiostal flep ile birlikte kaldırılır ve talus boynuna, lateral malleola ve kuboid kemiğe birer adet kirschner teli koyularak subperiostal doku ekarte edilir ve cerrahi süresince subperiostal dokuya birdaha işlem yapılmaz(16, 37, 41, 47). Sural sinir diseke edilerek ekarte edilmelidir ve diseksiyon ve ekartasyon esnasında hasar verilmemelidir. Sonrasında fibulokalkaneal bağlarda kesilerek kalkaneusun lateral yüzeyi, posterior faset ve kalkaneokuboid eklem ortaya konulur(1, 16, 19, 37, 41, 47).



**Şekil 2. 41.** Lateral yaklaşımda subperiortal dokunun kaldırılmasından sonra fibulokalkaneal bağların görünümü (surgeryreference.aofoundation.org)

İlk redükte edilmesi gereken kırık fragman posterior fasettir. Lateral duvarda deplase fragman varlığında posterior faset görülemiyorsa deplase fragmanları kaldırarak posterior faset ortaya konulmalıdır. Posterior faset çok parçalı ise tüm eklem içi kırık fragmanları anatomik olarak redükte edilmelidir. Posterior fasetten sustentakulum taliye Kirschner telleri ile geçici tespit yapılır. Sustentakulum tali ELY’de direkt görülemeyeceği için kırık varsa redüksiyonu indirekt yapılır. Posterior faset redüksiyonu yapılırken şayet posterior faset deplasmanı fazla ise tüber kalkaneiden Schanz pini atılarak kalkaneusa valgus/varus manevraları ve traksiyon yapılır ve posterior faset anatomik redükte edilir ve yerine yeleştirilir. Kalkaneus kırıklarında ikinci redükte edilecek kırık fragman kalkaneokuboidal eklemdeki fragmandır. Valgus/varus manevraları ile aynı zamanda kalkaneokuboidal eklem kırıkları da redükte edilir ve Kirschner telleri geçici teller gönderilir.(1, 7, 16, 19, 24, 37, 46).



**Şekil 2. 42.** Schanz pininin kırık redüksiyonunda kullanımı (Oklar hareket sırasını, okların kalınlığı uygulanacak kuvvetin büyüklüğünü ifade eder) (Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Extensive intraarticular fractures of the Foot. Surgical management of the calcaneal fractures. Clin Orthop Relat Res 1993; 292: 128-134)

Redüksiyondaki en kritik nokta anterolateral fragmanın posterioru ile süperolateral fragmanın anteriorunun devamlılığın sağlanmasıdır ve bu flouroskopilerde Gissane açısı ile kontrol edilir. Bu redüksiyon sağlandıktan sonra flouroskopiler ile redüksiyon kontrol edilir. Flouroskopide Harris grafisi, Broden grafisi ve yan grafisi çekilerek redüksiyon kontrol edilir. Redüksiyon tam ise posterior fasetin redüksiyonunun devamlılığını sağlamak ve tekrar çökmesini engellemek için posterior fasettan sustentakulum taliye doğru kortikal lag vidası atılır ve lateralden plak yerleştirilir. Son zamanlarda kullanılan plaklar düşük profilli, dayanıklı, kilitli anatomik plaklar ya da T, L şekilli plaklardır. Plak tespitinde kalkaneusun posterior gövdesi, posterior faset ve anterior proçes vidalar için güvenli alanı oluştururlar.(1, 7, 16, 19, 24, 37, 46).

Tespit sonrası redüksiyon amaçlı kullanılan Kirschner telleri ve Schanz pini çıkartılarak kontrol amaçlı Harris grafisi, Broden grafisi ve lateral grafi çekilir. Posterior fasetin altında geniş bir kemik defekti varsa iliak kanattan otojen kemik grefti ya da allojen kansellöz greftler kullanılabilir ancak küçük defektlerde greft kullanımı önerilmez(1, 37, 47).

Kalkaneus kırıklarına medial yaklaşım seçilmiş özel vakalarda tercih edilir ve sınırlı bir kullanımı vardır. Bu insizyon kalkaneusun longitudinal aksına paralel ve topuğun medial duvarın ortasından yapılır. Cilt ve fasya aynı aksta kesildikten sonra nörovasküler demet bulunarak ekarte edilir ve abduktor hallucis longus tendonu ve quadratus plantae kası medial duvardan ayrılarak kırık hattına ulaşılır ve redüksiyon yapılır(1, 19, 57).

Cerrahi sonrası yara yerine dren yerleştirilerek postoperatif 24-48 saat sonrasında çekilir ve hastaya kısa bacak atel ya da Jones bandajı uygulanır. Yara yeri problemi olmayan hastalarda erken hareket başlanır. Klinik ve radyolojik iyileşmeye bağlı olarak 6-8 haftalarda yük verilir ve o zamana kadar yük vermeden aktif hareketlere devam edilir.(1, 37, 47).

## **2.11. Kalkaneus Kırığı Komplikasyonları**

### **Yara Yeri Problemleri:**

Kalkaneus kırığı sonrası en sık görülen komplikasyon yara yeri problemleridir. Yara yeri ayrışması sıklıkla postoperatif ilk 3 hafta içerisinde izlenir ve genellikle insizyon köşesinde görülür. Yara yeri problemi görülen hastalar genellikle sigara kullanımı olan, diyabet ya da immün sistemin baskılandığı ve yara iyileşmesini bozan predispozan faktörlerin olduğu hastalarda daha sık görülür. Yara yerinde enfeksiyon yok ise hastaya oral antibiyotik başlanır. Kuru-ıslak pansuman yapılır ve hastanın aktif eklem hareketleri sonlandırılarak yara yeri iyileşene kadar istirahat ateli yapılır. Eğer hastada enfeksiyon var ise antibiyoterapi intravenöz yolla verilir. Hastaya seri debritlemeler gerekebilir. Enfektif durumda gerileme yoksa veya osteomyelit geliyorsa kalkaneal implantlar çıkartılır, antibiyotikli çimento uygulanır ve tekrarlayan debritlemelere rağmen enfeksiyonda gerileme olmaması durumunda hastanın durumuna göre artrodez veya amputasyon gibi daha radikal cerrahiler düşünülmelidir. Kapatılmayan, cilt ve cilt altı doku defekti olan hastalarda serbest flap doku uygulama ya da cilt defekti durumunda cilt grefti uygulaması yapılmalıdır(1, 25, 37, 41, 47, 56).

### **Peroneal Tendon Problemleri:**

Peroneal dislokasyon ya da peroneal tendinit kalkaneus kırıklarının tedavi sonrası görülen peroneal tendon komplikasyonlarıdır ve sıklıkla kalkaneus lateral

yüzeyinin kırılması ve parçalanması sonrası peroneal tendonun sublukse olması sonrası görülür. Lateral yaklaşımlı cerrahi sonrası plak uygulanan hastalarda sıkışma izlenebilir. Peroneal tendinitte lokal anestezi uygulama, masaj uygulama, manipülasyon ve ayakkabı modifikasyonu fayda sağlamazsa cerrahi olarak peroneal tendon dekompresyonu gerekir. Konservatif tedaviden fayda görmeyen peroneal tendon dislokasyonunda ise peroneal tendonlar fleksör retinakulumlar rekonstruktif edilmelidir(1, 25, 37, 41, 47).

### **Nörolojik Komplikasyonlar:**

Kalkaneus kırıkları cerrahi tedavisi sonrası en sık görülen nörolojik komplikasyon sural sinir hasarıdır. Sural sinir hasarı olan hastalarda genellikle ek bir cerrahi girişime gerek kalmaz ve hastaların takiplerinde gerileme olduğu görülür. Şayet sural sinirde nörinom gelişmiş ise eksizyonel biyopsi yapılması gerekir(1, 25, 37, 41, 47).

Tibialis posterior sinirin hasarı diğer bir nörolojik komplikasyondur. Tibialis posterior hasarı en sık medial yaklaşımlı kalkaneus kırıklarının tedavisinde görülür ve insizyon esnasında yaralanabilir. Medial yaklaşımlı kalkaneus kırıklarının postoperatif döneminde yara yerinde skarlaşma, hiperfibrozis durumlarında ya da konservatif tedavi ile takip edilen kırıklarda yanlış kaynamaya bağlı olarak tibialis posterior sinir tuzak nöropatisi görülür. Tedavisi cerrahi olup tibialis posterior sinire dekompresyon yapılması gerekir(1, 25, 37, 41, 47).

Nadir görülen bir diğer nörolojik komplikasyon refleks sempatik distrofidir. Tüm kalkaneus kırıklarında tedavi şekline bağlı olarak görülebilir. Çok şiddetli ve geçmeyen ağrı, ayakkabı ve çorap giymeye tahammül edememe, soğuğa aşırı duyarlılık refleks sempatik distrofinin bulgularıdır. Erken dönem tedavide masaj uygulama ve hareket fayda gösterebilirken fayda görmeyen hastalarda lomber sempatik sinir bloğu yapılır(1, 25, 37, 41, 47).

### **Artroz:**

Konservatif tedavi edilen kalkaneus kırıklarında tedavi gerektiren en sık komplikasyon subtalar artrozdur. Cerrahi yöntemlerle tedavi edilen kalkaneus kırıklarında ise eklem yüzey kırıklarında oluşan hasar nedeni subtalar artroz izlenebilmektedir. Subtalar artroz 3 evrede incelenir. Evre 1'de subtalar eklemde

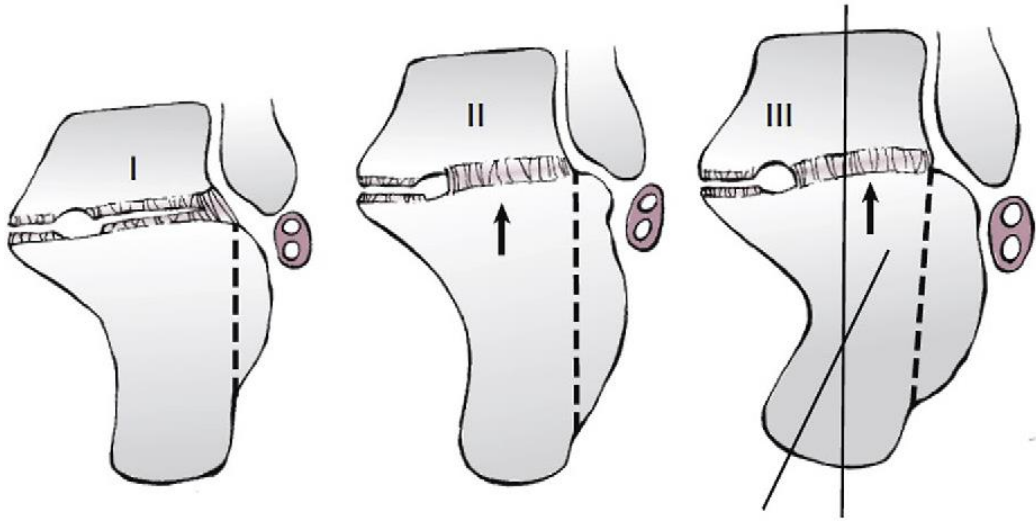
daralma olmadan osteofit varlığı olması, evre 2'de subtalar eklemden osteofit varlığından bağımsız eklem daralmasının bulunması, evre 3'de subtalar eklemden total ya da subtotal eklem daralması ile olabilen eklem deformasyonunun bulunmasıdır. Ağrının subtalar eklemden kaynaklandığını anlamak için subtalar eklemde lokal anestezi madde enjeksiyonu yapılır. Ağrı geçiyorsa ortez, analjezik tedavi, ayakkabı modifikasyonu gibi konservatif tedaviler denenir ancak ağrı geçmiyorsa ya da konservatif tedaviden fayda görmeyen hastalara subtalar artrodez yapılabilir(1, 37, 46).

Cerrahi tedavi esnasında kalkaneokuboidal eklem restorasyonunun yeterli sağlanamaması halinde ya da cerrahi sonrası kalkaneokuboidal eklemden redüksiyon kaybı olan hastalarda kalkaneokuboidal artrit izlenebilir. Bu hastalarda da önce konservatif yöntemler denenir ancak şikayetlerde gerileme yoksa kalkaneokuboidal artrodez uygulanır.

#### **Kalkaneal Yanlış Kaynamalar(malunion):**

Kalkaneal malunionlar sıklıkla konservatif tedavi ile takip edilen hastalarda ya da cerrahi yapılmasına rağmen anatomik restorasyonun sağlanamadığı hastalarda izlenir. Çok geniş bir klinik yelpazesi vardır. Hastalarda peroneal tendinit ya da peroneal dislokasyon, sural sinir ya da tibialis posterior sinirde nörit, kalkaneusta varus ya da valgus dizilim bozukluğu, ağrılı subtalar eklem bunlardan en sık görülenleridir(1, 25, 37, 41, 47).

Stephen-Sanders sınıflaması en sık kullanılan ve BT sınıflamasına dayanan kalkaneus malunion sınıflamasıdır. Stephen-Sanders sınıflamasında 3 tip kalkaneal malunion tarif edilmiştir. Tip1 malunionlarda kalkaneus lateralinde ekzositoz ile birlikte olabilen subtalar eklem lateralinde artroz vardır. Tip2 malunionlarda ise subtalar eklemde tamamını içeren artroz ve kalkaneus lateralinde geniş bir ekzositoz vardır. Tip3 malunionlarda subtalar artroz, arka ayak ağrısı, lateral ekzositoza ilaveten kalkaneusda varus ya da valgus malpozisyonu izlenir.



Şekil 2. 43. Stephen-Sanders kalkaneus Malunion Sınıflaması

### **3. MATERYAL METOD**

#### **3.1. Araştırmanın Amacı ve Tipi**

Bu çalışmada kalkanus kırıklarında farklı tekniklerle opere edilmiş hastaların klinik, fonksiyonel ve radyolojik sonuçların derlenerek karşılaştırıldığı retrospektif bir çalışmadır.

#### **3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Hasta Seçimi**

Çalışmamıza Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi'nde 2010 yılı ve sonrasında kalkanus kırığı nedeniyle opere olmuş ve takiplerine düzenli olarak gelmiş 92 kalkanus kırığı olan 83 hasta dahil edilmiştir. Hastalar operasyon sonrası en az 6 ay kontrollerine düzenli olarak gelmiştir.

#### **3.3. Preoperatif Hazırlık**

Hastalar ilk olarak acil serviste kapsamlı değerlendirilmiştir. Multitravma ve diğer ekstremitte kırıkları için muayene ve görüntüleme yapılmıştır. Tüm hastaların ayak bilek ap ve yan grafileri ile beraber ayak bilek BT çekilmiştir. Açık kırığı olan hastaların tetanoz ve antibiyotik profilaksileri acil serviste başlanmış ve tüm hastalara cerrahiye kadar geçen sürede kısa bacak atel ile geçici tespit yapılmıştır. Kalkanus kırıkları Sanders Sınıflaması ile sınıflandırılmıştır. Preoperatif grafilerde Böhler açısı ve Gissane açısı ölçülmüştür. Yüksek enerjili travma geçiren hastaların ve multisistemik yaralanması olan hastaların ilave görüntülemeleri yapıldıktan sonra acil gözlem süresi tamamlandığında hastalara servis yatışı verilmiştir. Hastalara kısa bacak atelde soğuk uygulama ve elevasyon uygulanmış, immobilize olmaları sebebiyle de antiemboli profilaksisi kilolarına göre doz hesaplaması yapılarak düşük molekül ağırlıklı heparin ile sağlanmıştır.

Hastaların serviste rutin biyokimya testleri (tam kan sayımı, biyokimya, kanama ve pıhtılaşma zamanı), kan grubu ve elisa testleri, akciğer grafisi ve elektrokardiyografileri çalışılmış olup ek hastalığı olan hastalar preoperatif ilgili bölümlere danışılarak sistemik olarak hazırlıklar tamamlanmış ve anestezi onayı alınmıştır. Hastaların cerrahiye kadar geçen süre ve toplam yatış süresi kayıt edilmiştir.

