



MERAM  
TIP FAKÜLTESİ

T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ MERAM TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ BÖLÜMÜ

**PEDİATRİK FEMUR CİSİM KIRIĞININ TİTANYUM ELASTİK ÇİVİ İLE  
TEDAVİSİ: RADYOLOJİK VE KLİNİK DEĞERLENDİRME**

**Dr. M. Fahri YURTGÜN  
UZMANLIK TEZİ**

2014

KONYA



MERAM  
TIP FAKÜLTESİ

T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ MERAM TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ BÖLÜMÜ

PEDİATRİK FEMUR CİSİM KIRIĞININ TİTANYUM ELASTİK ÇİVİ İLE  
TEDAVİSİ: RADYOLOJİK VE KLİNİK DEĞERLENDİRME

Dr. M. Fahri YURTGÜN

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. M. Nazım KARALEZLİ

2014

KONYA

17.02.2014

Uzmanlık öğrencisinin adı: *Dr. Mustafa Fahri YURTGÜN*

Çalışmanın Başlığı: Pediatrik Femur Cisim Kırığının Titanyum Elastik Çivi ile Tedavisi: Radyolojik ve Klinik Değerlendirme

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesinde “Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanlık Eğitimi” çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıda belirtilen jüri üyeleri tarafından uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 17 /02/ 2014

Prof. Dr. M. Nazım KARALEZLİ  
Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı  
Jüri Başkanı

Doç. Dr. Serdar TOKER  
Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram  
Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı  
Üye

Yrd. Doç. Dr. Onur BİLGE  
Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram  
Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı  
Üye

## İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR .....	v
ŞEKİLLER ve RESİMLER .....	vi
TABLolar .....	ix
ÖZET .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. Anatomi. ....	4
2.2. Femurun Biyomekaniği .....	10
2.3. Çocuk Kırıklarının Genel Özellikleri .....	11
2.4. Çocuk Kırıklarında Klinik Bulgular ve Tanı .....	14
2.5. Kırık Tanımı ve Tipleri.....	16
2.6. Kırık İyileşmesi .....	21
2.7. Kırık İyileşmesini Etkileyen Faktörler .....	27
2.8. Çocuk Kırıklarının Komplikasyonları .....	37
2.9. Femur Cisim Kırıklarında Tedavi Yöntemleri.....	42
2.10. Femur Cisim Kırıklarında Cerrahi Zamanlaması .....	53
2.11. Esnek Çivileme Cerrahisi ve Biyomekanik Özellikleri.....	54
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	62
3.1. Etik Kurul Onayı.....	62
3.2. Çalışma Grubunun Seçimi. ....	62
3.3. Çalışmanın Akışı ve Değerlendirme Yöntemleri .....	62
3.4. İstatistiksel Analiz .....	69
3.5. Cerrahi Yöntem .....	69
4. BULGULAR.....	84
5. OLGULARIMIZDAN ÖRNEKLER.....	102
6. TARTIŞMA .....	117
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	126
8. KAYNAKLAR .....	127

## SİMGELER ve KISALTMALAR

AAOS	:	American Academy of Orthopaedic Surgeons
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
ADTK	:	Araç dışı trafik kazası
AİTK	:	Araç içi trafik kazası
BT	:	Bilgisayarlı tomografi
cm	:	Santimetre
CPG	:	Clinical Practice Guidelines
FSK	:	Femur suprakondiler kırık
Maks	:	Maksimum
Med	:	Medyan
MFSA	:	Mediyal femoral sirkumfleks arter
Min	:	Minimum
mm	:	Milimetre
Ort	:	Ortalama
ROM	:	Range of motion (Eklem Hareket Açıklığı)
SS	:	Standart sapma
TEÇ	:	Titanyum elastik çivileme

## ŞEKİLLER ve RESİMLER

- Şekil 2.1.** Femur ossifikasyon merkezleri (Henry Gray. Anatomy of the Human Body. II. Osteology s.45)
- Şekil 2.2.** Genç bir erişkinde femur epifizyal çizgilerin önden görünümü.
- Şekil 2.3.** Genç bir erişkinde femur epifizyal çizgilerin arkadan görünümü.
- Şekil 2.4.** Femur başının beslenmesi; Femur başı (1), gluteus medius (2), MFSA'nın derin dalı (3), MFSA'nın terminal subsnoviyal dalları (4), gluteus medius tendonunun insersiyosu (5), piriformis tendonunun insersiyosu (6), trokanterin alt bölümünü besleyen damarlar (7), trokanterik dal (8), birinci perforat arterin dalı (9) ve trokanterik dallar (10).
- Şekil 2.5.** Femur kırıklarında lokalizasyonun kas insertiolarına bağlı olarak oluşturduğu deplasman tipleri.
- Şekil 2.6.** Femurun mekanik ve anatomik aksları
- Şekil 2.7.** Femur kendini saran kas tabakaları ile birlikte yelkenli bir geminin dinamiklerini gösterir.
- Şekil 2.8.** Femur kırıklarında Winquist-Hansen sınıflaması
- Şekil 2.9.** Kırık iyileşmesi dönemleri
- Şekil 2.10.** Pediatrik femurda retrograd (sol) ve anterograd (sağ) yaklaşımla uygulanan elastik çivilemede fiksasyon noktaları (oklar)
- Şekil 3.1.** Femur eksenleri; A) Mekanik eksen; B) Anatomik eksen
- Şekil 3.2.** Sagittal planda femur anatomik eksenini çizimi A) Femurun orta hatlarının çizimi B) Proksimal bölüm anatomik eksenini
- Şekil 3.3.** A) Distal bölüm anatomik eksenini çizimi B) Proksimal ve distal bölüm arasında normalde 10 derece açı vardır
- Şekil 3.4.** Femoral anteversiyon, femur boynu ekseniniyle femur transkondiler eksenini arasındaki açısal fark olarak tanımlanır

- Şekil 3.5.** çivi çapı;  $d = 0,4 \times M$  (meduller çap) veya  $d = m/2 - 1 \text{ mm}$ .
- Şekil 3.6.** Çivi ucu ve gövdesinin eğim hesabı
- Şekil 3.7.** İdeal çivi ucu eğiminin çivi çapının ortalama 2.2 katı olmalıdır. Yani medulla çapının %85-90' ı kadar olmalıdır
- Şekil 3.8.** Çivinin yerleştirilmesi
- Şekil 3.9.** A: Distal femurun medial yaklaşımı. Giriş deliği fiz hattından 20-40mm uzakta açılır. Femoral arter adduktor tuberkülün hemen arkasındadır. Anterior ve posteriora eşit mesafede olmalıdır. B: Lateral yaklaşım: Fiz'den 20-40mm proximalde yapılır. Çok posteriora peroneal sinir vardır. C: Distal femurda vastus kaslarının arasından girilir
- Şekil 3.10.** Giriş deliği meduller kanala dik olmamalıdır bu redüksiyonu zorlar ve giriş deliğinde deformasyona sebebiyet verebilir. Delik çivi aksına paralel olmalıdır.
- Şekil 3.11.** Çivileme amacı ile medullaya giriş. Giriş deliğinin insizyon diafiz sonunda yer almaktadır. Çivinin uç eğimi kemiğe paralel olmamalıdır(a). b-c'deki gibi kemiğe dik şekilde girilmelidir. Dik şekilde girildikten sonra  $180^0$  döndürülür (d). Medüller kanala paralel hale gelen çivi kemik aksına dik şekilde ilerletilir (e)
- Şekil 3.12.** İlk önce çivi önceden tarif edildiği gibi kırık bölgesine kadar ilerletilir (a). Çivi  $180^0$  döndürülür böylece çivi ucunun kortekse takılmadan ilerlemesi sağlanır (b). Kırık hattı redükte edilir ve çivi ilerletilir (c). Bu aşamada iki seçenek vardır. Seçenek 1: İlk çivi femur proximaline kadar ilerletilir. Fakat var olan konturu sebebi ile kırık hattında varus oluşturacaktır (d1). Bu sebepten çivi  $180^0$  çevrilir bu redüksiyonu ve varusu düzeltir. Lateral çivi normal olarak gönderilir (e1). Lateral çivi femur proximaline kadar ilerletilir (f1). Eğer stabiliteden şüpheleniliyorsa medial çivi  $180^0$  çevrilebilir (g).
- Şekil 3.12. (devamı)** İkinci seçenek: ilk çivinin sağladığı kısmi stabilizasyondan faydalanılarak 2. çivi kırık hattına kadar ilerletilir (d2). Kırık hattını geçen lateral çivi çekiç yardımı ile kısmi ilerletilir (e2). İlk çivi

trokanter seviyesine kadar çakılır, ikinci çivi ise kısmi rotasyon hareketleri ile ilerletilir Eğer stabiliteden şüpheleniliyor ise medial çivi 180<sup>0</sup> çevrilebilir (g).