İntraoperatif redüksiyon ayak bilek ap ve yan grafi, Broden grafisi ve Harris grafisi ile değerlendirilmiş ve redüksiyonun yeterliliğine ayrıca Böhler ve Gissane açısının normale gelmesi ile karar verilmiştir. Operasyon sonrası hastalara kısa bacak



atel uygulanmış ve postoperatif takiplerinde soğuk uygulama ve elevasyon yapılmıştır. Postoperatif hastalara ayak bilek ap, Harris grafisi ve ayak bilek yan grafisi çekilmiş olup yan grafide Böhler ve Gissane açıları ölçülmüştür.

### **3.4. Cerrahi Teknik**

Essex-Lopresti tekniği ile opere edilen hastalarda deplase kemik fragman Schanz pini yardımıyla redükte edildi ve kalkaneusa posteriordan Schanz pini gönderildi. Flouroskopi ile Böhler ve Gissane açısının restorasyonu, ayak bilek yan grafi, Harris grafisi ve Broden grafisi ile kırık redüksiyonu değerlendirildi. Redüksiyon sağlandıktan sonra hastaya kısa bacak alçı yapılmış olup 6 hafta sonra kısa bacak alçı açılarak ve Schanz pini çıkartılarak ayak ve ayak bilek hareketleri başlanmıştır.

ELY ile açık redüksiyon internal fiksasyon yapılan hastalar için öncelikle cerrahi insizyon alanında varsa şişlik cerrahi için güvenli hale gelene kadar beklenir. İnsizyon alanı güvenli hale geldikten sonra hastalar lateral dekübit pozisyonda ameliyat masası hazırlanır ve turnike sıkılır. Lateral insizyon yapıldıktan sonra subperiostal flep kaldırılarak ekarte edilir. Redüksiyon yapıldıktan sonra kalkaneus plakları ve vidalar ile fiksasyon yapılır. Yara yeri yıkandıktan sonra kapatılır ve pansuman yapılır. Postoperatif kısa bacak atel yapılır.

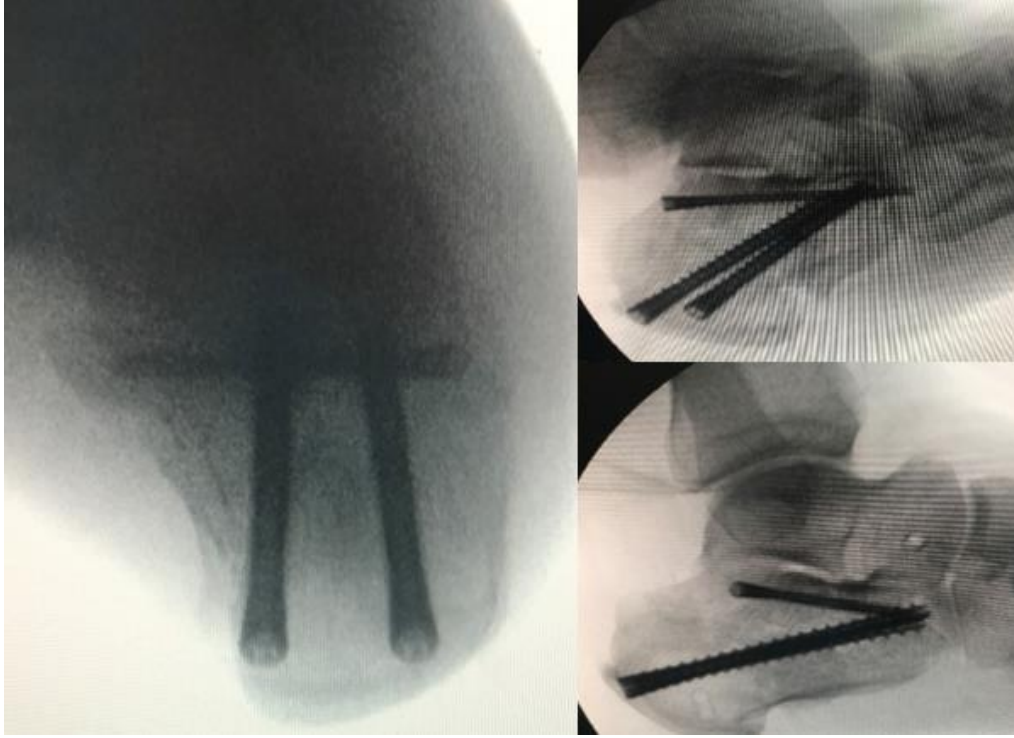
Redüksiyona yardımcı olması ile tasarladığımız eksternal guide kullanarak kapalı redükte ettiğimiz hastalar da mevcuttur. Hastalar lateral dekübit pozisyonda ameliyat masası hazırlanır. 1 adet Steinman teli kalkaneus lateral yüzeyinden mediale doğru medialden çıkacak şekilde tüber kalkaneiden, 1 adet Steinman teli de talus boynundan gönderilir. Eksternal guide ayak bileğinin her iki yüzeyindeki Steinman tellerini içine alacak şekilde kurulur. Kalkaneusa distraksiyon yaptırılarak kırık tipine göre kalkaneal varus ya da varus distrakte edilerek düzeltilir. Posterior faset bir elevatör veya Kirschner teli yardımıyla kapalı redükte edilir. Ayak bilek yan grafi, Broden grafisi ve Harris grafisi ile redüksiyon kontrol edilir. Subtalar eklem redüksiyonunu stabil hale getirmek için subtalar eklem inferiorundan sustentakulum taliye doğru 1 adet kanüllü başsız vida, kalkaneusun uzun aksından 2 adet kanüllü başsız vida perkutan gönderilerek kırık stabil hale getirilir. Vida atılan yerler yıkanarak primer kapatılır. Pansuman yapıldıktan sonra kısa bacak atel yapılır.



**Şekil3. 1.** Eksternal guide yardımcı kapalı redüksiyon yapılacak hastaların ameliyat masasında hazırlanışı



Şekil3. 2. Eksternal guide kullanımının intraoperatif görüntüsü



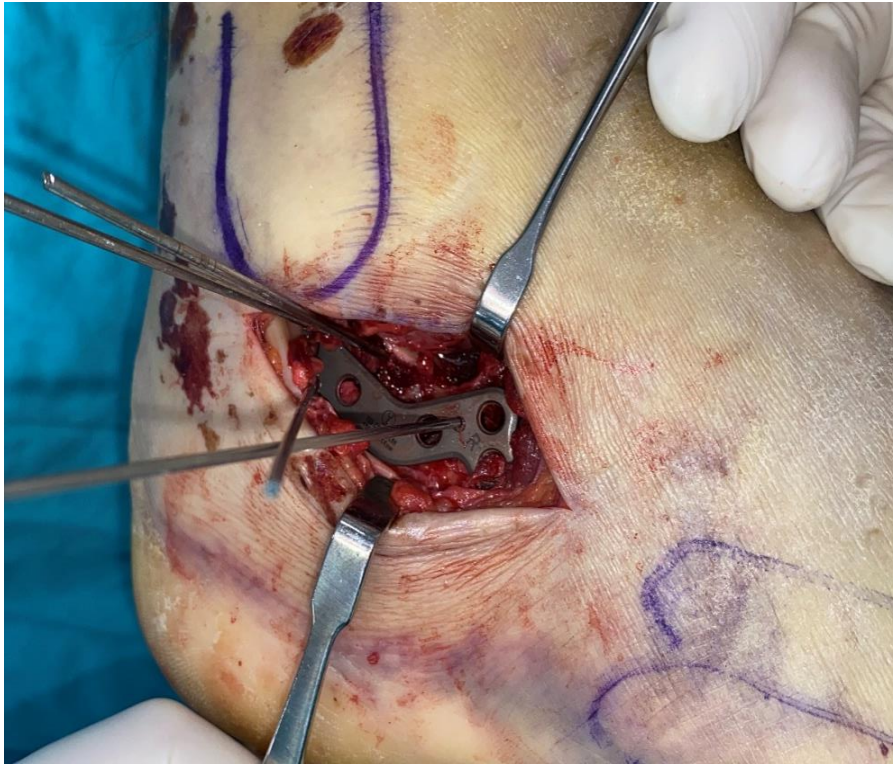
**Şekil3. 3.** İntraoperatif kalkaneus yan, Broden ve Harris grafisi

Minimal invaziv açık redüksiyon yaptığımız hastalarda hastalar ameliyat masasında lateral dekübit pozisyona alınır ve turnike sıkılır. STY yapılır, peroneal tendonlar bulunarak inferiora ekarte edilir. Subtalar eklem açık redükte edilir ve flouroskopi ile redüksiyon kontrol edilerek sinüs tarsi plağı yerleştirilir ve perkutan mini insizyonlar yapılarak kalkaneusa fikse edilir. Sonrasında kalkaneus aksı boyunca medialden ve lateralden 2 adet başsız kanüllü vida yerleştirilir. Flouroskopi yardımıyla yan grafi, Broden ve Harris grafisi çekilir ve Böhler ve Gissane açısı ve redüksiyon kontrol edilir. Yara yerleri yıkanarak primer kapatılır, pansuman yapılır ve kısa bacak atele alınır.





Şekil3. 4. Sinüs tarsi plağı



Şekil3. 5. Minimal invaziv açık redüksiyon intraoperatif görünümü

Subtalar eklem STY yardımıyla açık redüksiyon tercih ettiğimiz hastaların bazılarında kalkaneal varusu Harris grafisiyle kontrol ettiğimizde yeterli düzeltemediğimiz hastalar oldu. Bu hastaların redüksiyonunda insizyonumuzu etkilemeyecek şekilde varusu düzeltme amaçlı eksternal guide kullandık. Tuber kalkanei ve talus boynundan 2 adet Steinman teli göndererek kalkaneus lateral taraf distraksiyonunu medial taraf distraksiyonundan az yaparak kalkaneal varusu düzeltip sinüs tarsi plağı ve kalkaneal aksa paralel 2 adet kanüllü başsız vida kullanarak

redüksiyonunun sürekliliğini sağladık. Flouroskopi ile yan grafi, Broden ve Harris grafisi çekerek redüksiyonu kontrol ettik. Yara yerlerini bol yıkayarak kapattık ve pansuman yapıp ayağı kısa bacak atele alındı.



**Şekil3. 6.** Kalkaneal varusu düzeltmek için eksternal guide kullanımı ve sinüs tarsi üzerinden mini yaklaşım ve subtalar eklemin açık redüksiyonunun intraoperatif görünümü



**Şekil3. 7.** Eksternal guide yardımlı sinüs tarsi yaklaşım plak ile tespit yapılan hastanın intraoperatif harris grafisi (kalkaneal varusun düzeltilmesi)

### 3.5. Cerrahi Sonrası Bakım ve Takip

Essex-Lopresti tekniği ile opere edilen hastalara cerrahi sonrası kısa bacak alçı yapılır. Postoperatif servis takiplerinde elevasyon yapılır ve kontrol grafileri çekilir. Genel durumu uygun hale geldiklerinde taburcu edilir. 2 hafta aralıklarla poliklinik şartlarında kontrolleri yapılır ve klinik, radyolojik takipleri yapılır. Hastalara 6 hafta hareket verilmez. 6 hafta sonra kısa bacak alçı çıkartılır ve radyolojik iyileşmenin durumuna göre hastaya yük verme egzersizleri ve ayak bilek egzersizleri başlanır. Hastaların klinik, fonksiyonel ve radyolojik iyileşmeleri 3. ve 6. aylarda tekrar kontrol edilir.

STY açık redüksiyon, ELY açık redüksiyon ve kapalı redüksiyon perkutan fiksasyon (KRPF) yapılan hastalar postoperatif kısa bacak atel ile servise alınır. Serviste elevasyon ve soğuk uygulama uygulanır. Kontrol grafileri çekilir. Hastaların taburculukları uygun olduğunda taburcu edilir ve 2 hafta aralıklarla poliklinik kontrolleri yapılır. 2 hafta sonra yara yeri iyileşen hastaların süturları alınır ve hastalara ayak bilek egzersizleri başlanır. Hastalara yük verici egzersizler başlanmaz. 6. haftada çekilen kontrol grafi ile radyolojik iyileşme değerlendirilir ve hastalara yük verme egzersizleri başlanır. Hastalar 3. ve 6. aylarda tekrar değerlendirilir.

Tüm hastaların fonksiyonel iyileşmeleri The American Orthopaedic Foot & Ankle Society (AOFAS) skoru ile takip edilir. Tüm hastalar 3. ve 6. ay kontrollerinde AOFAS skorları ölçülür. AOFAS ayak bilek skorlamasında alınabilecek en fazla puan 100 puandır. 90 ve üzeri puan mükemmel sonuç, 80-90 arası sonuç iyi sonuç, 70-80 arası sonuç orta sonuç alındığını ifade eder. Hastaların radyolojik iyileşmeleri preoperatif, postoperatif ve 6. ay grafilerinde Böhler ve Gissane açıları ölçülerek değerlendirilir. Hastaların uzun dönem takiplerinde gelişebilecek komplikasyonlar ve subtalar artroz ile beraber subtalar artrodez veya hastalara uygulanan ek cerrahi işlemler hastaların dosyalarına kaydedilir.

**Tablo3.1. AOFAS Ayak Bileği Skorlama Sistemi**

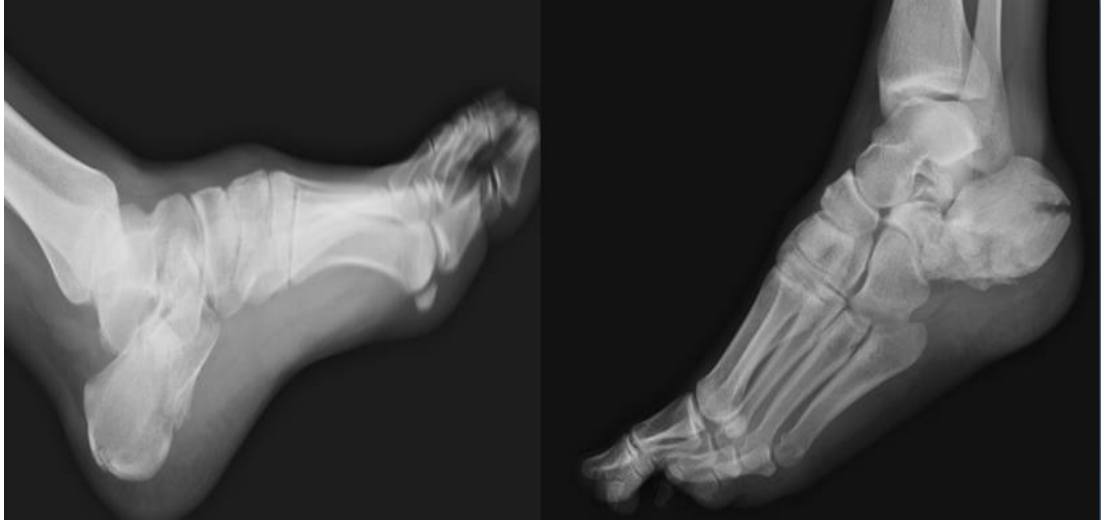
AOFAS Ayak Bileği Skorlama Sistemi (Toplam 100 puan)	
Ağrı (Toplam 40 puan)	
Hiç yok	40
Az ve nadiren	30
Orta ve hergün	20
Ciddi, her zaman	0
Fonksiyon (Toplam 50 puan)	
Aktivite kısıtlamaları, destek ihtiyacı	
Kısıtlama yok, destek kullanmıyor	10
Günlük aktivitelerde kısıtlılık yok, sportif fonksiyon kısıtlı, destek yok	7
Günlük aktivite ve sportif fonksiyon kısıtlama, destek ihtiyacı	4
Ciddi kısıtlanma, destek, koltuk değneği kullanma	0
Maksimum yürüme mesafesi	
Kısıtlama yok	5
1 kilometreden az	4
500 metreden az	2
100 metreden az	0
Yürüme zemini	
Her zeminde yürüme	5
Merdiven ve engebeli arazide minimal zorluk	3
Merdiven ve engebeli arazide ciddi zorluk	0
Yürüme bozukluğu	
Hiç yok veya çok az	8
Belirgin	4
Ciddi	0
Sagittal hareket (Fleksiyon ve ekstansiyon toplamı)	
Normal veya çok az kısıtlanma (30° veya daha fazla)	8
Orta (15-29°)	4
Ciddi kısıtlanma (15°'den az)	0
Ayak arka bölge hareketleri (İnversiyon ve eversiyon toplamı)	
Normal veya minimal kısıtlılık (normalin %100 ile %75'i)	6
Orta (normalin %75 ile %25'i)	3
Ciddi kısıtlanma (normalin %25'inden az)	0
Ayak bileği e ayak stabilitesi	
Stabil	8
Kesinlikle instabil	0
Ayağın uyumu (Toplam 10 puan)	
İyi, plantigrade ayak	10
Orta	5
Kötü	0



### 3.6. Vaka Örnekleri

#### Vaka 1

24 y erkek hasta 7 metre yüksekliğinde balkondan düşme şikayeti ile acil servisten tarafımıza danışıldı. Hasta acil serviste değerlendirildi. Sol kalkaneus Sanders tip 3BC kırığı tanısı konuldu, sol ayak bilek ve topukta şişlik mevcut olup ek patoloji izlenmedi. Preoperatif hazırlık amacıyla servis yatışı yapıldı ve 19.saate operasyona alındı.



Şekil3. 8. Vaka 1 preoperatif grafileri

Hastanın preoperatif BT ve grafileri değerlendirildi. Sanders tip 3BC kırığı olan hastanın preoperatif grafilerinde Böhler açısı  $8.2^{\circ}$ , Gissane açısı  $110.4^{\circ}$  olarak ölçüldü. Hastanın şişliği olmasına rağmen guide yardımlı KRPF yapılması planlandı.



**Şekil3. 9.** Vaka 1 preoperatif BT görüntüleri

Hasta lateral dekübit pozisyonda cerrahi masasına alınmış, eksternal guide kurularak flouroskopi altında kapalı redükte edilmiş ve 4 adet kanüler vida ile tespit yapılmış, vida için mini insizyonlar yapılmış, cerrahi sonrası kısa bacak atel uygulanmıştır.



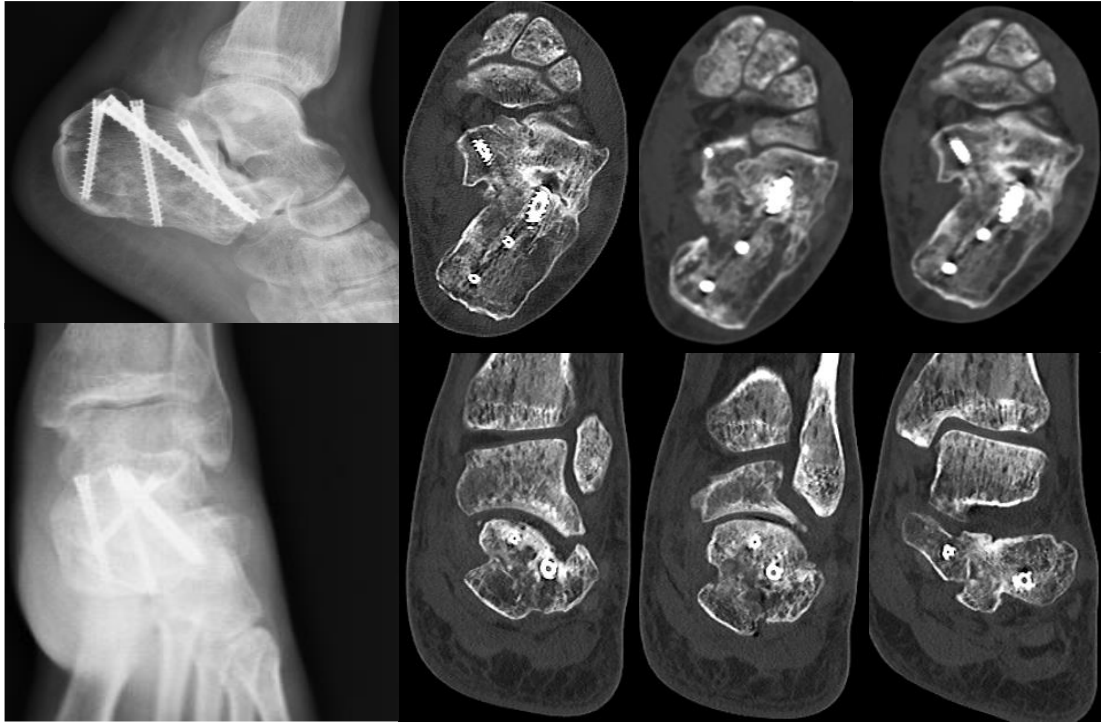
Şekil3. 10. Vaka 1 cerrahi esnasında çekilen flouroskopi görüntüleri



Şekil3. 11. Vaka 1 postoperatif grafileri

Hastaya serviste soğuk uygulama ve elevasyon yapılmış, ağrı takibi ve analjezik uygulama yapılmış, çekilen grafilerde Böhler açısı  $23.2^\circ$  Gissane açısı  $112.5^\circ$  ölçülmüştür. Hasta başvurunun 3.gününde taburcu edilmiş ve kısa bacak atel uygulanmıştır. 17. Gün kontrolünde yara yerindeki süturlar alınmış, hastaya yük vermeden ayak bilek egzersizleri başlanmıştır. 45.gün kontrolünde yük verme egzersizleri başlanmıştır.

Hastanın 3.ay kontrollerinde AOFAS skoru 60 gelmiş olup aktif egzersiz rehabilitasyonuna devam edilmiştir. 6.ay kontrollerinde hastanın şikayetleri gerilemiş, nadiren ağrı şikayeti mevcut olup AOFAS skoru 88 gelmiştir. 6.ay grafisinde Böhler açısı  $20.2^\circ$ , Gissane açısı  $110.5^\circ$  ölçülmüştür.



Şekil3. 12. Vaka 1 6.ay kontrolündeki grafi ve BT görüntüleri

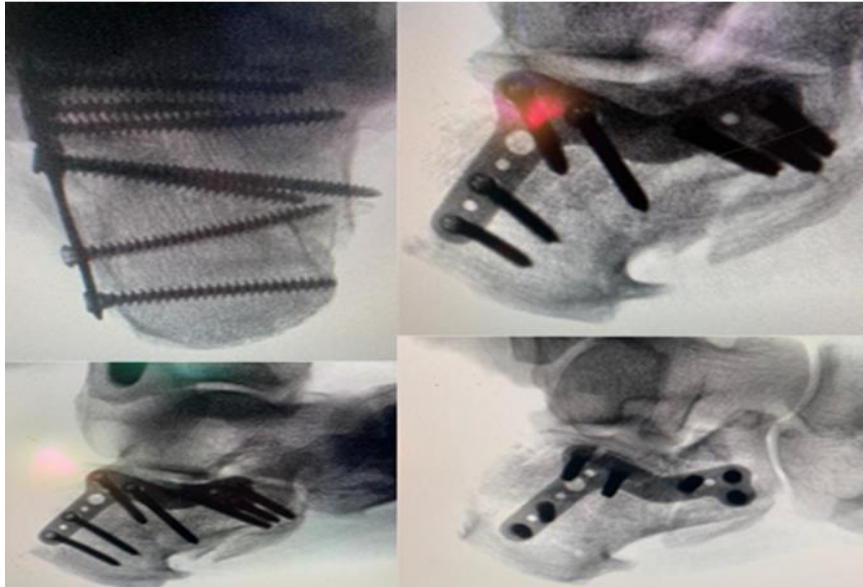
## Vaka 2

59 y erkek hasta araç içi trafik kazası sonrası sağ ayak ağrısı şikayeti ile tarafımıza danışılmış olup acil serviste değerlendirilen hastaya sağ kalkaneus kırığı tanısı konulmuş ve ortopedi servise yatırışı yapılmıştır.



**Şekil3. 13.** Vaka 2 preoperatif grafi ve BT görüntüleri

Hastanın preoperatif grafisinde Böhler açısı  $12.4^\circ$ , Gissane açısı  $106.8^\circ$  gelmiş, Sanders tip 3AC kırık nedeniyle hastaya STY sinüs tarsi plağı ve kanüller vida ile tespit planlanmıştır.



**Şekil3. 14.** Vaka 2 intraoperatif flouroskopi görüntüsü

Hasta lateral dekübit pozisyonda cerrahi masasına alınmış, STY yapılmış olup peroneal tendonlar ekarte edilerek posterior faset elevatör yardımıyla redükte edilmiş ve sinüs tarsi plağı yerleştirilip perkutan vidalar gönderilmiştir. İnsizyon yerleri bol yıkanarak primer kapatılmış pansuman yapılarak postoperatif kısa bacak atel yapılarak servise alınmıştır.



**Şekil3. 15.** Vaka 2 postoperatif grafi görüntüleri

Hasta serviste elavasyon ve soğuk uygulama yapılmış olup ağrı palyasyonu uygulanmıştır. Postoperatif çekilen grafilerde Böhler açısı  $22^\circ$ , Gissane açısı  $121.1^\circ$  ölçülmüştür. Hasta başvurunun 3.gününde taburcu edilmiştir.

Hasta cerrahinin 16.gününde poliklinik kontrolünde yara yerindeki süturları alınmış, yük vermeden ayak bilek egzersizleri başlanmıştır. 44.gün kontrollerinde yük verme egzersizleri başlanmıştır. 3.ay kontrollerinde hastanın AOFAS skoru 75 gelmiştir.

Hastanın 6.ay kontrollerinde çekilen grafide Böhler açısı  $19.1^\circ$ , Gissane açısı  $115.6^\circ$  gelmiş olup AOFAS skoru 89 olarak hesaplanmıştır.



Şekil3. 16. Vaka 2 6.ay grafileri

### Vaka 3

48 yaş erkek hasta 4 metre yüksekliğinden düşme sonrası acil servise başvurdu ve hasta acil serviste değerlendirildi. Hastanın sol ayak bileği ağrısı mevcuttu ve fizik muayenesinde sol ayak bileğinde şişlik mevcuttu. Hastanın acil serviste çekilen grafilerinde sol lateral malleol nondeplase kırığı ve sol kalkaneus Sanders tip 3AC kırık tanısı konuldu ve ortopedi servise yatırıldı.



Şekil3. 17. Vaka 3 preoperatif grafileri

Hastanın çekilen grafilerinde Sanders 3 AC kırığı vardı ve preoperatif grafilerinde Böhler açısı  $6.5^\circ$ , Gissane açısı  $109.5^\circ$  olarak ölçüldü. Hasta cerrahi amacıyla servise yatırıldı ve preoperatif hazırlıklar yapıldı.





Şekil3. 18. Vaka 3 preoperatif BT görüntüleri

Hasta başvurunun 1.gününde cerrahiye alınmış olup eksternal guide yardımlı kapalı redüksiyon yapılarak 4 adet perkutan kanüler vida ile tespit yapılmıştır.

Hasta cerrahi sonrası kısa bacak atel yapılarak servise alınmıştır. Serviste elevasyon ve soğuk uygulama yapılmış, ağrı palyasyonu uygulanmış, postoperatif grafileri çekilmiştir. Çekilen grafisinde Böhler açısı  $24.8^\circ$ , Gissane açısı  $113.9^\circ$  ölçülmüştür.



Şekil3. 19. Vaka 3 postoperatif grafileri



Hasta başvurunun 3.gününde taburcu edilmiştir. 15.gün kontrollerinde süturları alınmış ve yük vermeden ayak bilek egzersizleri başlanmıştır. 45. Gün kontrollerinde yük verme egzersizleri başlanmıştır. Hastanın 3.ay kontrollerinde AOFAS skoru 40 gelmiş ve hasta sürekli olan ağrı şikayetinden yakınmıştır.



**Şekil3. 20.** Vaka 3 postoperatif 3.ay kontrollerindeki grafileri

Hastanın 6.ay kontrollerinde AOFAS skoru 48 gelmiştir. Hastanın ağrı şikayetleri devam etmekte olup ayak bilek hareketlerinde kısıtlılık mevcuttur. Hastanın çekilen ayak bilek grafilerinde Böhler açısı  $27.1^\circ$ , Gissane açısı  $99.9^\circ$  olarak ölçülmüştür. Hastada komplikasyon olarak subtalar artroz izlenmiştir. Hastanın evre 3 subtalar artroz olması sebebiyle hastaya subtalar artrodez planlanmıştır.

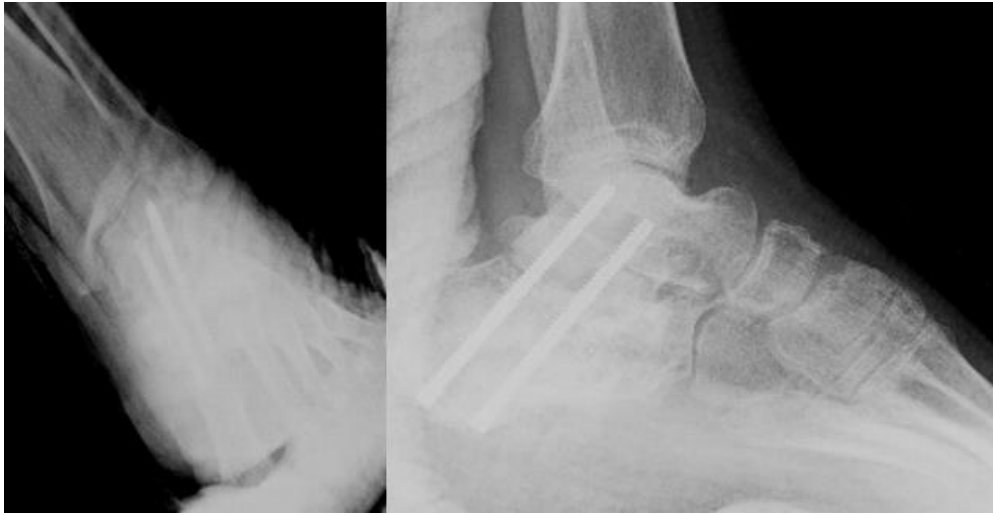


**Şekil3. 21.** Vaka 3 postoperatif 6.ay grafileri

Hastaya distraksiyon subtalar artrodez planlanmış olup başvurunun 7.ayında opere edilmiştir. Hastanın implantları çıkartılmış olup subtalar eklem distrakte edilerek kalkaneus yüksekliği sağlanmış ve iliak kanattan alınan otogreft subtalar ekleme impakte edilerek kanüle vidalar ile tespit yapılmıştır.