- Şekil 3.13.** Eğer lateral planda hafif bir rekurvatum deformitesi mevcut ise (a), bunu lateral ve medial çivilerin aksi yönlerde 90<sup>0</sup> lik rotasyonları ile çözmek mümkündür (b). 1\4'lük tur AP dizlimi bozmayacaktır.
- Şekil 3.14.** Asimetrik yönelim gösteren çivilerin sebep olduğu tekrarlayıcı valgus deformitesinde medialden gönderilen 2. çivi aksı düzeltecektir (1: valgustaki hali 2: varus'a gelmiş hali)
- Şekil 3.15.** Eğer hafif bir varus açılanması mevcut ise (a), medial çivi 180<sup>0</sup> çevrilerek bu düzeltilebilir (b)
- Şekil 3.16.** Çivi sonlandırılmadan önce bırakılacak mesafe y=10 mm
- Şekil 4.1.** Olguların yaş dağılım grafiği
- Şekil 4.2.** Olguların cinsiyet dağılımlarına ait pasta grafiği.
- Şekil 4.3.** Olguların kırık taraf dağılımlarına ait pasta grafiği
- Şekil 4.4.** Kırık tipi dağılımlarına ait pasta grafiği.
- Şekil 4.5.** Kırıkların femurdaki lokalizasyonlara ait pasta grafiği.
- Şekil 4.6.** Olguların eşlik eden travma varlığı dağılımlarına ait pasta grafiği.
- Şekil 4.7.** Uygulanan ameliyat tekniğinin kırıklardaki dağılımlarına ait pasta grafiği.
- Şekil 4.8.** Kırıkların uzun bacak ateli uygulanma durumlarına ait pasta grafiği.
- Şekil 4.9.** Olguların komplikasyon varlığı dağılımlarına ait pasta grafiği.
- Şekil 4.10.** Tespit edilen ve sağlam femurlarda anteversiyon değerleri grafiği
- Şekil 4.11.** Olguların diğer tarafa göre alt ekstremite uzunluk farkları.
- Şekil 4.12.** İyileşme sonuçlarının Flynn kriterlerine göre dağılımlarına ait pasta grafiği.
- Resim 3.1.** A) Koronal planda A-P grafide anatomik eksen çizilerek deformitenin belirlenmesi B) Sagital planda lateral grafide anatomik



eksenin çizilerek deformitenin belirlenmesi

- Resim 3.2.** Femur iç-dış rotasyonun klinik olarak ölçülmesi
- Resim 3.3.** Bilgisayarlı tomografi ile femur anteversiyon ölçümü
- Resim 3.4.** Bacak uzunluk grafisi ile ekstremitte uzunluk farkı ölçümü
- Resim 3.5.** Operasyon öncesi hastanın pozisyonu, cerrahiye hazırlanması ve örtülmesi
- Resim 3.6.** Titanyum elastik çivi çakma seti
- Resim 3.7.** Çaplarına göre değişik renkteki titanyum elastik çiviler
- Resim 3.8.** Çivi ucu ve gövdesine eğim verilmesi
- Resim 3.9.** Giriş yerinin skopi ile belirlenmesi

## TABLolar

- Tablo 4.1.** Olguların yaş ortalaması; cinsiyet ve kırık taraf dağılımları.
- Tablo 4.2.** Olguların kırık etiyojisine göre dağılımı.
- Tablo 4.3.** Kırık tipi dağılımları (34 femur).
- Tablo 4.4.** Kırıkların femurdaki lokalizasyonları.
- Tablo 4.5.** Gustilo Anderson sınıflamasına göre kırık tipleri.
- Tablo 4.6.** Olguların eşlik eden travmaları.
- Tablo 4.7.** Olguların ameliyata kadar geçen süre, ameliyat süresi ve kanama miktarlarına ait değerleri.
- Tablo 4.8.** Uygulanan ameliyat tekniğinin kırıklardaki dağılımları.
- Tablo 4.9.** Femur kırıklarında kullanılan çivi çapı toplamı ve medulla çapı değerleri.
- Tablo 4.10.** Olguların hastanede kalış süresi ve çivi çıkarılma sürelerine ait değerleri.

- Tablo 4.11.** Kırıklarda uzun bacak ateli uygulanma dağılımı.
- Tablo 4.12.** Kırıkların atelde kalış, tam yük izin verme ve radyolojik kaynama sürelerine ait değerler.
- Tablo 4.13.** Olguların majör ve minör komplikasyon dağılımları.
- Tablo 4.14.** Koronal ve sagittal femur deformitelerinin sıklıkları.
- Tablo 4.15.** Diz ve kalça eklemlerinin ROM durumları.
- Tablo 4.16.** Olgularda yürüme asimetrisi ve ağrı.
- Tablo 4.17.** Olguların izlem süreleri.
- Tablo 4.18.** İyileşme sonuçlarının Flynn kriterlerine göre dağılımları.
- Tablo 4.19.** Titanyum elastik çivileri ile sonuç skorlama ölçütleri (Flynn kriterleri)
- Tablo 4.20.** Titanyum elastik çivi tedavisi sonrası komplikasyonlar

## ÖZET

**Yurtgün, F. Pediyatrik Femur Cisim Kırığının Titanyum Elastik Çivi ile Tedavisi: Radyolojik ve Klinik Değerlendirme. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Konya. Uzmanlık Tezi, 2014.**

Titanyum elastik çivi (TEÇ), 4-14 yaş femur diyafiz kırıklarının tedavisinde sıkça ve güvenli bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, çocukluk dönemindeki femur cisim kırıklarında TEÇ kullanılarak yapılan intramedüller tespitin klinik ve radyolojik sonuçlarını değerlendirmektir.

Bu çalışmaya, Eylül 2009-Ocak 2013 tarihleri arasında femur cisim kırığı nedeniyle TEÇ kullanılarak retrograd yaklaşımla intramedüller tespit uygulanan, 5-15 yaşları arasındaki 31 çocuk hasta (34 femur kırığı) dahil edildi. Kırıkların 19'u femur orta diafiz, 13'ü proksimal diafiz, 2'si distal diafiz kırığı şeklinde idi. Kapalı redüksiyon yapılamayan 14 femura, kırık hattına lateral insizyonla ulaşıp açık redüksiyon uygulandı. Son kontrollerde her iki alt ekstremitede diz eklem hareket açıklıkları (range of motion=ROM) ölçüldü; takiben ön-arka ve lateral direkt grafiler, bacak uzunluk grafisi ve her iki femurun anteversiyon ölçümleri için bilgisayarlı tomografi (BT) incelemesi yapıldı. Her iki alt ekstremitenin ön-arka ve lateral direkt grafilerde açılanma (varus/valgus ve/veya prokurvatum/rekurvatumdeformitesi), kırık kaynama durumu (kaynama, kaynamama, yanlış kaynama) ve dereceleri değerlendirildi. Bacak uzunluk grafisinde her iki alt ekstremitenin uzunluk farkı saptandı. BT görüntülerinde, femur anteversiyon durumu sağlam tarafla karşılaştırıldı. Femur uzunluk farkı, açısal deformite ve ağrı kategorizasyonları yapıldı. Sonuçlar, Flynn kriterlerine göre değerlendirildi.

Çalışmamıza dahil edilen olgularından üçü (% 9.7) kızdı. Median olarak çocukların yaşı 6.5 (5-15) yıl, hastanede kalış süresi 4 (1-10) gün, atelde kalış süresi 3 (0-6) hafta, radyolojik kaynama süresi 5 (4-9) hafta, tam yüke izin verme süresi 5 (4-9) hafta, çivi çıkarılma süresi 250 (202-560) gün ve takip süresi 24 (9-49) ay idi. Diz eklemi ROM değeri olguların ikisinde (% 6.5) ve kalça eklemi ROM olguların birinde (% 3.3) kısıtlı idi. Koronal planda açılanma 32 femurda hiç görülmedi. Bilateral femur kırığı olan olgunun bir tarafında 15 derece varus ve diğer tarafında 5 derece valgus vardı. Medyan değerleri, varus deformitesi için 0 (0-15) derece, valgus deformitesi için 0 (0-5) derece; sagittal planda

açılanma 28 femurda hiç görülmedi. 3 femurda 10 derecenin altında prokurvatum, 3 femurda 10 derecenin altında rekurvatum deformitesi görüldü. Medyan değerleri, prokurvatum ve rekurvatum deformitesi için 0 (0-10) derece idi. Tespit edilen taraftaki femurun anteversiyon değerleri (18.5 [6-47] derece), sağlam taraftaki femurdan (22.5 [9-38] derece) anlamlı derecede düşüktü ( $p<0.001$ ). Ekstremiteler uzunluk farkı 10 femurda kısalık, 15 femurda uzunluk şeklinde idi, medyan değeri 0 (-21; +18) mm olarak ölçüldü. İki olgu (% 6.5), ilgili ekstremitesinde ağrı olduğunu bildirdi. Olguların 20'sinde (% 64.5) komplikasyon gelişmedi. Minör komplikasyon gelişen 9 (% 29) olgu, majör komplikasyon gelişen 2 (% 6.5) olgu vardı. Flynn kriterlerine göre opere edilen femurların 22'si (% 64.7) mükemmel, 9'u (% 26.5) başarılı ve 3'ü (% 8.8) kötü sonuç olarak değerlendirildi.