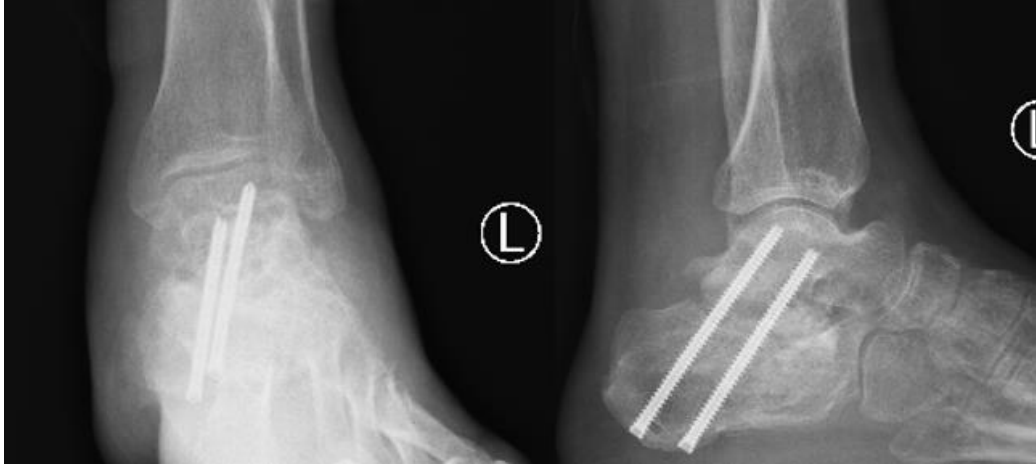


**Şekil3. 22** Vaka 3 distraksiyon subtalar artrodez intraoperatif görünümü



**Şekil3. 23.** Vaka 3 artrodez sonrası postoperatif grafileri

Hastanın artrodez sonrası 6 hafta kısa bacak ateli ile takip edilmiş olup sonrasında atel çıkartılmış ve yük verme egzersizlerine başlanmıştır. Hastanın kalkaneus kırığı oluşumunun 1.yılında AOFAS skoru 84 gelmiştir.



**Şekil3. 24.** Vaka 3 artrodezin 3.ay grafileri

### **3.7. Araştırmanın Etik Boyutu**

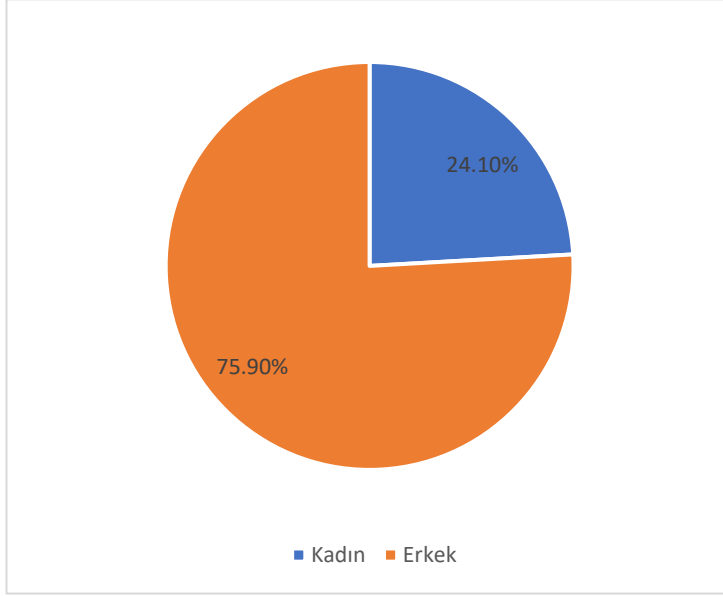
Araştırmaya başlamadan önce Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırma Etik Kurulundan 10.02.2023 tarihli 2023/4181 karar sayılı etik kurul izni alınmıştır(bkz. EK-A).

### **3.8. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi**

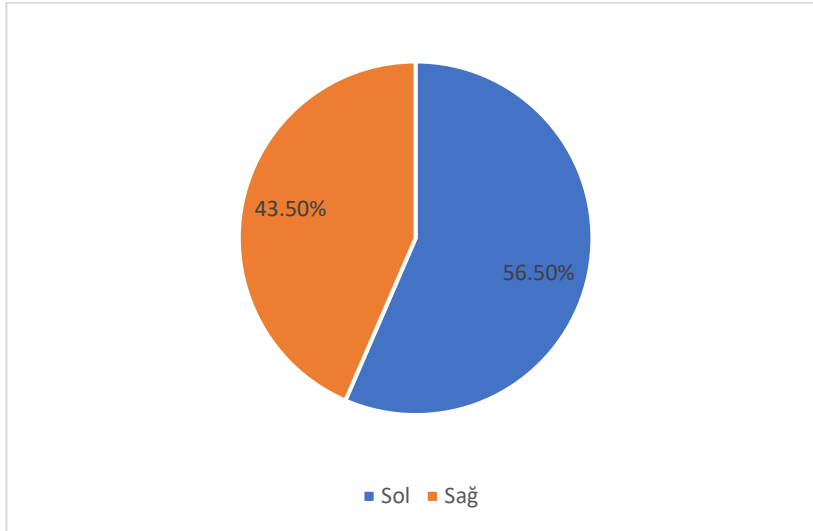
Verilerin istatistik analizi için IBM SPSS Statistics Versiyon 25.0 paket programı kullanılmıştır. Verilerin minimum, maximum, ortalama analizleri yapılmıştır. Normal dağılıma uymayan grupların karşılaştırmalarında non-parametrik Kruskal-Wallis testi kullanılmış, ikili grupların karşılaştırılmasında non-parametrik ANOVA testi kullanılmıştır. Gruplar arası verilerin kurulan hipotezlerindeki korelasyon ilişkileri korelasyon analizleri ile değerlendirilmiştir.

#### 4. BULGULAR

20 kadın(%24.1) 63 erkek(%75.9) olmak üzere toplam 83 hastamız mevcuttu. 11 hastanın bilateral kalkaneus kırığı mevcuttu ve 2 hastanın sadece sağ tarafı opere edildi ve sol tarafı konservatif izlenmiş olup 9 hastanın bilateral cerrahisi yapılmış olup 52 sağ(%56.5) kalkaneus kırığı ve 40 sol(%43.5) kalkaneus kırığı opere edilmiştir. Hastaların yaşları incelendiğinde minimum 16 maksimum 76 yaşında olup ortalama 36.55'tir.

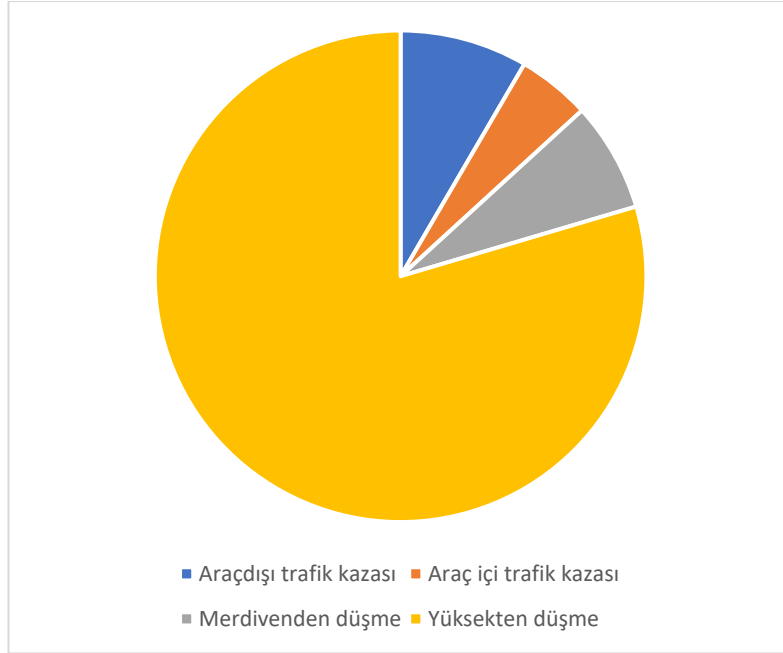


**Grafik4.1.** Hastaların cinsiyet dağılımı



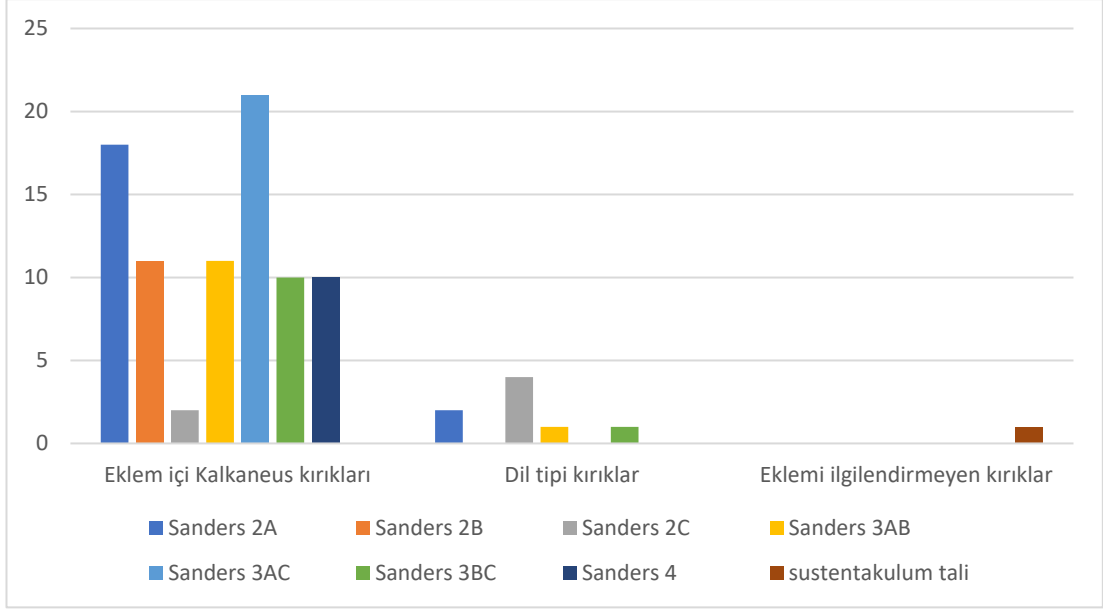
**Grafik4.2.** Kalkaneus kırıklarının taraf dağılımı

Hastaların kalkaneus kırıkları 7 hastada araçdışı trafik kazası(%8.4), 4 hasta araç içi trafik kazası(%4.8), 6 hasta merdivenden düşme sonrası(%6.4), 66 hastada yüksekten düşme sonrasında(%80.48) görülmüştür.



**Grafik4.3.** Kalkaneus kırık etyolojisi

Opere ettiğimiz hastaların kalkaneus kırıklarının sınıflamasına baktığımızda sustentakulum tali kırığı olan 1 hasta, 8 hastanın dil tipi kırığı olup dil tipi kırıkların Sanders sınıflamasına göre Sanders 2A kırığı olan 2 hasta, Sanders 2C kırığı olan 4 hasta, Sanders 3AB kırığı olan 1 hasta, Sanders 3BC kırığı olan 1 hasta, eklem içi kırığı olan hastaların Sanders sınıflamasına göre 18 hastada Sanders 2A, 11 hastada Sanders 2B, 2 hastada Sanders 2C, 11 hastada Sanders 3AB, 21 hastada Sanders 3AC, 10 hastada Sanders 3BC, 10 hastada Sanders 4 kalkaneus kırığı mevcuttu. En sık Sanders 3AC(%22.8) izlenmiş olup 2. en sık Sanders 2A(%19.6) izlenmiştir.



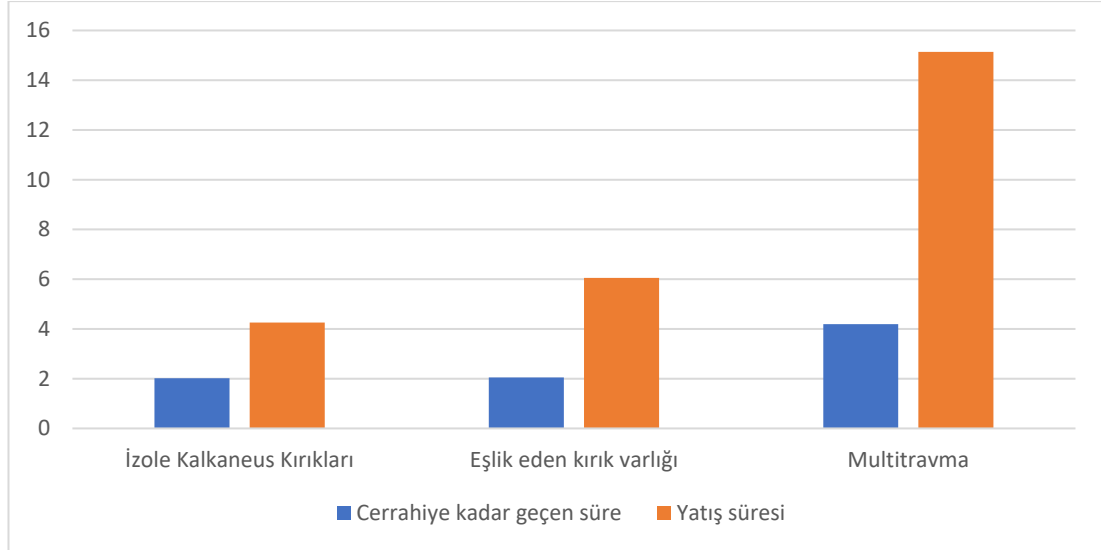
**Grafik4.4.** Sanders Sınıflamasına göre kırıkların dağılımı

Hastalarımızda Gustillo-Andersen açık kırıksınıflamasına göre Tip1 açık kırığı olan 2 hasta, Tip2 açık kırığı olan 2 hasta, Tip3 açık kırığı olan 5 hasta mevcuttur. Hastalarımızın ek hastalıklarına baktığımızda 1 hastaya diyabetes mellitus, 2 hastaya epilepsi, 6 hastaya psikiyatrik bozukluk, 2 hastaya Hepatit B, 1 hastaya hipotroidi, 4 hastaya hipertansiyon, 1 hastaya romatoid artrit, 2 hastaya koroner arter hastalığı eşlik ediyordu ve 1 hastaya nefrektomi, 1 hastaya karşı alt ekstremitte diz altı amputasyon uygulanmıştı. 26 hasta multitravma nedeniyle takip edilmiş olup 11 hastada kafa travması, 10 hastada göğüs travması, 5 hastada batin yaralanması izlenmiştir.

Kalkaneus kırığına başka kırık ya da kırıkların eşlik ettiği 42 hasta mevcuttu. 15 hastaya beraberinde vertebra kırığı eşlik etmiş olup en sık L3 Burst kırığı(6 hasta) izlenmiştir. 11 hastada kalkaneus kırığı bilateraldir. 4 hastada pelvik bölgede kırık, 14 hastanın ayak bilek bölgesinde kırık, 9 hastanın üst ekstremitte bölgesinde kırık, 5 hastanın tibia kemiğinde kırık, 2 hastanın femur kemiğinde kırık izlenmiştir.

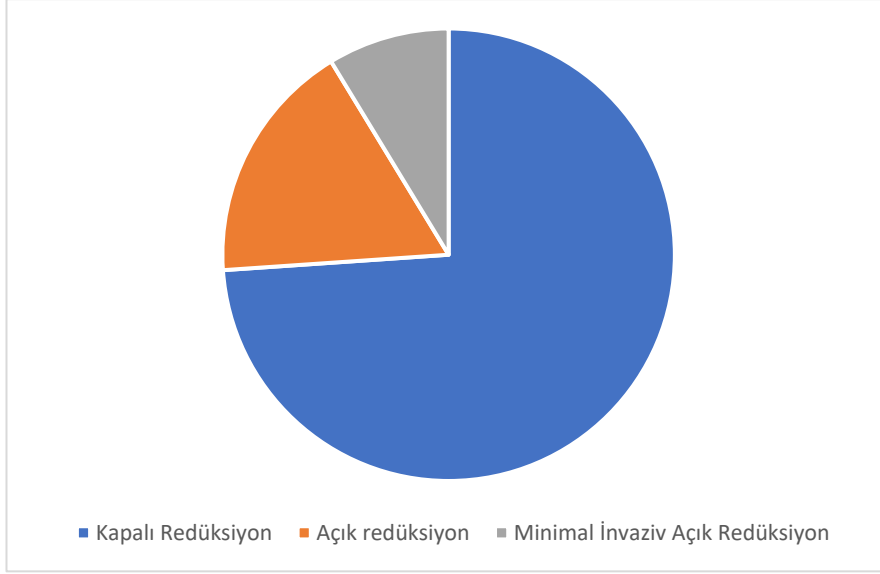
İzole kalkaneus kırığı olan hastaların cerrahiye kadar geçen süresi 2.02 gündür. Hasta multitravmatik olmayıp kalkaneusa başka bir kırık eşlik ettiğinde bu süre 2.05 gün, multitravmatik hastalarda bu süre 4.19 gündür. Hastaların yatış sürelerine baktığımızda izole kalkaneus kırıkları 4.26 gün ortalamasına sahip olup, eşlik eden kırıkların olduğu hasta grubunda bu süre ortalama 6.05 gün, multitravmatik hastalarda yatış süresi ortalama 15.14 gündür. ELY açık redüksiyon plak yapılan hastalarda

cerrahi öncesi zaman ortalama 5.27 gün olup yatış süresi 12.40 gündür. Açık kırıklara baktığımızda açık kırıklara definitif cerrahi müdahale süresi 3.38 gün olup yatış süresi 15.38 gündür.

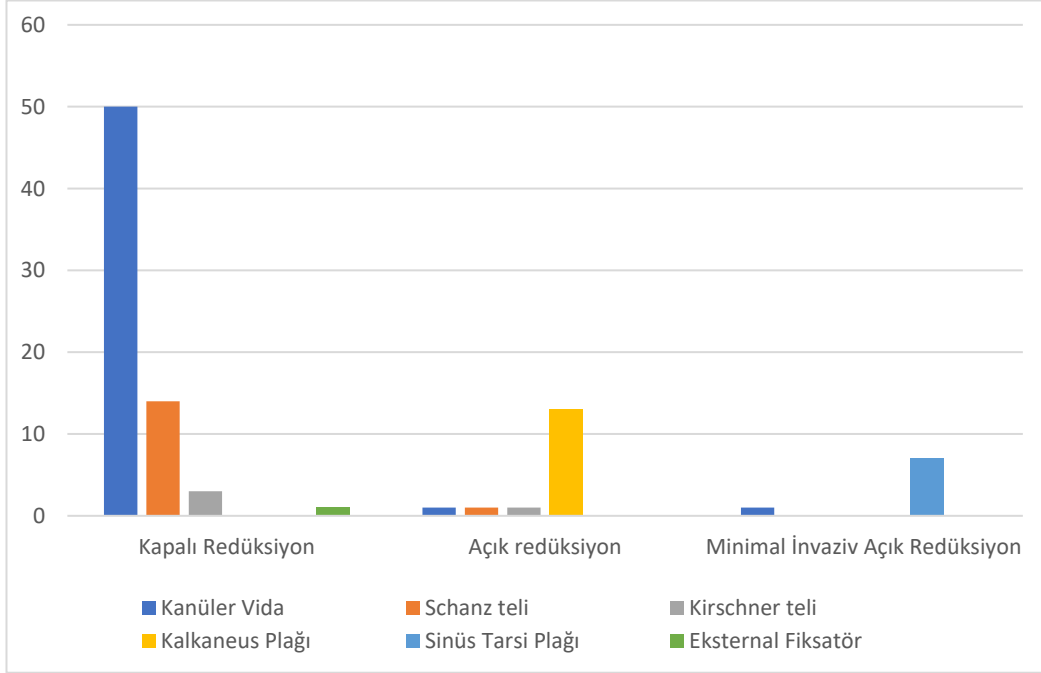


**Grafik4.5.** Hastaların preoperatif hazırlık süresi ve yatış süresi

Kalkaneus kırıklarının tedavisine baktığımızda 68 hasta kapalı redükte edilerek fikse edilmiş olup 16 ELY açık redükte edilip plak ile tespit yapılmış, 8 hasta STY açık redükte edilerek sinüs tarsi plağı konulup vidalar perkutan atılarak tespit yapılmıştır. Kapalı redükte edilen hastaların 14 tanesi Essex-Lopresti tekniğiyle opere edilmiş ve Schanz pini ile fiksasyon yapılarak kısa bacak alçı sarılmış, 45 hastada redüksiyona yardımcı eksternal guide kullanılarak 5 hasta manuel traksiyon yapılarak kapalı redükte edilmiş, 50 hasta kanüler vida ile fiksasyon yapılmış, 3 hastada Kirschner teli ile tespit yapılmış, 1 hasta da ise eksternal fiksator ile tespit yapılmıştır. STY opere edilen 8 hasta olup 7 hasta da sinüs tarsi plağı 1 hastada kanüler vida tespit için kullanılmıştır. ELY açık redükte edilen hastaların 13 tanesinde plak ile tespit tercih edilmiş olup, 1 hasta kanüler vida ile, 1 hasta Schanz pini ile, 1 hasta ise Kirschner teli ile tespit edilmiştir.



**Grafik4.6.** Kalkaneus kırıklarında kullanılan redüksiyon tekniklerinin dağılımı



**Grafik4.7.** Kalkaneus kırıklarında kullanılan redüksiyon tipi ve fiksasyon tipinin histogram grafiği

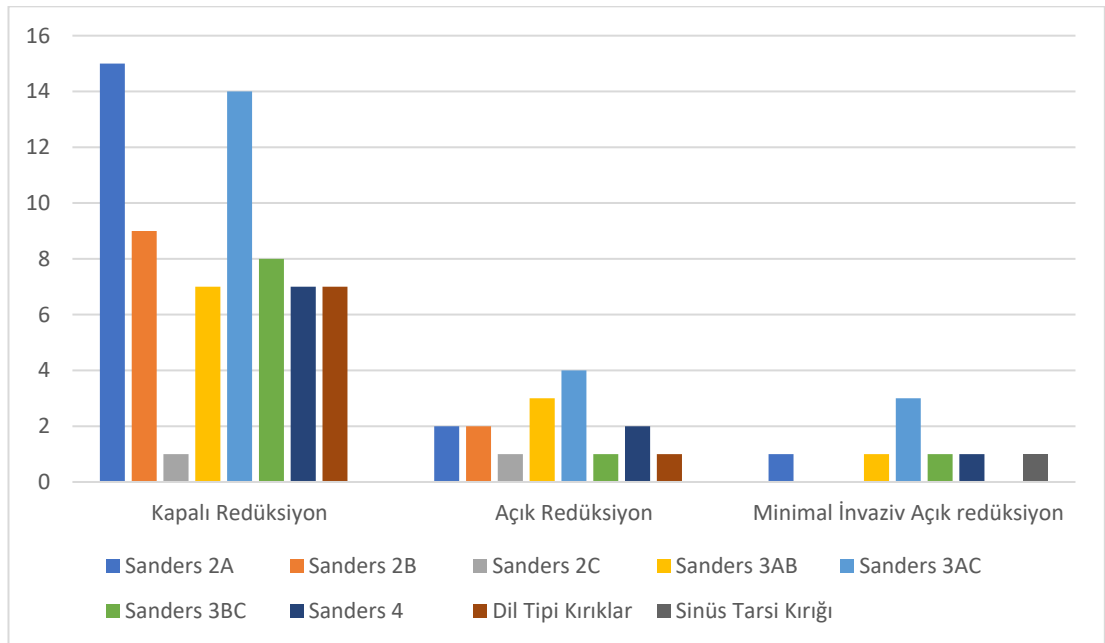
Açık kalkaneus kırıklarında tercih edilen tedaviye baktığımızda Tip 1 açık kırığı olan 2 hastada kapalı redüksiyon kanüler vida ile tespit, Tip 2 açık kırığı olan 2 hastanın birisine açık redüksiyon plak ile tespit, diğer hastaya kapalı redüksiyon Schanz pini ile tespit, Tip 3 açık kırığı olan hastalardan 3 hastaya açık redüksiyon yapılmış olup 1 hastaya Kirschner teli ile tespit, 1 hastaya Schanz pini ile tespit, 1 hastaya kanüler vida ile tespit uygulanmış olup 2 hastaya kapalı redüksiyon yapılmış



olup 1 hastaya eksternal fiksator ile tespit, 1 hastaya kanüler vida ile tespit uygulanmıştır.

Kemik grefti kullanılan 10 hasta mevcut olup bu hastaların tamamı ELY açık redüksiyon plak ile tespit yapılan hastalardır.

Kalkaneus kırıklarının redüksiyon tipine göre Sanders sınıflamasına bakıldığında hasta serimizde en sık görülen tip Sanders 3AC olup 21 hastanın 14 hasta kapalı redükte edilmiş, 4 hasta açık redüksiyon ile redükte edilmiş, 3 hastaminimal invaziv insizyonla açık redükte edilmiştir. 2. en sık görülen grup Sanders 2A sınıfında 15 hasta kapalı redükte edilmiş, 2 hasta açık redükte edilmiş, 1 hasta minimal invaziv yaklaşımla açık redükte edilmiştir.



**Grafik4.8.** Redüksiyon tipine göre kırıkların Sanders sınıflamasının dağılımı

Hastaların takiplerinde 33 hastada subtalar artroz görülmüş olup 6 hastanın evre 3 subtalar artrozu olması sebebiyle 5 hastaya subtalar artrodez, 1 hastaya triple artrodez yapılmıştır. Artrodez yapılan hastaların kalkaneus kırıklarında açık kırık izlenmemiş olup Sanders sınıflamasına bakıldığında 2 hasta Sanders 3AB, 4 hasta Sanders 3AC kalkaneus kırığına sahipti. Artrodez yapılan hastaların tedavisine bakıldığında 4 hastaya açık redüksiyon plak ile tespit, 2 hastaya kapalı redüksiyon kanüler vida ile tespit yapılmıştır.

Hastaların fonksiyonel ve klinik iyileşmelerine baktığımızda guide yardımcı kapalı redüksiyon kanüler vida yapılan 39 hastanın 3.ay kontrollerindeki AOFAS

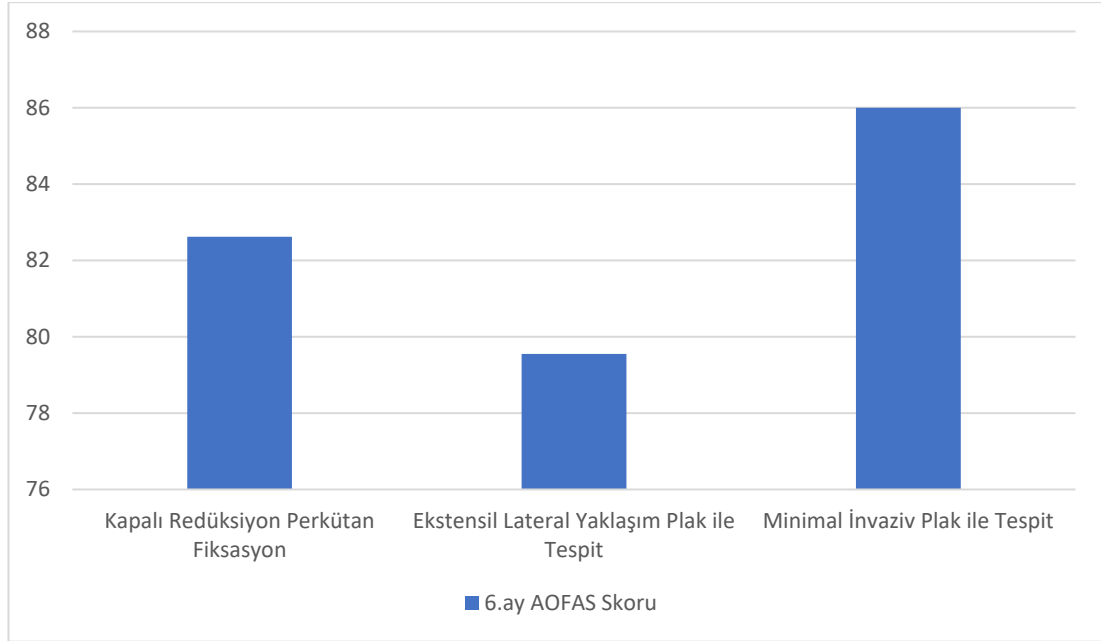
skoru ortalaması 61.36 olup 6.ay kontrollerindeki AOFAS skoru ortalaması 82 gelmiştir. Sadece 2 hastaya subtalar artrodez yapılmış olup kalan 37 hastanın 6.ay AOFAS skorlarına bakıldığında 90 ve üzeri puan alan 9 hasta, 80-90 arası puan alan 12 hasta ve 70-80 arası puan alan 16 hasta olup hastalar orta iyileşme ve üzeri iyileşme göstermişlerdir. Subtalar artrodez yapılan 2 hastanın 6.ay AOFAS skoru 48 ve 65 puandı.

Kapalı redükte edilen hastaların 2 tanesinde subtalar artrodez yapıldığı, 1 hastanın psikiyatrik bozukluk sebebiyle geçirdiği yüksek enerjili travma sonrası hastada oluşan kafa travması sonrası radyolojik iyileşme olmasına rağmen yürüyememesi sebebiyle bu 3 hastanın AOFAS skorları değerlendirilmemiş olup diğer 65 hastanın 6.ay AOFAS skorları ortalaması 82.62 gelmiştir. 13 hastanın 6.ay AOFAS skoru 90 puan ve üzeridir ve mükemmel iyileşme göstermiştir, 26 hastanın AOFAS skoru 80-90 puan arasındır ve iyi derecede iyileşme göstermiş olup 24 hastanın AOFAS skoru 70-80 arası olup orta derecede iyileşme göstermiştir. Dışlanan 3 hasta harici AOFAS skoru 70 puan altında 2 hastamız mevcuttu ve AOFAS skoru ortalaması 66 idi. Uzun dönem takipte 3 hastada kaynama gecikmesi izlendi, 19 hastada subtalar artroz görülmüş olup evre 3 subtalar artritisi olan 2 hastaya subtalar artrodez yapıldı, 2 hastada derin ven trombozu(DVT), 1 hastada kalkaneal spur izlendi ve spur eksizyonu yapıldı, 2 hastada yara yeri komplikasyonu görüldü ve seri debritlemeler sonrası cilt grefti yapıldı, 1 hastada kalkaneal bölge lateral yüzey cildinde enfeksiyon izlendi ve hastaya seri debritlemeler yapıldı, hastanın yara yeri sekonder olarak iyileştirildi, 1 hastada Suddeck atrofisi görüldü. 2 hastada implant irritasyonu nedeniyle implant çıkarma amacıyla ek cerrahi işlem yapıldı.

ELY açık redüksiyon yapılan hastaların subtalar artroz nedeniyle 4 tanesine subtalar artrodez yapılmış olup 1 hastanın öncesinde karşı taraf dizaltı amputasyonu olması sebebiyle radyolojik iyileşmesi iyi olmasına rağmen fonksiyonel iyileşmesi subjektif olarak değerlendirilemediği için AOFAS skoru değerlendirilmemiş olup kalan 11 hastanın AOFAS skoru ortalaması 79.55'tir. 7 hastanın AOFAS skoru 80-90puan arası olup iyi derecede iyileşmeye sahiptir, 3 hasta 70-80 arası puana sahip olup orta derecede iyileşmeye sahip olup 1 hastanın AOFAS skoru 62 gelmiştir.Hastalarda uzun dönem meydana gelen komplikasyonlara baktığımızda 11 hastada subtalar artroz izlenmiş olup 5 hastada yara yeri komplikasyonu gözlenmiş olup 1 hastaya fasyokutan flep yapılmış, 4 hastaya da seri debritlemeler sonrası cilt

grefti yapılmış, 1 hastada kalkaneal yükseklik kaybı görülmüş ancak hasta subtalar artrodezi kabul etmemiştir.

STY açık redüksiyon plak tespiti yaptığımız 8 hasta mevcuttu ve hastaların 3.ay AOFAS skoru ortalaması 74 gelmiş olup 6.ay AOFAS skoru ortalaması 86 gelmiştir. 2 hastada evre 1 subtalar artroz izlenmiş olup yara yeri problemi hiç gözlenmemiştir.