Çalışmamızın sonuçları, 5-15 yaşları arasındaki çocuklardaki femur kırıklarının tedavisinde TEÇ ile intramedüller tespitin komplikasyonsuz olmamakla beraber etkin bir tedavi olduğunu düşündürmektedir. Özellikle rotasyon deformitesi konusunda dikkatli olunması gerektiğini düşünüyoruz.

**Anahtar sözcükler:** Çocuklar, intramedüller tespit, titanyum elastik çivi, femur kırığı.

## **ABSTRACT**

**Yurtgün, F. Treatment of Pediatric Diaphyseal Femur Fracture by Titanium Elastic Nail: Radiological and Clinical Evaluation. Necmettin Erbakan University, Meram Medical Faculty, Department of Orthopaedics and Traumatology, Konya. Thesis of Speciality, 2014.**

Titanium elastic nail (TEN) is commonly used for the treatment of diaphyseal femur fractures in children between the ages of 4 and 14 years. The aim of the study was to evaluate the radiological and clinical outcomes of intramedullary fixation using TEN in the treatment of diaphyseal femur fractures in childhood.

Thirty-one patients with 34 femur fractures aged between 5-15 years who were treated by retrograde intramedullary TEN fixations between September 2009-January 2013 were included in this study. Nineteen fractures were diaphyseal while 13 were proximal diaphyseal and 2 were distal diaphyseal. Twenty fractures were closed reduced and fixed while 14 fractures could not be reduced by closed means and these were opened laterally for open reduction. In the last control, both knees range of motions (ROM) were measured followed by AP and Lateral x-rays, leg length radiographies and both femoral CT were taken. IN direct AP and lateral x-rays of both femurs, varus/valgus, procurvatum/recurvatum deformities were detected if present. Additionally fracture healing (union, nonunion, malunion) was evaluated. Leg length discrepancies were detected in leg length radiographies if present. Both femoral CT's were used to measure the anteversion angles to detect if there is a difference between the fractured femur and the opposite site. Patients were categorized according to femur length differences, angular deformity and pain. The results were evaluated by using the Flynn criteria.

Three of patients were female (9.7%) The mean age was 6.5 (5-15), mean hospitalization time was 4 (1-10) days, mean immobilization time in a splint was 3 (0-6) weeks, mean radiological healing time was 5 (4-9) weeks, full weight bearing time was 5 (4-9) weeks, implant removal time was 250 (202-560) days and mean follow-up time was 24 (9-49) months. In 2 patients (6.5%) knee ROM and in one patient (3.3%) hip ROM were restricted. There was no angulation in coronal plane in 32 patients. In one patient with bilateral femur fractures was 15 degrees varus in one site and 5 degrees valgus in the opposite. Median values for varus was 0 (0-15) degree, 0 (0-5) degree for valgus. There was no angulation in sagittal plane in 28 femurs. Procurvatum was detected below 10

degrees in 3 femurs while recurvatum was detected below 10 degrees in 3 femurs. Median values for both were 0 (0-10). The anteversion angles were significantly lower in fixed femurs (18.5 [6-47] degrees) when compared with the normal site (22.5 [9-38] degrees) ( $p < 0.001$ ). Leg length discrepancy was shortening in 10 femurs while lengthening in 15 femurs and the median was measured 0 (-21; +18) mm 2 patients (6.5%) reported pain in fixed leg. There was no complication in 20 (64.5%) of cases. The number of patients with minor complication was 9 (29%) and patients with major complication were 2 (6.5%). According to Flynn criteria, 22 cases were excellent (64%), 9 were successful (26.5%) and 3 were poor (8.8%).

The results of our study conclude that intramedullary fixation of femur fractures of patients between 5-15 years-old with TEN is an effective method of treatment although it is not complication free. We think that the surgeon must particularly be careful regarding the rotation deformities.

**Key words:** children, intramedullary fixation, titanium elastic nail, diaphyseal femur fractures

# 1. GİRİŞ

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) pediatrik ortopedik travma, morbiditenin önde gelen nedenlerindedir. Doğrudan ve dolaylı maliyeti yüksektir. Femur cisim kırıkları, ABD'de hastaneye yatırılan travmatik ortopedi olgularının yaklaşık % 22'sini oluşturmaktadır. Femur kırığı, 10.000 çocukta 27.2' lik insidansı ile çocuklarda hastane yatışı gerektiren en sık travmatik kas-iskelet yaralanmaları arasında yer almaktadır (Heyworth ve ark., 2004; Galano ve ark., 2005). Pediatrik toplumda, çoğu femur kırığı düşme ve motorlu araç kazalarına bağlı olarak gelişmekle birlikte; bisiklet kazaları, çocukluk çağı kötüye kullanımı ve travmatik olmayan olaylar da femur kırığına neden olabilmektedir (Loder ve ark., 2006). Sıklığı ve etkilerine karşın pediatrik femur cisim kırığı, özellikle yaklaşık 5 ila 12 yaş aralığındaki hasta grubunda tedavisi tartışmalı bir alandır.

Tedavi yöntemlerinin çeşitliliği ve bu yöntemlerin sonuçları ile ilgili karşılaştırmalı üst düzey kanıt yokluğu gibi faktörler, en uygun tedavi yönteminin ne olduğuna dair tartışmaların devam etmesi ile sonuçlanmaktadır. Yapılan çalışmalar arasındaki karşılaştırmalar; hastaların yaş gruplamalarındaki farklılıklar, kurumsal tercihler ve değerlendirilen kırıkların değişen şiddeti veya karmaşıklığı nedeniyle güçleşmektedir. Ayrıca, çocuklarda cisim kırıklarının tedavisinde uygulanan bazı yöntemlerde, konuyu sürekli dinamik halde bırakacak biçimde göreceli hızlı bir anlayış değişimi gözlenmektedir. Örneğin, 1990'lı yıllarda 5-12 yaş aralığında hastaların cerrahi stabilizasyonu için elastik çivi kullanımında artış görülürken (Heyworth ve ark., 2004; Carey, 1996; Poolman ve ark., 2006), son yirmi yılda giderek artan sayıda yayında elastik çivi kullanım endikasyonlarında daralmaya yol açacak biçimde, teknik güçlükler/komplikasyonlar vurgulanmıştır ve submüsküler plak yöntemini destekleyen kanıtlar ortaya çıkmıştır (Poolman ve ark., 2006; Sink ve ark., 2006). Submüsküler plaklama yöntemine bağlı bacak uzunluğu farkı (Eidelman ve ark., 2010), plak kırılması (Eidelman ve ark., 2010), plak çıkarılmasından sonra kemikte yeniden kırılma (Eidelman ve ark., 2010), ve kırıkta yanlış hizalanma (Kanlic ve ark., 2004) gibi komplikasyonlar iyi

tanımlanmış olmalarına karşın, bu teknik ile ilgili yayınların çoğu infantil dönemdeki olguları değerlendirmektedir ve bu tekniğin ayrıntılı güvenlik profili uzun süreli ve büyük ölçekli çalışmalarla saptanacaktır. Genç pediatrik hastalarda belirli hasta grupları için kullanılan pelvipedal alçı gibi yöntemler bile, tedavinin komplikasyon ve sonuçlarının ve bu tedavideki teknik yeniliklerin daha iyi anlaşılması amacıyla değerlendirilmiştir.

2009 yılında, Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi (American Academy of Orthopaedic Surgeon=AAOS) pediatrik femur cisim kırığı tedavisi ile ilgili bir klinik uygulama kılavuzu yayınlamıştır (Kocher ve ark., 2009). Yaşı  $\leq 6$  ay olan hastalarda, Pavlik bandaj veya pelvipedal alçı tedavisi önerilmektedir. Ancak, pelvipedal alçı cilt ülserleri insidansında artışla ilişkilendirilmektedir (Buechsenschuetz ve ark., 2002). AAOS kılavuzu, ilk yaralanma sonrası grafilerde  $< 2$  cm kısalma gösteren femur cisim kırığı olan, 6 ay ile 5 yaş arası çocuklarda erken pelvipedal alçılama uygulanmasını önermektedir. Esnek intramedüller çivileme, 5-11 yaş aralığındaki çocuklarda bir tedavi seçeneği olarak dikkate alınmaktadır. Pelvipedal alçılama ve eksternal fiksasyon ile karşılaştırıldığında esnek çivilemenin avantajları; yük taşıma (tolere edildiği kadar) ve aktiviteye geri dönüş süresinin daha kısa olmasıdır (Frech-Dorfler ve ark., 2010; Sagan ve ark., 2010). Rijit trokanterik girişli çivileme, submüsküler plaklama ve esnek IM çivileme  $\geq 11$  yaş hastalarda kullanılabilir. Ancak, hiçbir çalışmada her üç tedavi yöntemi doğrudan karşılaştırılmamıştır. AAOS çalışma grubu, bu yöntemlerin kullanımı ile ilgili yüksek kaliteli kanıt olmadığını belirtmiştir (Buechsenschuetz ve ark., 2002).

Amerikan Ortopedi Cerrahları Akademisi (American Academy of Orthopaedic Surgeons) çocuklarda femur cisim kırıklarının tedavisi için klinik uygulama kılavuzları (Clinical Practice Guidelines=CPG) geliştirmiş bulunmakla birlikte, CPG'de formüle edilen 14 öneriden sadece biri "iyi nitelikli kanıt"a dayanmaktadır. Geriye kalan 13 öneri, "ılımlı", "kötü" ya da "yetersiz" kanıtlara dayanmaktadır (Kocher ve ark., 2010).

Pediatrik femur cisim kırıklarında, pavlik bandaj, pelvipedal alçı, iskelet traksiyonu, eksternal fiksasyon, submüsküler plaklama, esnek intramedüller (IM) çivileme ve rijit trokanterik girişli intramedüller çivileme gibi çok sayıda tedavi yöntemi kullanılmaktadır. Tedavi seçiminde dikkate alınan faktörler hastanın yaşı, kilosu, iskelet



olgunluğu, sosyal durum (örn. bakıcılar tarafından veya diğer çocuk istismarı), kırık yeri, yaralanma mekanizması ve eşlik eden travmadır.

Elastik intramedüller çivileme diğer cerrahi yöntemlere göre; uygulama kolaylığı, ameliyat süresinin kısa olması, komplikasyonların ve yara dokusu skarının azlığı gibi avantajları nedeni ile yaygın kullanımı olan bir cerrahi yöntemdir. Esnek çiviler ile kapalı yapılabilen tespitlerde, kırık hattı açılmadığından daha az yumuşak doku hasarına yol açılır. Bu yöntem biyolojik tespit şeklidir. Yine çivilerin esnekliği de erken kallus oluşumuna katkı yapmaktadır (Brouwer ve ark., 1981).

Çivilerin elastikliği metafizyel bölgeden yerleştirmeye olanak sağlar. Metafizyel yerleştirme şekli, sert çiviler ile ortaya çıkabilen diz eklem problemleri ve kalça avasküler nekrozu gibi potansiyel riskleri azaltır.

Günümüzde iki çeşit esnek intramedüller çivi bulunur; bunlar paslanmaz çelikten yapılmış Ender çivileri ve daha esnek olan titanyum elastik intramedüller çivilerdir.

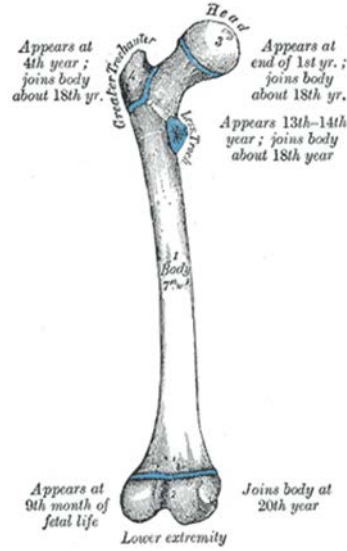
Çalışmamızda, rektospektif olarak çocuk femur kırıklarında uygulamış olduğumuz titanyum elastik intramedüller çivilerinin sonuçlarını değerlendirdik. Sonuçlarımızı, literatürde femur kırıklarında uygulanan, titanyum elastik intramedüller çivilerle ile yapılan tedavi sonuçları ile karşılaştırdık.

## 2. GENEL BİLGİLER

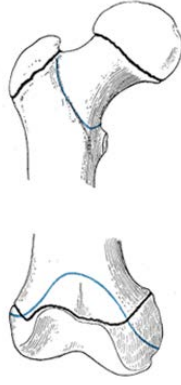
### 2.1. Anatomi

#### 2.1.1. Femur anatomisi ve femurun kanlanması

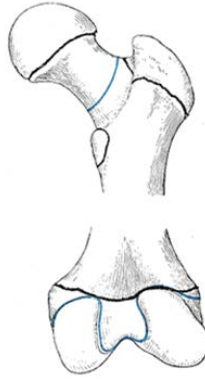
Femur, ilk olarak gestasyonun 14. haftasında mezankimal doku kondensasyonu şeklinde ortaya çıkar. Enkondral kemikleşme 8. haftada başlar ve büyüme hızlanır. Primer kemikleşme merkezi, femur cismi olmakla birlikte sekonder merkezlerin kemikleşmesi 6. ayda üst epifizde, sonradan femur başı ve trokanter majora dönüşen tek bir kemikleşme merkezi olarak başlar. Sonra 7. fetal ayda distal sekonder kemikleşme merkezi gelişir. Doğumdan sonra 4. ile 5. ayında femur başı kemikleşir; trokanter major yaklaşık 4 yaşında ve trokanter minör yaklaşık 10 yaşında iken kemikleşir.



Şekil 2.1. Femur ossifikasyon merkezleri (Henry Gray Anatomy of the Human Body. II. Osteology s.45)



**Şekil 2.2.** Genç bir erişkinde femur epifizyal çizgilerin önden görünümü. (Mavi çizgiler eklem kapsül yapışma yerlerini göstermektedir) (Henry Gray Anatomy of the Human Body. II. Osteology s.47)



**Şekil 2.3.** Genç bir erişkinde femur epifizyal çizgilerin arkadan görünümü. (Mavi çizgiler eklem kapsül yapışma yerlerini göstermektedir.) (Henry Gray Anatomy of the Human Body. II. Osteology s.47)

Femur cisim büyümesi; periferde kalsifikasyon, merkezde vaskülarizasyon olan kavite şeklinde encondral kemikleşmeyle başlar, medüller kavite oluşması ile meydana gelir ve bu süreç büyük bir kemikleşme merkezi oluşturur. Böylece spongioz kemik oluşumu hayatın 18. ayına kadar devam eder, daha sonra erişkin tipte lamellar kemiğe dönüşür. Bu longitudinal ve periferik büyüme iskelet olgunlaşmasına kadar devam eder.

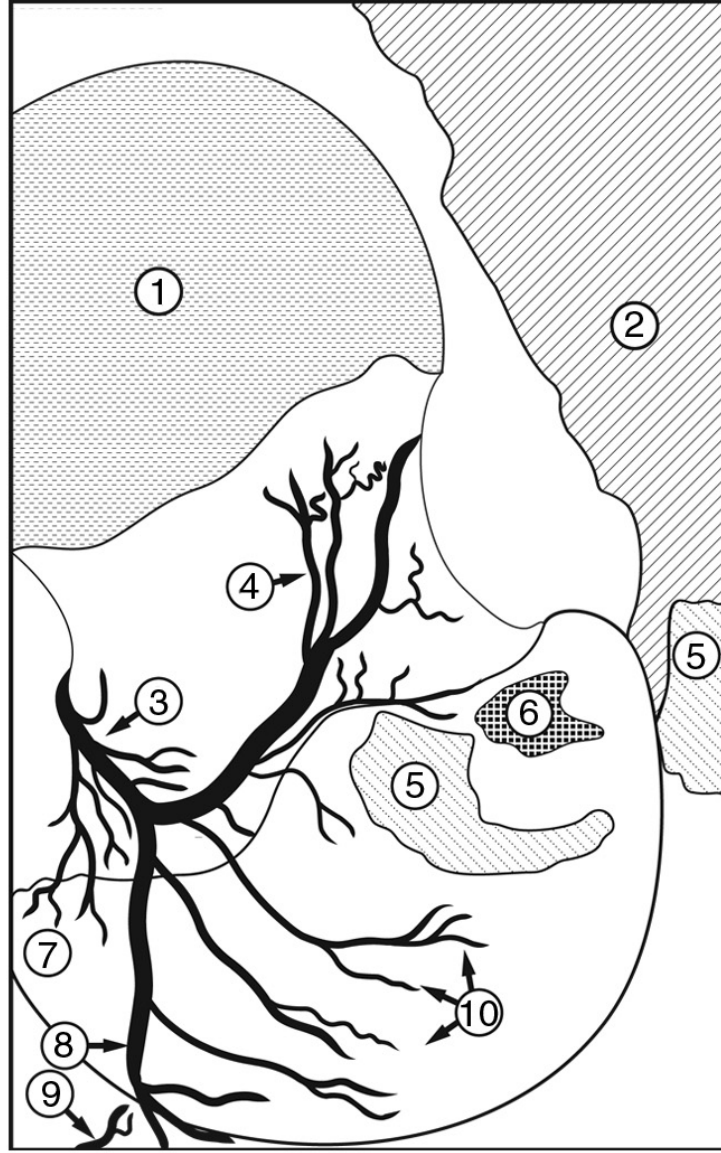
Femur, yetişkinlerde olduğu gibi çocuklarda da vücudun en uzun ve çap olarak en kalın kemiğidir. Femur cismi, ortada daralır. Yukarıda ve aşağıda uçlara doğru genişler. Boyun ile kemik cisminin birleşme yerinin posterolateralinde trokanter major vardır.