**Grafik4.9.** Hastaların 6.ay AOFAS skorlarının cerrahi tipine göre karşılaştırılması

**Tablo 4. 1. Cerrahi sonrası izlenen komplikasyonlar**

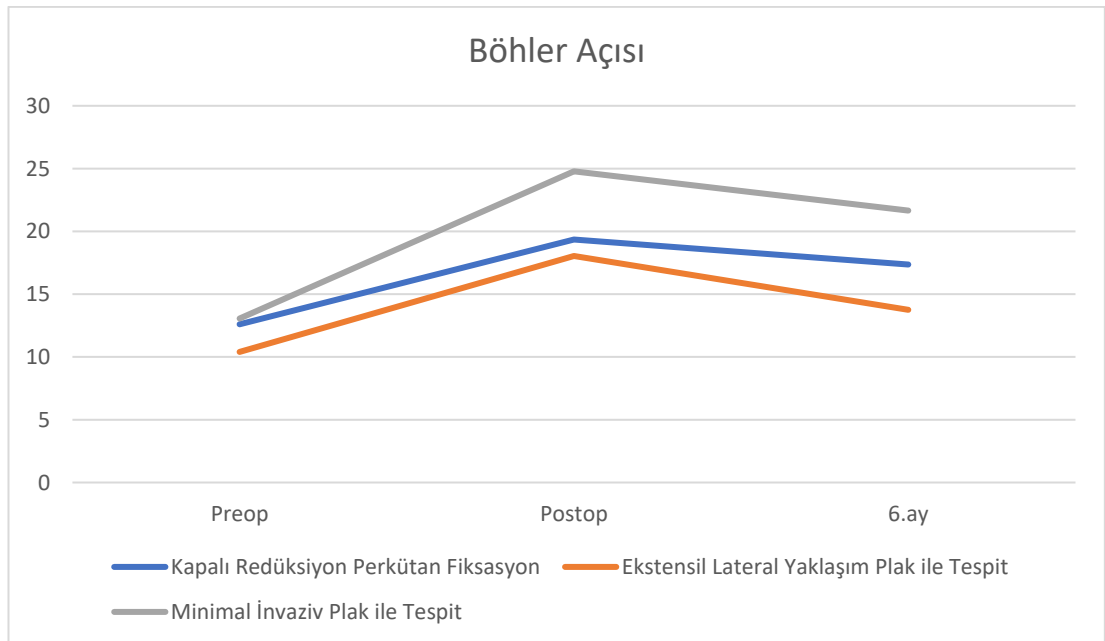
Komplikasyon	Hasta Sayısı	Yüzde(%)
Subtalar Artroz	34	37.4
Kaynamama	1	1.1
Kaynama Gecikmesi	2	2.2
Kalkaneal Spur	1	1.1
Kalkaneal Yükseklik Kaybı	4	4.4
Derin Ven Trombozu	1	1.1
Osteomyelit	1	1.1
Yara Yeri Komplikasyonu ve Enfeksiyon	8	8.8

Hastalar radyolojik olarak preoperatif, postoperatif ve 6.ay radyografilerinde Böhler ve Gissane açıları ölçülerek radyolojik iyileşme değerlendirildi. Cerrahi

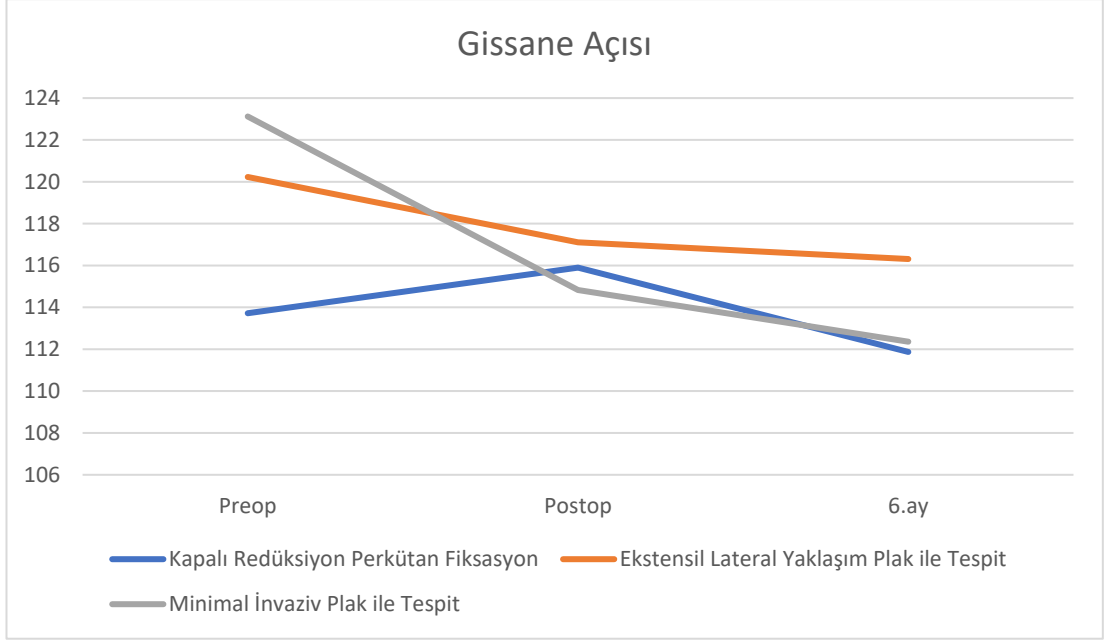
öncesi radyografilerde kapalı redükte edilen hastaların Böhler açısı ortalama  $12.60^\circ$ , Gissane açısı ortalama  $113.72^\circ$  olarak bulundu. Açık redüksiyon yapılan hastalarda Böhler açısı ortalama  $10.40^\circ$ , Gissane açısı ortalama  $120.23^\circ$  olarak bulunmuş olup minimal invaziv yöntemlerle opere edilen hastalarda Böhler açısı ortalama  $13.06^\circ$ , Gissane açısı ortalama  $123.12^\circ$  derece olarak bulunmuştur.

Hastaların cerrahi sonrası serviste çekilen postoperatif grafilerinde Böhler ve Gissane açlarına baktığımızda kapalı redüksiyon yapılan hastalarda Böhler açısı ortalama  $19.35^\circ$  Gissane açısı ortalama  $115.90^\circ$ , açık redüksiyon grubundaki hastalarda Böhler açısı ortalama  $18.04^\circ$  Gissane açısı ortalama  $117.11^\circ$ , minimal invaziv tekniklerle opere edilen hastalarda Böhler açısı ortalama  $24.78^\circ$  Gissane açısı ortalama  $114.83^\circ$  olarak bulunmuştur.

Hastaların 6.ay kontrollerinde çekilen grafilerinde Böhler ve Gissane açlarına baktığımızda kapalı redüksiyon yapılan hastalarda Böhler açısı ortalama  $17.36^\circ$  Gissane açısı ortalama  $111.87^\circ$ , açık redüksiyon grubundaki hastalarda Böhler açısı ortalama  $13.75^\circ$  Gissane açısı ortalama  $116.31^\circ$ , minimal invaziv tekniklerle opere edilen hastalarda Böhler açısı ortalama  $21.66^\circ$  Gissane açısı ortalama  $112.36^\circ$  olarak bulunmuştur.



**Grafik4.10.** Böhler açısının 6 aylık takip süresi boyunca cerrahi gruplarında grafik ile gösterilmesi



**Grafik4.11.** Gissane açısının 6 aylık takip süresi boyunca cerrahi gruplarında grafik ile gösterilmesi

Çalışmamızda yaptığımız verileri SPSS programında Sperman's katsayısı ile hesaplanan korelasyon analizinde 6.ay AOFAS skoru ile postoperatif çekilen grafilerden ölçülen Böhler açısı ile hastaların 6.ay kontrollerinde çekilen grafilerden ölçülen Böhler açısı ile orta düzeyde korelasyon ilişkisi mevcuttur.

**Tablo 4. 2. Böhler açısı ve AOFAS skoru korelasyon ilişkisi tablosu**

		AOFAS skoru
Postoperatif Böhler Açısı	Sperman's r	0.322*
	p	0.004
	n	77
6.ay Böhler açısı	Sperman's r	0.381*
	P	0.001
	n	76

- Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

KRPF, ELY açık redüksiyon, STY açık redüksiyon tedavi gruplarını 6.ay AOFAS skorları ile Kruskal-Wallis testi ile karşılaştırdığımızda  $p=0.024$  gelmiş olup ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak anlamlılık mevcuttu.

## 5.TARTIŞMA

Kalkaneus kırıkları tarsal kemikler arasında kırıklarına en sık rastlanan kemiktir. Kalkaneus kırıkları yüksek enerjili travma sonrası oluşur ve günümüzde artan taşıt ve buna bağlı trafik kazaları, dünya nüfusu artışı ve çalışan nüfus artışına bağlı iş kazaları artmakta ve kalkaneus kırığı sıklığı artmaktadır. Kalkaneus kırıkları daha sıklıkla erkeklerde izlenir. L.Wilmsen ve ark. tarafından yayınlanan sistematik rewievlerde erkeklerde kadınlara göre 2-3 kat daha sık görüldüğü belirtilmiştir(58). Vosoughi ve ark.957 kalkaneus kırığını gözden geçirdiği yayında cinsiyet dağılımına bakıldığında erkeklerde kadınlara göre 3.86 kat daha fazla gözlendiği bildirilmiştir(59). L.Gang ve ark. çalışmasında kalkaneus kırıkları erkeklerde %79, Spierings ve ark. makalesinde kalkaneus kırıkları erkeklerde %69.5, Duramaz ve ark. çalışmasında erkeklerde %75.4 oranında gözlenmiştir(60-62). Bizim çalışmamızda literatüre benzer şekilde dağılım göstermiştir ve erkeklerde %75.9 oranında gözlenmiştir.

Kalkaneus kırıkları aktif iş yaşantısı olan erkeklerde daha sık görülür ve dolayısıyla 30-50 yaş aralığında dağılımı daha fazla olur(58). Vosoughi ve ark. çalışmasında ortalama yaş 41.29, Spierings ve ark. çalışmasında 36.6, Gang ve ark. çalışmasında 42.2, Duramaz ve ark. çalışmasında 42.3, olarak bulunmuştur(59-61). Bizim çalışmamızda hastaların ortalama yaşı 36.55 olarak bulunmuş olup literatür ile benzerdir.

Bizim çalışmamızda %56.5 oranında sağ kalkaneus kırığı ve %43.5 oranında sol kalkaneus kırığı mevcuttur. Vosoughia ve ark. çalışmasında %52.9 oranında sol kalkaneus kırığı gözlenmiştir(59). Güven ve ark. çalışmasında %57.5 oranında sol kalkaneus kırığı, Duramaz ve ark. çalışmasında %50.8 oranında sol kalkaneus kırığı opere edilmiştir(62, 63). Çalışmamızda 11 hastada(%13.41) bilateral kalkaneus kırığı izlenmiştir. Vosoughi ve ark. çalışmasında bilateral kalkaneus kırığı %8 oranında gözlenmiş olup, Mitchell ve ark. çalışmasında bu oran %7.9 olarak bulunmuştur(59, 64).

Kalkaneus kırıkları yüksek enerjili travmalar sonrasında görülür. Yaralanma mekanizmasında maruz kalınan enerji hasarın boyutunu belirlemede önemlidir. İleri yaş osteoporotik hastalarda merdivenden düşme ile kırık oluşabilirken genç hastalarda daha yüksek enerjili travmalar görülebilmektedir ve enerji maruziyetinin süresi ve büyüklüğü arttıkça hastalarda ilave yaralanmalar da görülür.

Yaralanma mekanizması açısından değerlendirildiğinde bizim çalışmamızda %80.48 oranında yüksekte düşme sonrası kalkaneus kırığı izlenmiştir. Mitchell ve ark. çalışmasında %71 oranında yüksekte düşme sonrası kalkaneus kırıkları gözlenmiş olup, Paul ve ark. çalışmasında bu oran %83, Duramaz ve ark. çalışmasında %72.3, Vosoughi ve ark. çalışmasında da benzer şekilde %81 olarak bulunmuştur(59, 62, 64, 65).

Çalışmamızda 42 hastaya(%51.21) eşlik eden bir ortopedik yaralanma mevcut olup sadece 40 hastada(%48.79) izole kalkaneus kırığı mevcuttu. Galluzzo ve ark. çalışmasında hastalara %91.93 oranında eşlik eden ortopedik yaralanma bulunmuştur(66). Bizim çalışmamızda %31.70 oranında eşlik eden ortopedik olmayan diğer sistem yaralanması mevcut iken Galluzzo ve ark. çalışmasında bu oran %58 oranında bulunmuştur(66). Bizim çalışmamızda %18.2 oranında hastalara vertebra kırığı eşlik etmiştir. Duramaz ve ark. çalışmasında bu oran %13.8 olarak bildirilmiştir.

Gustillo-Andersen açık kırık sınıflaması ile açık kırıklar değerlendirildiğinde çalışmamızda %9.78 oranında açık kırık gözlenmiş olup Tip3 açık kırık %5.43 oranında izlenmiştir. Vosoughi ve ark. çalışmanında %2.4 açık kırık, Mitchell ve ark. çalışmasında %3.4 açık kırık izlenmiştir(59, 64).

İzole kalkaneus kırıklarında cerrahi müdahale süresi genellikle kısa iken yaralanma şiddeti arttıkça ortaya çıkan ve eşlik eden kırıkların varlığı, eşlik eden organ yaralanmaları ve açık kırık varlığı bu süreyi uzatmaktadır. Aynı şekilde cerrahi sonrası bakımda da zorluklara, hastanede yatış süresinin uzamasına neden olmaktadır. İzole kalkaneus kırıklarının cerrahi öncesi süre çalışmamızda ortalama 2.02 gün olarak bulunmuş olup açık kırıklarda bu süre ortalama 3.38 gündür. Spiering ve ark. açık kalkaneus kırıkları ile yaptığı bir çalışmada bu süre ortalama 9.8 gün olarak bulunmuştur(60). Çalışmamızda STY açık redüksiyon yapılan hastaların cerrahi öncesi süre ortalama 3.38 gün olup bu süre ELY açık redüksiyon yapılan hastalarda ortalama 5.27 gündür. Yatış sürelerine baktığımızda sırasıyla 5.14 gün, 15.38 gündür. Stulik ve ark. çalışmasında hastaların başvurusundan cerrahi zamanına kadar geçen süre 19 saattir ve hastaların tamamı minimal invaziv tekniklerle opere edilmiştir(67). Güven ve ark. çalışmasında STY açık redüksiyon yapılan hastalarda cerrahi öncesi süre ve yatış süresi sırasıyla ortalama 6.1 gün ve 9 gün olup bu süre ELY açık redüksiyon yapılan hastalarda 11.1 gün ve 13.4 gündür(63). Yine benzer bir çalışma

Peng ve ark. tarafından yapılmış olup STY açık redüksiyon yapılan hastaların hastane yatış süresi ELY açık redüksiyon yapılan hastaların hastane yatış sürelerine bakıldığında anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur(68). Cheng ve ark. deplase kalkaneus kırıklarında 3 aşamalı kapalı redüksiyon sonuçlarını yayınladığı çalışmada cerrahi öncesi süre ortalama 5.9 gün olup hastane yatış süresi 13.4 gün gelmiştir. Batıbay ve ark. yaptığı KRPF ve ELY açık redüksiyon yapılan hastaları karşılaştırdığı çalışmada kapalı redüksiyon yapılan hastaların cerrahi öncesi süre ve hastane yatış süresi anlamlı derecede düşük bulunmuştur(69). ELY uygulanacak hastalarda preoperatif dönemde yumuşak doku şişliği ve hazırlıkları nedeniyle cerrahi müdahale süresini artırmaktadır ve cerrahi sonrası yara yeri takibi hastaların yatış süresini artırmaktadır. Minimal invaziv yöntemlerle opere edilen ve kapalı redüksiyon yöntemleriyle opere edilen hastaların cerrahi müdahale süresi kısa olmaktadır. Eşlik eden kırık varlığı, ortopedik yaralanma dışında ek sistem yaralanması varlığı, açık kırıklarda da yatış süresi uzamaktadır ve bulgular bunları desteklemektedir.