Çıkıntının iç yüzünde pürtüklü ve çukur alan fossa trokanterika bulunur.

Femurun distal ucu, proksimal ucuna göre daha geniş ve kalındır. Distalde; lateral ve medial kondile ayrılmış olup, heriki kondil üzerinde pürtüklü tümsek alan olan medial ve lateral epikondiller bulunur. Medial epikondil üstünde "tuberkulum adduktorium" denilen çıkıntı vardır.

Gelişme boyunca femurdaki büyüme ve vasküler değişiklikler sonrası yapısal değişiklikler meydana gelir. Büyüme ile hem kollodiyafizer açı hemde boynun anteversiyon açısı azalır. Erken çocuklukta kollodiyafizer açı  $150^{\circ}$  ve boynun anteversiyon açısı  $40^{\circ}$  kadardır. Femoral anteversiyon bebeklerde femurun normal bir pozisyonudur. Doğumda  $40^{\circ}$  ile  $60^{\circ}$  arasında başlar ve sonra büyüme ile 8 yaşında  $10^{\circ}$  ile  $20^{\circ}$  arasındaki normal anteversiyona ulaşıncaya dek yavaş yavaş geriler (Anonim, 2009).

Kalça eklem ve kapsül yapılarının anatomisi ve femur başı vaskülaritesi, Gautier ve arkadaşları (2000) tarafından açıklığa kavuşturulmuştur (Gautier ve ark., 2000). Femur başı kan akımı mediyal femoral sirkumfleks arterin (MFSA) derin dalı tarafından sağlanır. Bu dal, iki ya da dört süperior retinaküler damara ve bazı durumlarda inferior retinaküler damarlara ayrılır (Gautier ve ark., 2000) (Şekil 2.4.). MFSA beş daldan oluşur: süperfisyal, asenden, asetabular, desenden, derin. Derin dalın birincil bölümü arkada obturator externus tendonunu, önde süperior gemellus, obturator internus ve inferior gemellus tendonlarını çaprazlar. MFSA'nın iki santral ve beş periferik anastomozu vardır. Periferik anastomozlar ekstrakapsülerdir; en büyük dal piriformisin alt sınırında yer almaktadır. Bu dallarda hasar olduğunda, femur başını olumsuz biçimde etkiler (örneğin; osteonekroz, çökme). Bu nedenle, iyatrojenik gelişen femur başı ile ilişkili komplikasyon ve sekelleri önlemek amacıyla bu dallar hasara uğratılmamalıdır (Astion ve ark., 1995; Mileski ve ark., 1995). Kalhor ve arkadaşları (2009), kalça kapsülünün distalinin medial ve lateral sirkumfleks arterlerle, proksimalinin süperior ve inferior arterlerle ilişkili olduğunu göstermiştir (Kalhor ve ark., 2009). MFSA'nın bu dalları fossa piriformise yakın olduğundan, cerrahide çiviler başlangıç noktası piriformis olduğunda pediatrik hastalardaki proksimal femoral osteonekroz riskinde artış gözlenmektedir (Kalhor ve ark., 2009; Astion ve ark., 1995; Mileski ve ark., 1995).



**Şekil 2.4.** Femur başının beslenmesi; Femur başı (1), gluteus medius (2), MFSA'nın derin dalı (3), MFSA'nın terminal subsnoviyal dalları (4), gluteus medius tendonunun insersiyosu (5), piriformis tendonunun insersiyosu (6), trokanterin alt bölümünü besleyen damarlar (7), trokanterik dal (8), birinci perforat arterin dalı (9) ve trokanterik dallar (10).

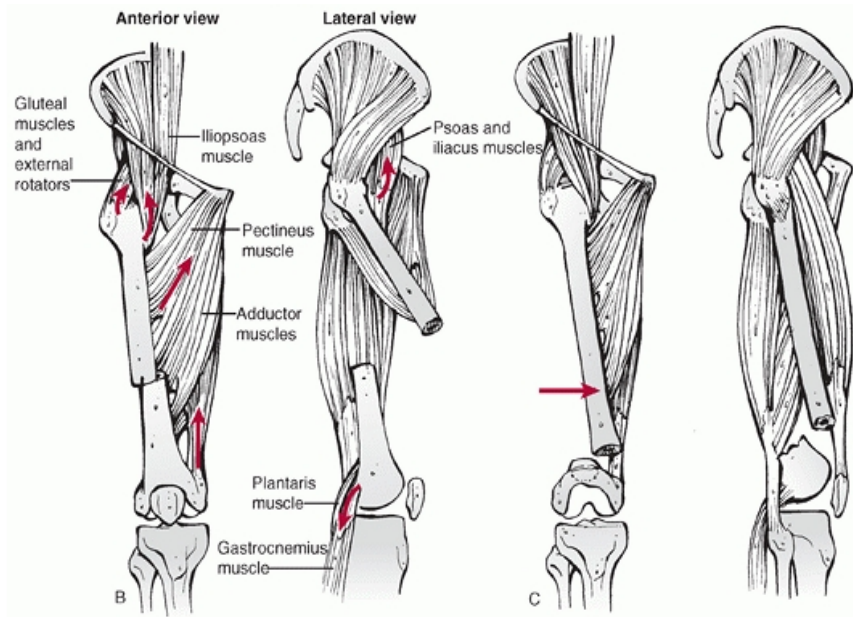
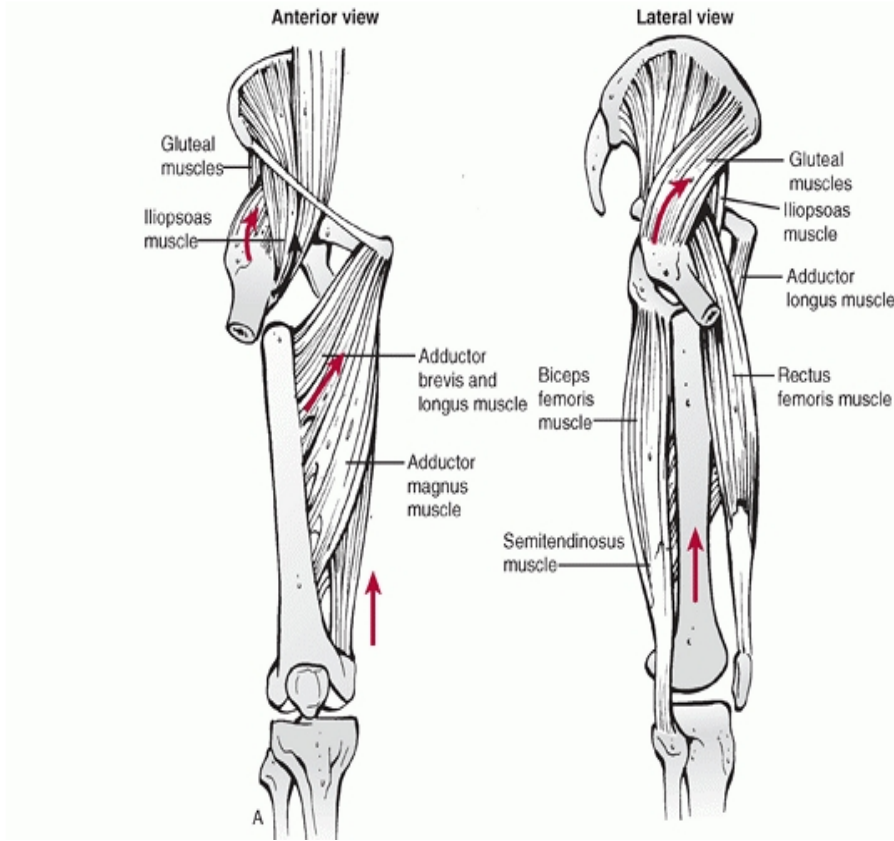
Rhineland (1998), femoral kanlanmanın üçte ikisinin endosteal ve üçte birinin periost kaynaklı olduğunu bir hayvan modelinde göstermiştir. Kan akımının normal yönü santrifugaldir (yani, merkezden dışa doğru). Rhineland'ın (1998) çalışmasında, endosteal

damarlanmanın hasara uğramasının santripetal kan akımının bozulması ile sonuçlandığı gösterilmiştir.

Femur cisminde kan akımı hem endosteal, hem de periosteal kan damarları vasıtası ile olur. Endosteal akım femura tipik olarak posteriomedialden giren iki besleyici damardan oluşur. Periosteal kapillerler kortikal kemiğin dış % 25 ile 30'unu beslerler ve femur cismine kasların bağlantı bölgelerinde daha belirgindirler. Bu iki dolaşım sistemi ve metafizer damar kompleksi aralarında anastomozlar yaparlar ve bu güçlü damar ağı kırığın hızlı bir şekilde iyileşmesini mümkün kılar.

Femur cismi en sık 1/3 orta kısmından kırılır. Femurun fizyolojik antero-lateral eğiminin bu bölgede maksimum olması ve direkt travmaların sıklıkla bu bölgeyi hedef alması açıklayıcıdır (Bucholz, 2001; Johnson, 1987).

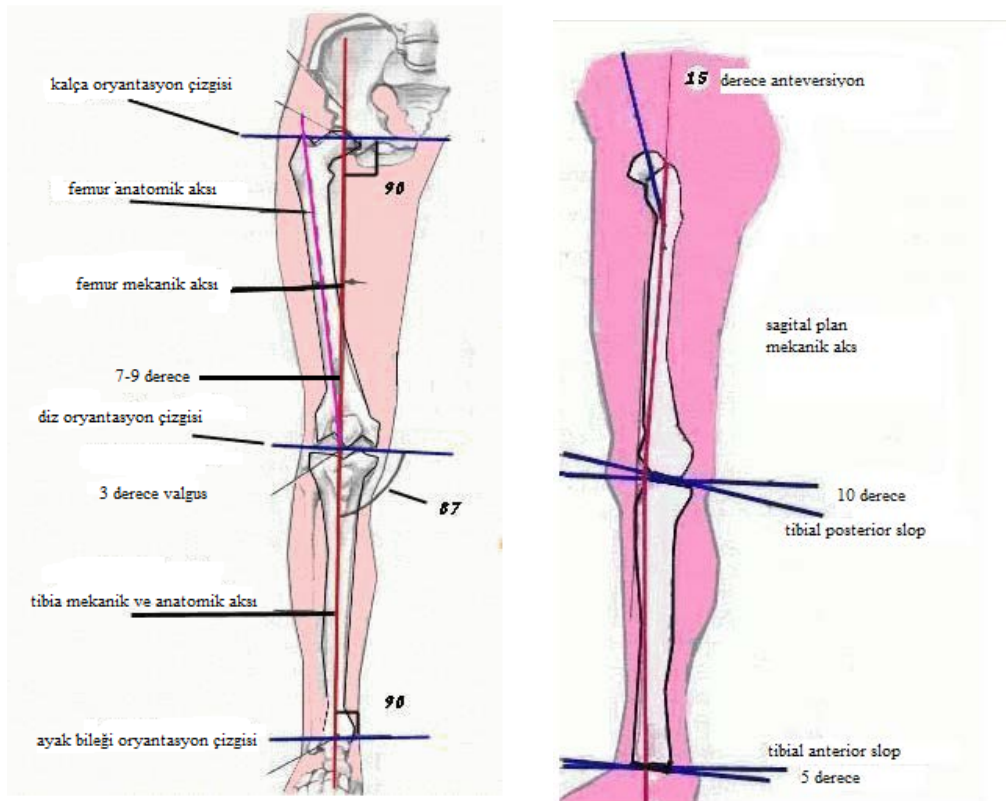
Proksimal 1/3 kırıklarda m. iliopsoasın çekimi ile proksimal fragman fleksiyon ve dış rotasyona, gluteus medius ve minimus kaslarının çekmesiyle abduksiyona yer değiştirir (Şekil 2.5-A). Distal fragman ise adduktor kasların çekimi ile medialize olur, gastroknemius kasının çekimi ile fleksiyon postürünü alır ve hamstring kaslarının çekimi ile proksimale migre olur (Şekil 2.5-C). Orta 1/3'lük kısmın kırıklarında klasik bir konum izlenmez (Şekil 2.5-B). Alt 1/3 kırıklarda ise gastroknemius kası distal fragmanı posteriora çeker ve damar-sinir yaralanması yapabilir.



**Şekil 2.5.** Femur kırıklarında lokalizasyonun kas insertiolarına bağlı olarak oluşturduğu deplasman tipleri.

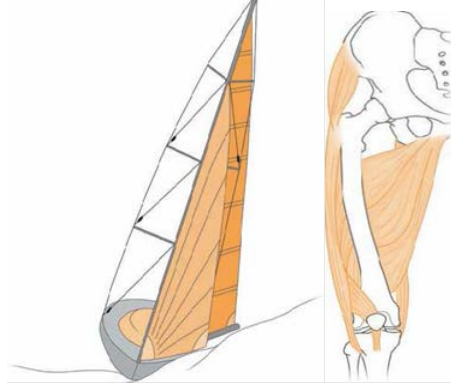
## 2.2. Femurun Biyomekaniği

Femurun mekanik aksı ve anatomik aksı birbirine paralel değildir. Mekanik aks femur başı merkezinden interkondiler aralığa çekilen çizgi ile elde edilir. Anatomik aks ise fossa piriformis ile interkondiler aralık arasındadır. Mekanik aks ile anatomik aks arasında  $7^{\circ}$ – $9^{\circ}$  arası bir açı vardır. Yerçekimi vektörüne paralel olan vertikal aks ile mekanik aks arasında  $3^{\circ}$ 'lik açı mevcuttur. Bu açılar femurun  $9^{\circ}$ – $11^{\circ}$ 'lik fizyolojik valgusunu açıklar (Şekil 2.6.). Mekanik aks vücut ağırlığının diz eklemine iletim vektörüdür. Diz ekleminde kondillere düşen yük asimetriktir ve medial kondile yükün yaklaşık %70'i gelmektedir. Vücut ağırlığı mekanik aks doğrultusunda diz eklemine yansıdığından dolayı femur medialinde kompresif ve lateralde tensil kuvvetlerin etkisinde kalır (Gülşen, 1997; Anonymous).



Şekil 2.6. Femurun mekanik ve anatomik aksları





**Şekil 2.7.** Femur kendini saran kas tabakaları ile birlikte yelkenli bir geminin dinamiklerini gösterir.

### **2.3. Çocuk Kırıklarının Genel Özellikleri**

Çocuklarda kas iskelet sisteminde, değişik yaş gruplarında birbirleri ve erişkinler arasında anatomik, biyomekanik ve fizyolojik farklılıklar vardır (Blount, 2000).

#### **2.3.1. Biyomekanik Farklılıklar:**

Çocuk kemiği erişkine göre daha az mineralize fakat daha fazla vaskülerizedir. Biyomekanik açıdan belirgin bir şekilde erişkin kemiklerinden farklı olmasının yanında, çocuk hastalarda değişik yaş gruplarının biyomekanik özellikleri farklıdır (Blount, 2000; Currey ve Butler 1975). Bükülme kuvveti, esneklik modülü ve enerji absorpsiyonu en sık değerlendirilen biyomekanik parametrelerdir. Çocuk kemiklerinde, yaş ile ters orantılı olarak; bükülme kuvveti ve esneklik modülü düşüktür. Ayrıca çocuk kemiklerinin enerji absorpsiyon yeteneği yüksektir (Currey ve Butler 1975).

Bu biyomekanik özellikler sonucu olarak, çocuklarda erişkine göre daha zor kırık oluşur ve plastik deformasyon, yaş ağaç kırığı gibi özel kırıklar görülür.

### 2.3.2. Anatomik Farklılıklar:

Çocukları yetişkinlerden ayıran en önemli anatomik fark epifiz plağı ve etrafında epifiz çekirdeklerinin bulunması ve periostun farklı yapıda olmasıdır.

**a. Epifiz Plağı:** Fizis, fizis plağı veya büyüme plağı olarakta adlandırılır. Kemigin uzunlamasına büyümesini sağlar ve yaralanmaları önemli büyüme kusurları yaratabilir (Lanotti ve ark., 2000).

**b. Epifiz:** Eklem yüzeyinin şeklini ve hacmini belirler. Yaralanmalarında önemli büyüme bozuklukları olabilmektedir (Lanotti ve ark., 2000).

**c. Periost:** Kalın, vasküler ve osteojenik yapıda olması önemli farklılıklardır. Kalın olması nedeni ile kırıklarda korunur ve korunma nedeni ile kırık deplasmanını azaltır, redüksiyonu kolaylaştırır ve elde edilen redüksiyonun korunmasına yardımcı olur (Lanotti ve ark., 2000; Houghton ve Rooker 1979). Osteojenik olması nedeni ile kallus dokusunun daha hızlı oluşmasını sağlayarak kırık iyileşmesini hızlandırır ve kolaylaştırır (Houghton ve Rooker 1979; Jacobsen 1997).