Cerrahi tedavi ettiğimiz kalkaneus kırıklarının sınıflamasında biz çalışmamızda Sanders sınıflamasını kullandık. Schepers ve ark. yaptığı bir çalışmada kalkaneus kırıklarının sınıflandırılması ile ilgili bir çalışma yapılmış ve ortopedi cerrahları arasında en yüksek uyumun gösterildiği sınıflama Sanders sınıflaması olmuştur(70). Bizim çalışmamızda en sık cerrahi yapılan kırık tipi Sanders 3AC(%22.6) olmuş olup 2.en sık Sanders 2A(%19.6) olmuştur. Vosoughi ve ark. çalışmasında en sık Sanders 2A(%28.5) sonrasında Sanders 2B(%21.78) kırık izlenmiştir. Güven ve ark. çalışmasında opere edilen kalkaneus kırıklarının %60'ı Sanders 3, %40'ı Sanders 2 kırıklardır. Peng ve ark. çalışmasında opere edilen kalkaneus kırıklarının sınıflamasına bakıldığında Sanders 2(51.11), Sanders 3(%37.77), Sanders 4(%11.11) olarak bildirilmiştir. Gonzalez ve ark. çalışmasında Sanders tip 1-2 kırıklar %34.5 oranında, Sanders tip 3-4 kırıklar %65.5 oranında izlenmiştir. Sanders ve arkadaşlarının opere edilen 108 kalkaneus kırığı hastanın uzun dönem takibini yayınladığı çalışmasında en sık izlenen kırıklar Sanders 2A ve Sanders 2B olmuştur(71). Yaralanma mekanizmasına ve maruz kalınan enerjiye bağlı olarak Sanders sınıflaması çalışmalarda farklı dağılım göstermiştir.

Kalkaneus kırıklarında tercih edilen cerrahi tekniklere bakıldığında Sanders tip 2 kırıklar literatürde KRPF ile takip edilebilirken Sanders tip 3 kırıklar daha çok ELY açık redüksiyon plak ile tespit ile tedavi ediliyordu(1). Ancak ELY için altın standart



endikasyon yoktu(37). Son çalışmalara bakıldığında STY plak ile tespit edilen ve redüksiyon klempleri ve guidelar yardımı ile KRPF yapılan hastaların radyolojik ve fonksiyonel iyileşmeleri göz önüne alındığında Sanders tip 3 kırıklarda bile orta düzey ve üstü bir seviye iyileşme sağlandığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda radyolojik ve fonksiyonel olarak en iyi sonuç STY açık redüksiyon plak ile tespit edilen hastaların perkutan gönderildiği hastalarda izlenmiştir. Guide yardımı ile KRPF yaptığımız hastalarda iyileşme ELY açık redüksiyon yapılan hastalara oranla daha iyi olmuştur. Çalışmamızda STY uygulanan hastaların 6.ay AOFAS skoru ortalaması 86, KRPF yapılan hastaların 82.62, ELY açık redüksiyon yapılan hastaların 79.55 gelmiştir. Batıbay ve ark. yaptığı redüksiyona yardımcı guide ile çift noktalı traksiyon ile KRPF yapılan hasta grubu ile ELY açık redüksiyon plak ile tespit edilen hasta grubu karşılaştırıldığında KRPF hastaların fonksiyonel iyileşmesi anlamlı derecede daha iyi bulunmuştur ve grupların 6.ay AOFAS skorları ortalaması sırasıyla 90 ve 78 bulunmuştur(69). Güven ve ark. STY ve ELY ile açık redüksiyon yaptığı hastaları karşılaştırdığı çalışmada STY yapılan hastaların 6.ay AOFAS skoru ortalaması daha yüksek gelmiştir(63). Duramaz ve ark. çalışmasında kapalı redükte edip Schanz pini ile fikse ettiği hastalar ile ELY plak ile tespit ettiği hastaların sonuçlarını yayınlamışlardır ve bu çalışmada hastaların AOFAS skoruna bakıldığında Schanz pini yapılan grubunun ortalaması 81.7 gelmiş olup plak yapılan grubun ortalaması 88.4 gelmiştir ve gruplar arasında anlamlı bir fark( $p<0.001$ ) bulunmuştur(62). Bizim çalışmamızda Schanz pini ile tespit edilen hastalar ile ELY plak ile tespit edilen hastaların AOFAS skorları karşılaştırıldığında gruplar arası anlamlı bir fark bulunmamıştır. Peng ve ark. çalışmasında traksiyona yardımcı bir guide ile kapalı redükte edilen veya minimal insizyon ile opere edilen hastalarla ELY plak ile tespit edilen hastaların sonuçlarını karşılaştırmışlar ve sonuçlarında iki grubun uzun süreli AOFAS skorlarında anlamlı bir değişiklik göstermemekle birlikte yakın dönem takiplerde minimal insizyon ile opere edilen ve kapalı redükte edilen hastaların sonuçlarının daha iyi olduğunu bildirmişlerdir(68). Cheng ve ark. yaptığı redüksiyona yardımcı klempler yardımı ile 3 aşamada KRPF yaptığı hastaların AOFAS skorlarına bakıldığında ortalama 92.4 gelmiş olup başarısızlık oranı %3 gelmiş ve hastaların klinik iyileşmeleri AOFAS skoruna göre mükemmel gelmiştir(54). Gavlik ve ark. minimal invaziv teknikler ile opere edilmiş 15 hastanın sonuçlarını yayınladılar. Hastalarda kaynama ve redüksiyon anlamında sıkıntı yoktu, 1 yıllık dönemde AOFAS skoru 93.7 olup iyi-mükemmel arası bir değerdedir(72). Stulik ve ark. 247 hastanın

287 intraartiküler kalkaneus kırıklarını minimal invaziv tekniklerle opere etmiş ve fonksiyonel sonuçlarına bakıldığında AOFAS skoru ortalama 82 gelmiştir(67). Takasaka ve ark. yaptığı çalışmada ELY, STY ve kapalı redüksiyon eksternal fiksator ile opere edilen 3 hasta grubu karşılaştırılmış ve en iyi fonksiyonel sonuç alınan grubun minimal invaziv tekniklerle opere edilen grupta olduğu bulunmuştur(73). Yao ve ark. 2017 yılında STY ile ELY açık redüksiyon plak ile tespit hastaların metaanalizini yapmışlar ve fonksiyonel iyileşmenin benzer olduğunu bildirmişlerdir(74).

Kalkaneus kırıklarının cerrahi sonrası komplikasyonlarına baktığımızda en sık komplikasyonlar invaziv cerrahiler sonrasında izlenmektedir(37). Peng ve ark. yaptığı çalışmada ELY, STY ve KRPF yapılan hastaları kıyasladığı çalışmada en yüksek komplikasyon oranı ELY ile yapılan cerrahiler sonrasında görülmüş olup istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur(68). Long ve ark. 3 aşamalı KRPF yaptığı hastalarda yüzeysel ve derin enfeksiyon, yara yeri problemi ve kalkaneal deformite komplikasyonları izlenmemiş olup en sık izlenen komplikasyonları %6.1 subtalar artrozdur(54). Güven ve ark. ELY ve STY kıyasladığı çalışmada yara yeri komplikasyonu iki grup arasında anlamlı derecede farklı bulunmuş ve ELY grubunda %13.6 oranında izlenmiştir(63). Takasaka ve ark. yaptığı ELY, STY kanüllü vida ile tespit, STY eksternal fiksator ile tespit yapılan hastaları karşılaştırdığı çalışmada ELY yapılan hastalarda istatistiksel anlamlı olarak yara yeri komplikasyonları daha fazla izlenmiştir(73). Bizim çalışmamızda da ELY yapılan hastalarda istatistiksel anlamlı olarak yara yeri komplikasyonu ve sekonder subtalar artrodez anlamlı olarak yüksek bulunmuştur.

Kırık redüksiyonunu değerlendirmede yan grafide Böhler ve Gissane açıları ölçülerek değerlendirilebilir. Seyahi ve ark. yaptığı bir çalışmada türk toplumunda Böhler açısı 20°-46° arasında dağılım gösterirken, Gissane açısı 100°-133° arasında dağılım göstermiştir(75). Biz çalışmamızda Gissane açısı ile AOFAS skoru arasında bir korelasyon bulamadık. Peng ve ark. çalışmasında kalkaneus kırıklarında yer değiştirmesini yansıtmadığını bildirmişlerdir(68). Çalışmamızda farklı cerrahi teknikler ile postoperatif çekilen grafilerde ölçülen Böhler açısı düzeltilme miktarı arasında anlamlı fark olmamakla birlikte fonksiyonel sonuçlar ile postoperatif Böhler açısı arasında anlamlı bir ilişki bulduk. Çalışmamızda hastalar hangi cerrahi teknik ile opere edilmiş olsalar da cerrahi esnasında kalkaneus kırık redüksiyonunda Böhler açısının düzeltilme seviyesi ve stabil kırık tespiti ile uzun süreli takiplerde redüksiyon

kaybı olmayan hastaların fonksiyonel sonuçları daha iyi bulunmuştur. Paul ve ark. yaptığı çalışmada kalkaneus kırığı hastalar Böhler açısının deplasman miktarına göre konservatif tedavi ve ELY plak ile tespit ile tedavi edilmiş olup en kötü sonuç izlenen grup Böhler açısının restore edilemediği cerrahi yapılan grupta izlenmiş ve fonksiyonel sonuç ile Böhler açısının restorasyonu arasında anlamlı ilişki bulunmuştur(65). Long ve ark. 3 adımlı KRPF yaptığı hastaların sonuçlarını yayınladığı çalışmada Böhler açısı redüksiyon değerlendirilmesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşken Gissane açısında istatistiksel olarak anlamlılık bulunmamıştır(54). Peng ve ark. STY ve ELY tekniklerini karşılaştırdığı çalışmasında Böhler açısı ve fonksiyonel ilişki arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunduğu, Gissane açısında istatistiksel bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir(68). Bu çalışmalara benzer çalışmalar Su ve ark., Gonzalez ve ark., Csizy ve ark. tarafından yapılmış olup hepsi de Böhler açısı ile redüksiyonun değerlendirilmesi ve iyi klinik sonuçlar arasında anlamlı bir istatistiksel ilişki bulunmuştur(76-78).

Dingemans ve ark. 2017 yılında kalkaneus kırıklarında tespit yöntemlerini karşılaştırdığı biyomekanik kadavra çalışması yapmıştır. Minimal insizyonlar ile opere edilen hastalarda kullanılan kanüllü vidalar, sinüs tarsi plakları ve kalkaneus kilitli plakları biyomekanik açıdan stabil fiksasyon sağlamış ve yöntemler arasında istatistiki bir fark bulunamamıştır(79). Zhang ve ark. 3 boyutlu deneysel bir model üzerinde kalkaneal kırık oluşturulup çapraz kanüller vidalar ile tespit fiksasyonunun biyomekanik çalışmasını yapmışlardır. Bu çalışmada kalkaneusa atılacak longitudinal vidaların mümkün olduğunca ekleme yakın atılmasını ve kalkaneusta oluşacak aşırı stresse karşı vida boyutunu büyütme önerilmektedir. Ayrıca kalkaneusun ayakta durma ve yürüme esnasında sağlam kalkaneusa göre kırık kalkaneusta daha yüksek stres konsantrasyonu izlendiği bu yüzden minimal invaziv perkutan fiksasyonda erken yük verme hareketleri istenilmemektedir. Ayrıca kırık fiksasyonu için perkutan kanüllü vidalar stabil fiksasyonu sağlamaktadır(80). Peng ve ark. distraksiyona yardımcı guide ile kalkaneal yüksekliğin manuel traksiyona göre daha iyi sağlandığı ve distrikte kalkaneusa yapılan STY ile posterior fasetin restorasyonunun daha iyi olduğu ve distraktör pinlerinin yara yerini etkilemeyecek şekilde gönderildiği için yara yeri komplikasyonlarını artırmadığı, tatmin edici redüksiyon sağlandığı için fonksiyonel sonuçlarının daha iyi olduğunu açıklamışlardır(68). Bizde kalkaneal kırıklarda oluşan varus ya da valgusun eksternal bir guide yardımı ile daha kolay

düzeltililebildiğini, posterior fasetin STY açık redüksiyonun daha iyi olduğunu, Böhler ve Gissane açısının restorasyonunun ve tespitinin bu yöntemle daha iyi olduğunu, guide için kullanılan Schanz pinlerinin insizyona uzak alanlara konulması sebebiyle yara yerini etkilemediği ve kırık hematoma ulaşmadığını ve dolayısıyla yara yeri komplikasyonunu artırmadığını, Sanders tip 3 ve 4 kırıklarda sinüs tarsi plağına ek olarak subtalar ekleme yakın longitudinal 2 adet kanüler vida kullanımının kombine edildiği, Sanders tip 1 kırıklarda longitudinal 2 adet kanüler vidaya ek olarak subtalar eklem redüksiyonu için kanülü vida uygulamamızın yeterli stabilizasyon yaptığını düşünüyoruz. Yüksek komplikasyon oranı nedeniyle Sanders tip 3 ve tip 4 kırıklarda ekstensil lateral insizyon plak ile tespitini yerini minimal invaziv tekniklerin alacağını düşünmekteyiz ve verilerimiz de bunu desteklemektedir.

## 6. SONUÇLAR

Kalkaneus kırıkları çoğunlukla yüksek enerjili yaralanmalar sonrasında izlenir. Erkeklerde daha fazla olmak üzere çalışan aktif bireylerde sıklığı artmakta olup 30-40 yaş aralığında pik yapmaktadır. Kalkaneus kırıkları tedavi edilmediğinde ya da komplikasyonlar meydana geldiğinde hastalara ciddi işgücü kaybına neden olmakta, ciddi bir tedavi maliyeti doğurmakla beraber hasta ve çevresine sosyoekonomik problemler doğurmaktadır.

Kalkaneus kırıklarının tüm kırıklar içinde oranı %2 olmakla beraber kalkaneus kırıklarının %70'i eklem içi kırıklardır. Eklem içi tüm kırıklarda olduğu gibi kalkaneus kırıklarında da tedavi hedefi anatomik redüksiyon, stabil fiksasyon ve erken hareket başlanmasıdır.

Kalkaneus kırıkları yüksek enerjili travmalar sonucu oluştuğu için hastalarda kalkaneus kırıklarına ek olarak diğer ekstremitelerde kırık, ortopedik dışı yaralanmalar sıklıkla izlenebilmektedir. Bu hastalarda aynı zamanda açık kalkaneus kırıkları da izlenebilmektedir. Multitratmatik olan hastaların cerrahiye kadar geçen süreleri, toplam yatış süreleri uzayabilmektedir ve postoperatif dönemde rehabilitasyonları geriden gelmektedir.

BT'lerin yağınlaşması kırığın radyolojik olarak görüntülenmesini, sınıflamasını kolaylaştırması ile beraber tedavi planlamasında da çok sık kullanılmaktadır. 3 boyutlu BT'lerin giderek artan kullanımları ile birlikte kırık oluşum mekanizması daha kolay anlaşılır olmuş, tedavi planlanmasında ve cerrahi fiksaasyonda daha çok yol gösterici olmuştur. Kalkaneus kırıklarının sınıflamasında güncel literatür BT dayalı sınıflamaların kullanılmasını önermektedir. Sanders sınıflaması kalkaneus kırıklarında en sık kullanılan sınıflamadır.

Kalkaneus kırıklarının tedavisinde amaç kalkaneusun uzunluğunu, yüksekliğini ve genişliğini sağlamak, eklem uzanan kırıkların anatomik redüksiyonunu sağlayarak eklem uyumunu gerçekleştirmektir.

Kalkaneus kırıklarının cerrahi tedavisinde Sanders tip2 kırıklar ve dil kırıkları çoğunlukla KRPF ile tedavi edilirler. Sanders tip 3 ve tip 4 kırıklarda literatürde çoğunlukla ELY açık redüksiyon plak ile tespit önerilse de gerek komplikasyon oranlarının yüksek olması gerek guide yardımcı KRPF veya minimal invaziv

tekniklerin fonksiyonel sonuçlarının daha iyi olup komplikasyon oranlarının düşük olması sebebi ile invaziv açık tekniklerin yerini alması beklenmektedir. Güncel çalışmalarda Sanders tip 3 ve tip 4 kırıklarda minimal invaziv tetkiklerin tercih edildiği izlenmektedir. Çalışmamızda bunu desteklemekte olup minimal invaziv tekniklerle daha iyi fonksiyonel sonuç elde edilmektedir. Ayrıca cerrahi teknikten bağımsız olarak Böhler açısındaki düzeltme miktarının literatürle uyumlu olarak fonksiyonel sonuçlarla korele olduğu gösterilmiştir.

Kalkaneus kırıklarında en sık görülen komplikasyon subtaar artroz olup sonraki en sık komplikasyon yara yeri problemleridir. Bizim serimizde açık cerrahi teknikte daha fazla komplikasyon görülmüştür.

Çalışmamızda diğer serilerle kıyaslandığında Sanders tip 3 ve tip 4 vaka sayısı ve yüksek açık kırık oranlarına rağmen tatminkar radyolojik ve fonksiyonel sonuçlara erişilebilmiştir. Klinik, radyolojik ve fonksiyonel sonuçların daha net anlaşılabilmesi için çok daha geniş hasta gruplu çalışmalar yapılmalıdır. Çalışmamız güncel literatür ile uyumlu gelmiş olup minimal invaziv cerrahilerin önemi ve sıklığı arttığı gibi cerrahi deneyimin önemi de aşıkardır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Robert W. Bucholz CMC-B, James D. Heckman, Paul Tornetta 3 Rockwood ve Green Erişkin Kırıkları. Güneş Tıp Kitabevi 2014. 2064-109 p.
2. Lindsay W, Dewar F. Fractures of the os calcis. The American Journal of Surgery. 1958;95(4):555-76.
3. Rowe CR, Sakellarides HT, Freeman PA, Sorbie C. Fractures of the os calcis: a long-term follow-up study of 146 patients. Jama. 1963;184(12):920-3.
4. Malgaigne J-F. Operative Surgery: Based on Normal and Pathological Anatomy: Blanchard and Lea; 1851.
5. Böhler L. Diagnosis, pathology, and treatment of fractures of the os calcis. JBJS. 1931;13(1):75-89.
6. Cotton FJ, Wilson LT. Fractures of the os calcis. The Boston Medical and Surgical Journal. 1908;159(18):559-65.
7. Letournel E. Open treatment of acute calcaneal fractures. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007). 1993;290:60-7.
8. Sanders R. Current concepts review-displaced intra-articular fractures of the calcaneus. JBJS. 2000;82(2):225-50.
9. Yavuz İA, Koçak C, Özdamar FÖ. İskelet traksiyonunda temel prensipler. TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi. 2018;17:315-23.
10. Gallie W. Subastragal arthrodesis in fractures of the os calcis. JBJS. 1943;25(4):731-6.
11. Gissane W. Discussion on "Fractures of the os calcis.". Proceedings of the British Orthopaedic Association J Bone Joint Surg Am. 1947;29:254-5.
12. Palmer I. The mechanism and treatment of fractures of the calcaneus: open reduction with the use of cancellous grafts. JBJS. 1948;30(1):2-8.
13. Peter E-L. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the OS calcis. British Journal of Surgery. 1952;39(157):395-419.
14. WRN L. Dewar FP. Fractures of the os calcis. Am J Surg. 1958;95:555-76.
15. Buckley RE, Meek RN. Comparison of open versus closed reduction of intra-articular calcaneal fractures: a matched cohort in workmen. Major Fractures of the Pilon, the Talus, and the Calcaneus: Springer; 1993. p. 195-205.

16. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clinical orthopaedics and related research*. 1993(290):87-95.
17. Segal D, LAWRENCE J, LEITER B. Clinical application of computerized axial tomography (CAT) scanning of calcaneus fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1985;199:114-23.
18. Stephenson JR. Displaced fractures of the os calcis involving the subtalar joint: the key role of the superomedial fragment. *Foot & Ankle*. 1983;4(2):91-101.
19. Zwipp H, Tscherne H, Thermann H, Weber T. Osteosynthesis of displaced intraarticular fractures of the calcaneus results in 123 cases. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 1993;290:76-86.
20. Thordarson DB, Krieger LE. Operative vs. nonoperative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a prospective randomized trial. *Foot & ankle international*. 1996;17(1):2-9.
21. Jaffe WL GP, Laitman JT. Pleontology, embryology, and anatomy of the foot. In: Jahhs M.H.(eds) , *Disorders of the foot ankle second ed.(volume 1)*1992. 3-13 p.
22. Sadler T. *Body cavities and serous membranes. Langmans Medical Embryology Sixth edition* Baltimore: Williams & Wilkins. 1990:164-78.
23. Tekelioğlu M. Ayakta embriyolojik gelişme, Ayak ayakbileği sorunları. Ege R, editor1997. 11-5 p.
24. Şuap Kibar MA. *Kalkaneus Kırıklarının Cerrahi Tedavi: İstanbul Üniversitesi;* 2004.
25. Rammelt S, Zwipp H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury*. 2004;35(5):443-61.
26. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi 1. cilt. Güneş Kitabevi, Ankara*. 1995;388:58-60.
27. Richard L. Drake AWW, Adam W.M. Mitchell. *Gray Anatomy for students*. YILDIRIM M, editor. Güneş Yayınevi2007.
28. Hall RL, Shereff MJ. Anatomy of the calcaneus. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1993;290:27-35.
29. Soeur R, Remy R. Fractures of the calcaneus with displacement of the thalamic portion. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1975;57(4):413-21.



30. KAYA T. Kas İskelet –Yumuşak Doku Radyolojisi. GÜNEŞ TIP KİTABEVİ2008.
31. TORUN Bİ, Nurdan Ç. Ayak Arkus Açısı ve Ayak Uzunluğu Arasındaki İlişki. Kafkas Tıp Bilimleri Dergisi. 2018;8(3):172-7.
32. Kelikian AS, Sarrafian SK. Sarrafian's anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
33. Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Extensive intraarticular fractures of the foot: Surgical management of calcaneal fractures. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007). 1993;292:128-34.
34. Andermahr J, Helling H-J, Rehm KE, Koebke Z. The vascularization of the os calcaneum and the clinical consequences. Clinical Orthopaedics and Related Research®. 1999;363:212-8.
35. Sarrafian SK. Biomechanics of the subtalar joint complex. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007). 1993;290:17-26.
36. Eastwood D, Langkamer V, Atkins R. Intra-articular fractures of the calcaneum. Part II: Open reduction and internal fixation by the extended lateral transcalcaneal approach. The Journal of Bone and Joint Surgery British volume. 1993;75(2):189-95.
37. S. Terry Canale FMA, James H. Beaty. Campbell's Operative Orthopaedics. Doğan Tıp Kitabevi2017. 4276-94 p.
38. Carr JB, Hamilton JJ, Bear LS. Experimental intra-articular calcaneal fractures: anatomic basis for a new classification. Foot & ankle. 1989;10(2):81-7.
39. Gregory P, DiPasquale T, Herscovici D, Sanders R. Ipsilateral fractures of the talus and calcaneus. Foot & ankle international. 1996;17(11):701-5.
40. Thordarson D. Re: The association between diagnosis of plantar fasciitis and windlass test results, De Garcea D, Dean D, Requejo SM, Thordarson DB, Foot Ankle Int. 24 (3): 251-255, 2003. Author's reply. FOOT & ANKLE INTERNATIONAL. 2004;25(9):687-8.
41. Zwipp H, Rammelt S, Barthel S. Calcaneal fractures—open reduction and internal fixation (ORIF). Injury. 2004;35(2):46-54.
42. Rammelt S, Marx C. Calcaneus fractures. Foot and Ankle Disorders: Springer; 2022. p. 1225-52.
43. Sanders R. Intra-articular fractures of the calcaneus: present state of the art. Journal of orthopaedic trauma. 1992;6(2):252-65.

44. Crosby LA, Fitzgibbons T. Computerized tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneus. A new classification system. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(6):852-9.
45. Kurozumi T, Jinno Y, Sato T, Inoue H, Aitani T, Okuda K. Open reduction for intra-articular calcaneal fractures: evaluation using computed tomography. *Foot & ankle international*. 2003;24(12):942-8.
46. Meriç Çırpar MFE. Kalkaneus kırıkları. TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi. 2013.
47. Thomas P, Ruedi REB, Christopher G, Moran. AO Kırık Tedavisinin Prensipleri Cilt:2. Doç. Dr. Mahir Mahiroğulları YoDŞÇ, Prof.Dr. Mahmut Kömürçü, editor. Palme Yayıncılık 2012.
48. Kellam J. Fracture and Dislocation Compendium—2018. A joint collaboration between the Orthopaedic Trauma Association and the AO Foundation. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2018;32(1 Supplement):2252-63.
49. Squires B, Allen P, Livingstone J, Atkins R. Fractures of the tuberosity of the calcaneus. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2001;83(1):55-61.
50. Swanson SA, Clare MP, Sanders RW. Management of intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot and ankle clinics*. 2008;13(4):659-78.
51. Stapleton JJ, Kolodenker 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.
52. McBride DJ, Ramamurthy C, Laing P. (ii) The hindfoot: Calcaneal and talar fractures and dislocations—Part I: Fractures of the calcaneum. *Current Orthopaedics*. 2005;19(2):94-100.
53. Huefner T, Thermann H, Geerling J, Pape H, Pohlemann T. Primary subtalar arthrodesis of calcaneal fractures. *Foot & Ankle International*. 2001;22(1):9-14.
54. Long C, Li K, Zhu J, Liu H, Zhu Y. Three-step closed reduction and percutaneous screw fixation: A reliable and reproducible protocol in managing displaced intra-articular calcaneal fractures. *Injury*. 2022.
55. Tomesen T, Biert J, Frölke J. Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures with closed reduction and percutaneous screw fixation. *JBJS*. 2011;93(10):920-8.
56. Z. Uğur Işıklar FEB. Kalkaneus Kırıkları. TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi. 2006(Cilt 5 Sayı 1-2):45-52.

57. McReynolds I. The case for operative treatment of fractures of the os calcis. *Controversies in orthopaedic surgery*. 1982;232-54.
58. Wilmsen L, Neubert A, Windolf J, Icks A, Richter B, Thelen S. Screw fixation in the treatment of displaced intra-articular calcaneus fractures: a systematic review protocol. *Systematic Reviews*. 2022;11(1):1-7.
59. Vosoughi AR, Borazjani R, Ghasemi N, Fathi S, Mashhadiagha A, Hoveidaei AH. Different types and epidemiological patterns of calcaneal fractures based on reviewing CT images of 957 fractures. *Foot and Ankle Surgery*. 2022;28(1):88-92.
60. Spierings KE, Min M, Nooijen LE, Swords MP, Schepers T. Managing the open calcaneal fracture: A systematic review. *Foot and Ankle Surgery*. 2019;25(6):707-13.
61. Luo G, Fan C, Gao P, Huang W, Ni W. An evaluation of the efficacy of percutaneous reduction and screw fixation without bone grafting in Sanders Type-II and Type-III displaced intra-articular calcaneal fractures. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022;23(1):562.
62. Duramaz A, Polat Ö, İltter MH, Bayram B, Bayrak A, Baca E. Could percutaneous fixation with crossed Schanz pins be an alternative to open reduction in the treatment of intra-articular calcaneal fractures? *International Orthopaedics*. 2021;45:731-41.
63. Güven N, Özkan S, Güzel F, Türközü T, Şehmuz K, Tokyay A. Comparison of Sinus Tarsi and Extensile Lateral Approach in Intra-articular Calcaneus Fractures. *Genel Tıp Dergisi*. 2022;32(5):1-.
64. Mitchell M, McKinley J, Robinson C. The epidemiology of calcaneal fractures. *The Foot*. 2009;19(4):197-200.
65. Paul M, Peter R, Hoffmeyer P. Fractures of the calcaneum: a review of 70 patients. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2004;86(8):1142-5.
66. Galluzzo M, Greco F, Pietragalla M, De Renzis A, Carbone M, Zappia M, et al. Calcaneal fractures: radiological and CT evaluation and classification systems. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*. 2018;89(Suppl 1):138.
67. Stulik J, Stehlik J, Rysavy M, Wozniak A. Minimally-invasive treatment of intra-articular fractures of the calcaneum. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 2006;88(12):1634-41.
68. Peng Y, Liu J, Zhang G, Ji X, Zhang W, Zhang L, et al. Reduction and functional outcome of open reduction plate fixation versus minimally invasive reduction with percutaneous screw fixation for displaced calcaneus fracture: a retrospective study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2019;14(1):1-9.

69. Batibay SG, Bayram S. Comparing open reduction and internal fixation versus closed reduction using dual-point distraction and percutaneous fixation for treating calcaneal fractures. *Joint diseases and related surgery*. 2020;31(2):193.
70. Schepers T, van Lieshout EM, Ginai AZ, Mulder PG, Heetveld MJ, Patka P. Calcaneal fracture classification: a comparative study. *The Journal of foot and ankle surgery*. 2009;48(2):156-62.
71. 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. *Journal of orthopaedic trauma*. 2014;28(10):551-63.
72. Gavlik J, Rammelt S, Zwipp H. Percutaneous, arthroscopically-assisted osteosynthesis of calcaneus fractures. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2002;122(8):424-8.
73. Takasaka M, Bittar CK, Mennucci FS, Mattos CA, Zabeu JLA. Comparative study on three surgical techniques for intra-articular calcaneal fractures: open reduction with internal fixation using a plate, external fixation and minimally invasive surgery. *Revista brasileira de ortopedia*. 2016;51:254-60.
74. Yao H, Liang T, Xu Y, Hou G, Lv L, Zhang J. Sinus tarsi approach versus extensile lateral approach for displaced intra-articular calcaneal fracture: a meta-analysis of current evidence base. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2017;12(1):1-9.
75. Seyahi A, Uludag S, KOYUNCU L, ATALAR A, Demirhan M. The calcaneal angles in the Turkish population. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2009;43(5):406-11.
76. 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 Surgery*. 2013;13:1-8.
77. Gonzalez TA, Lucas RC, Miller TJ, Gitajn IL, Zurakowski D, Kwon JY. Posterior facet settling and changes in Bohler's angle in operatively and nonoperatively treated calcaneus fractures. *Foot & Ankle International*. 2015;36(11):1297-309.
78. Csizy M, Buckley R, Tough S, Leighton R, Smith J, McCormack R, et al. Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion. *Journal of orthopaedic trauma*. 2003;17(2):106-12.
79. Dingemans SA, Sintenie FW, de Jong VM, Luitse JS, Schepers T. Fixation methods for calcaneus fractures: a systematic review of biomechanical studies using cadaver specimens. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2018;57(1):116-22.

80. Zhang H, Lv ML, Liu Y, Sun W, Niu W, Wong DW-C, et al. Biomechanical analysis of minimally invasive crossing screw fixation for calcaneal fractures: implications to early weight-bearing rehabilitation. *Clinical Biomechanics*. 2020;80:105143.