### 2.3.3. Fizyolojik Farklılıklar:

En önemli fizyolojik farklılıklar; kolay iyileşme, yeniden şekillenme yeteneğinin yüksekliği ve büyümenin uyarılmasıdır.

**a. Kolay İyileşme:** Çocuk kemikleri kalın periost ve yüksek vasküler cevap nedeniyle kolay iyileşir ve kaynama yokluğu sık görülmez. Çocuklarda bulunan kalın periost, içeriği bol aktif osteoprogenitör hücreler ve farklılaşan mezanşimal hücreler hızlı endokondral kemikleşme oluşturarak iyileşmeye katkıda bulunur. Çocuklarda kırık oluşumu sırasında kalın ve sağlam periost zarar görmeden sıyrılır ve altına hematoma geniş bir şekilde yayılmasına izin verir, bu durum daha geniş bir alanda yeni kemik oluşumunu uyarır ve kaynama daha hızlı olur (Jacobsen, 1997; Carvell, 1983).

Çocuk kemiklerinde erişkine oranla kan akımının fazla olması, inflamatuvar yanıtın daha hızlı ve etkili olması kaynamayı etkileyen önemli faktörlerden biridir (Carvell, 1983; Einhorn, 1998).

**b. Remodeling (Yeniden şekillenme):** Temel mekanizması çok iyi bilinmemekle birlikte, kırık hattı ve epifiz çizgisi olmak üzere iki seviyede olur (Wallace ve Hoffman, 1992). Deformitenin düzelmesi kırık hattında Wolf yasasına göre gerçekleşir. Bu yasaya göre uzun kemiğin kompresyon olan tarafında ya da konkav tarafında yeni kemik oluşumu artar. Diğer bir remodeling mekanizması fizis hattında Wolkman yasasına göre oluşur. Bu yasaya göre fizis hattına dengesiz yük bindiğinde farklı büyüme cevabı nedeni ile kompresyon olan tarafta büyüme azalır, distraksiyon olan tarafta büyüme hızlanır (Wallace ve Hoffman, 1992). Bu farklı yanıt epifizin her iki tarafına eşit yük binene kadar devam eder (Borden, 1974; Hägglund ve ark., 1983).

Yeniden şekillenmenin ne kadar sürdüğü çok kesin olarak bilinmemekle birlikte, bu sürenin beş yıldan fazla olduğunu ve ilk altı yıl içinde remodelingin %100 tamamlandığı rapor edilmiştir (Wallace ve Hoffman, 1992; Perona ve Light 1990).

Kasser (2001) tarafından femur kırıklarında yaşa bağlı kabul edilebilir dereceler ayrıntılı olarak bildirilmiştir. İki yaşa kadar sagittal ve koronal planda 30 dereceye kadar açılanmalar kabul edilirken, yaş arttıkça bu değerler sırasıyla 15 ve 20 derecelere düşmektedir. 11 yaşından sonra ise 5 derece varus, valgus açılanmaları ve 15 dereceye kadar sagittal plan deformiteleri kabul sınırları içindedir (Kasser ve Beaty; 2001).

Özet olarak; çocuklarda özellikle çok küçük yaşlarda rotasyon hariç tüm plan deformitelerinde ciddi derecelerde kendiliğinden düzelme potansiyeli mevcuttur. Fakat doğal süreç böyle diye de mevcut kırıklar da ideal sonuçlar elde etmekten kaçınmamak, ideal tedavi prensiplerini uygulamak gerekir. Fakat oluşan bir deformitede bunun sonuca etkisinin önemsiz olduğu durumlar da gereksiz girişimlerden de kaçınmak gerekir. En önemlisi de çocuk kırıklarını küçümsememek gerekir.

**c. Büyümenin Uyarılması:** Diğer bir fizyolojik fark kırık sonrası artmış kan akımına bağlı büyümenin uyarılmasıdır. Çocuklarda diyafiz kırıkları sonrası ilgili alt

ekstremitelerde kan akımının arttığı ve tüm alt ekstremitelerde büyümenin uyarıldığı kabul edilmektedir (Hougaard, 1989; Shapiro, 1981).

Shapiro yaptığı klinik çalışmada, büyümenin uyarılması hastaların %78'inde 15 ayda tamamlandığını, ancak hastaların %9'unda iskelet maturitesi kazanılana kadar bu uyarımın devam ettiğini gözlemiştir. Büyümenin uyarılmasına bağlı alt ekstremitelerde eşitsizliği ortalamaları 9-12 mm olarak bildirilmiştir. Çok az hastada eşitsizlik 20 mm ve üstünde, seyrek olarakta 60-65 mm gibi yüksek olabilmektedir (Shapiro, 1981).

## **2.4. Çocuk Kırıklarında Klinik Bulgular ve Tanı**

### **2.4.1. Klinik bulgular**

Ortopedik cerrah için femur kırığı tanısını koymak genellikle sorun yaratmaz. Yürüyememe, uyluk üzerinde şişlik, şekil bozukluğu, ağrı, krepitasyon ve hassasiyet genellikle tanı koydurur.

Kırık olduğu zaman ise bazı belirti ve bulgular sadece kırığa özgüdür. Bu sebeplerle kırıklarda görülebilecek tüm belirtiler: Travmaya ait genel belirtiler ve kırığa özgü belirti ve bulgular diye iki aşamada değerlendirilir.

#### **2.4.1.1. Travmaya ait genel belirti ve bulgular:**

**1.Ağrı ve duyarlılık:** Ağrı bütün travmalarda olmakla beraber kırıklarda daha şiddetlidir. Spontan ağrı (hastanın travma bölgesinde var olduğunu ifade ettiği ağrı), direkt ağrı (travma bölgesine basınç uygulandığında ortaya çıkan veya artan ağrı) veya indirekt ağrı (uzaktan zorlama uygulandığında travma bölgesinde ortaya çıkan veya artan ağrı) müsbet olabilir. Spontan, direkt ve indirekt ağrının aynı lokalizasyonda saptanması kırık lehine bir bulgudur.

**2.Hematom:** Kırığı oluşturan darbenin damarları yaralaması, kırık uçlarının damarları yaralaması ve kırıktan kaynaklanan kanama nedeniyle görülür. Hematom hızla artar ve büyürse büyük damar yaralanmaları akla gelmelidir.

**3.Ekimoz:** Doku arasına ve cilt altına yayılan kanın verdiği morumsu görünümüdür. Erkenden travma bölgesinde görülmesi, büyük kanama ve kırık habercisi olabilir.

**4.Fonksiyon bozukluğu:** Hareket sistemi elemanları yaralandığı zaman ağrıya engel olmak için hareketlerin sınırlandırıldığı saptanır. Kırıkta ise aynı zamanda kaldıraç kolu bozulduğu için hareketler yapılamaz.

#### 2.4.1.2. Kırığa özgü belirti ve bulgular:

**1.Hastanın duruşu:** Hastanın duruşu bazı kırıklar için tipiktir. Örneğin alt ekstremitelerde bir tarafta eğer addüksiyon, dış rotasyon ve kısalık görülüyorsa, kollum femoris kırığı veya trokanterik bölge kırıkları akla gelmelidir.

**2.Deformite:** Kırık uçlarının yer değiştirmesi ile olur. Kırık uçlarının birbirinden ayrılmasına deplasman, uçların birbirlerinin üzerine binmesine overriding, uçların birbirinden uzaklaşmasına distraksiyon, öne, arkaya veya yana açılanmasına angulasyon, kırık uçlarının kendi ekseninde dönmesine ise rotasyon denir.

**3.Krepitasyon:** Kırık uçlarının birbirine sürtünmesi sonucu palpasyonda hissedilen bir kırırtı hissidir. Tespit edildiğinde kesin kırık olduğunu gösterir. Ancak krepitasyon varlığını araştırmak nörovasküler yaralanmalara yol açabileceğinden yapılmamalıdır.

**4.Anormal hareket:** Bir kemikte anatomi ve fizyolojiye aykırı olarak gözlenen harekettir. Çok değerli ve kırık olduğunu gösteren kesin bir bulgudur. Ancak krepitasyonda olduğu gibi olup olmadığını aramak tıbbi bir hatadır.

**5.Palpasyon belirtileri ve kısalık:** Kırık şüphesi bulunan bir kemik, palpasyonla çok dikkatli incelenmelidir. Kemikler cilde en yakın kısımlarından palpe edilirler. Komşu eklemler de dikkatlice muayene edilmelidir. Kemikte kısalık olup olmadığına bakılır ve

sağlam tarafla ölçüm sonuçları karşılaştırılır. Kırıktan şüphe edilen ekstremitedeki tüm periferik sinirler ve arterlerin de yaralanıp yaralanmadığına bakılmalıdır.

#### **2.4.2. Radyolojik inceleme**

Konvansiyonel radyolojinin önemi ve tanı koymada değeri çok fazladır. Radyografler kırık şekli, parçalanma derecesi, deplasman, açılanma ve kısalma derecesi açısından değerlendirilmelidir. Bu bilgi yaralanma mekanizmasının, kemiğe ve yumuşak dokulara etki etmiş olan kuvvetlerin anlaşılması yönünden önemlidir. Edinilmiş bu bilgi tedavi planında kullanılır. Radyografler, ilgili kemiğin, distal ve proksimal eklemlerini içerecek şekilde ön-arka ve yan olmalıdır. Kırık uçları ayrılmamış, tam olmayan kırıklar her zaman kolaylıkla görülmez ve bu durumda karşılaştırılmalı radyografler gerekebilir. Stres kırıkları ise genelde erken safhada görülmez ve bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme veya kemik sintigrafisi ile doğrulanmalıdır (Fredericson ve ark., 1995; Prather ve ark., 1977).

### **2.5. Kırık Tanımı ve Tipleri**

#### **2.5.1. Kırık tanımı**

Dıştan veya içten etki eden kuvvetlerle kemiğin anatomik bütünlüğünün ve devamlılığının bozulmasına “kırık” denir. Bu kuvvetlerin şiddetine ve kemiğin bu şoku absorbe edebilme yeteneğine göre kırıklar ufak bir çatlaktan (fissür), bir veya birçok kemiğin kırılmasına ve hatta komşu eklemlerde çıkık oluşturabilmesine (kırıklı-çıkık) kadar değişiklikler gösterebilir. Kırığı oluşturan kuvvet sadece kemik dokuda ayrılma değil, beraberinde kemiğin etrafındaki yumuşak dokuları (deri, kaslar, tendonlar, ligamentler, damarlar, sinirler) ve hatta komşuluğundaki organlarda da hasar oluşturabilirler. Kırığı oluşturan sebepler ile kırık lokalizasyonları yaşlara göre farklılıklar

gösterir. Yenidoğan döneminde doğum travmaları, çocuklarda düşme, dövülme ve trafik kazaları, gençlerde spor ve trafik kazaları, kırık yapan başlıca nedenlerdir (Staheli, 2005; Browner ve ark., 2003).

## **2.5.2. Kırık tipleri ve sınıflandırılması**

### **1.Kemik dokunun sağlamlığına göre:**

- Travmatik kırık (normal kemikte)
- Stress kırığı (normal kemikte)
- Patolojik kırık (hastalıklı kemikte)

### **2.Kırık hattının, kemiği çevreleyen deri ya da mukoza yoluyla, dış ortamla ilişkide olup olmamasına göre:**

- Kapalı kırıklar
- Açık kırıklar

### **3.Kırığı oluşturan kuvvete göre:**

- Direkt mekanizma ile olan kırıklar
- İndirekt mekanizma ile olan kırıklar
- Direkt ve indirekt mekanizma kombinasyonu ile olan kırıklar

### **4.Kırık sayısına göre:**

- Tek kırık
- Multiple kırık

### **5.Kırığın derecesine ve kırık hattına göre:**

#### **a) Ayrılmış (deplase) kırıklar**

- Transvers kırık

- Oblik kırık
- Spiral kırık
- Kopma kırığı
- Parçalı kırık

**b) Ayrılmamış (non-deplase) kırıklar**

- Çatlak (fissür, linear kırık)
- Yeşil ağaç (green stick) kırığı
- Torus (Buckle) kırığı
- Çökme kırıkları
- Kompresyon (sıkışma) kırıkları
- Dişlenmiş (impakte) kırıklar
- Epifizin ayrılmamış kırıkları

**6.Kırığın kemikteki anatomik lokalizasyonuna göre:**

- Proksimal bölge kırıkları (Proksimal epifizer ve metafizer bölge; trokanterik bölge, femur boynu, tibia kondili, kollum şirurjikum, vb)
- Cisim (shaft) kırıkları (Diyafiz bölgesi; 1/3 üst, 1/3 orta, 1/3 alt bölge olarak ifade edilir)
- Distal bölge kırıkları (Distal epifizer ve metafizer bölge; suprakondiler, malleoler, pilon, Colles vb)
- Epifiz bölgesi kırıkları (Çocuklarda fizisler kapanmadan önceki dönemde fizis hattını etkileyen epifiz ve metafiz kırıkları)
- Kırıklı - çıkıklar (Kırıkla birlikte kırığın olduğu kemiğin katıldığı eklemden de çıkık olması)



### **7.Kırılan kemiğin histolojik yapısına göre:**

- Spongiöz bölge kırıkları
- Kortikal bölge kırıkları

### **2.5.3. Femur kırıklarında Winquist-Hansen sınıflandırması**

Tip 0: Kırık fragmanları arasında ayrılma yoktur.

Tip I: Basit transvers, oblik kırık parçalanma yoktur, sadece çok küçük ayrık bir kemik vardır, %75'in üzerinde kortikal temas vardır.

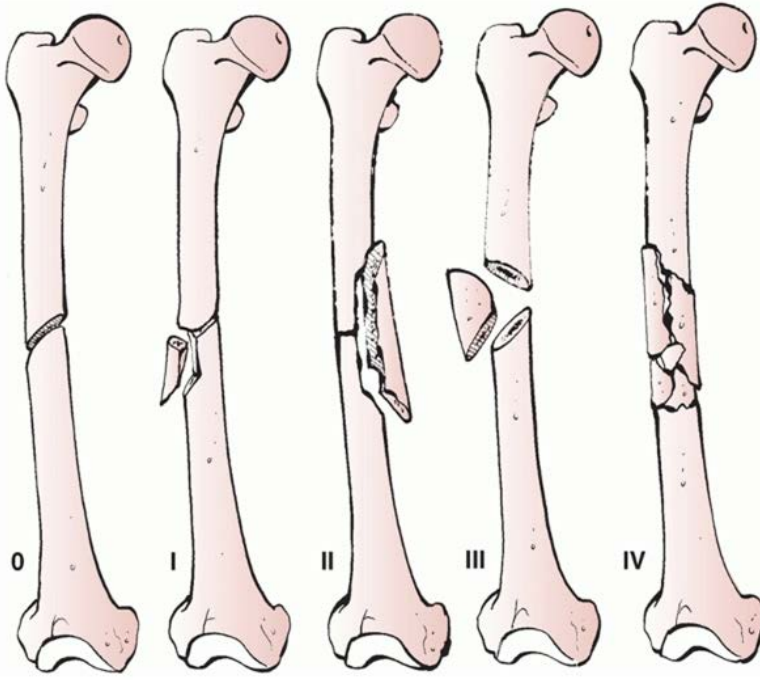
Tip II: Kelebek fragman daha büyüktür fakat korteksin en az %50'si intaktır. Kortikal temas %50-75 arasındadır.

Bu iki grup stabil olarak kabul edilir.

Tip III: Parçalı kırıktır. Daha büyük kelebek fragman vardır. %50'nin altında kortikal temas vardır, rotasyon ve uzunluk kontrolünü sağlayamaz.

Tip IV: Ciddi parçalanma mevcuttur. Major kırık fragmanları arasında kortikal temas yoktur.

Tip III ve Tip IV unstabil kırık olarak değerlendirilir.



**Şekil 2.8.** Femur kırıklarında Winquist-Hansen sınıflaması (Acta Orthop Traumatol Turc 2005;39(5):381-386)

#### **2.5.4. Açık kırıklarda Gustilo-Anderson sınıflandırması:**

Tip I: Ciltte 1 cm'den küçük yaralanma mevcut olup, düşük enerjili travma ile oluşmuştur. Nispeten temiz bir yaralanmadır.

Tip II: Ciltteki yaralanma 1 cm'nin üzerindedir, daha yüksek enerjili bir travma ile oluşmuştur. Yaygın yumuşak doku hasarı, cilt flebi ve yumuşak doku avulsiyonu tarzında yaralanma yoktur.

Tip III: Yüksek enerjili travma ile oluşmuştur, yumuşak doku hasarı yaygındır. Kendi içinde 3 ayrı gruba ayrılır.

Tip IIIa: Yaygın yumuşak doku laserasyonu veya flebi mevcuttur, fakat kemiğin üzeri yumuşak doku ile kapatılabilir.

Tip IIIb: Kemik fragmanları ve periost ekspozedir. Yaygın yumuşak doku hasarı ve periostal ayrılma mevcuttur. Masif kontaminasyon vardır. Fragmanların üstü yumuşak doku ile kapatılamaz.

Tip IIIc: Nörovasküler yaralanma kırığa eşlik eder.

## 2.6. Kırık İyileşmesi

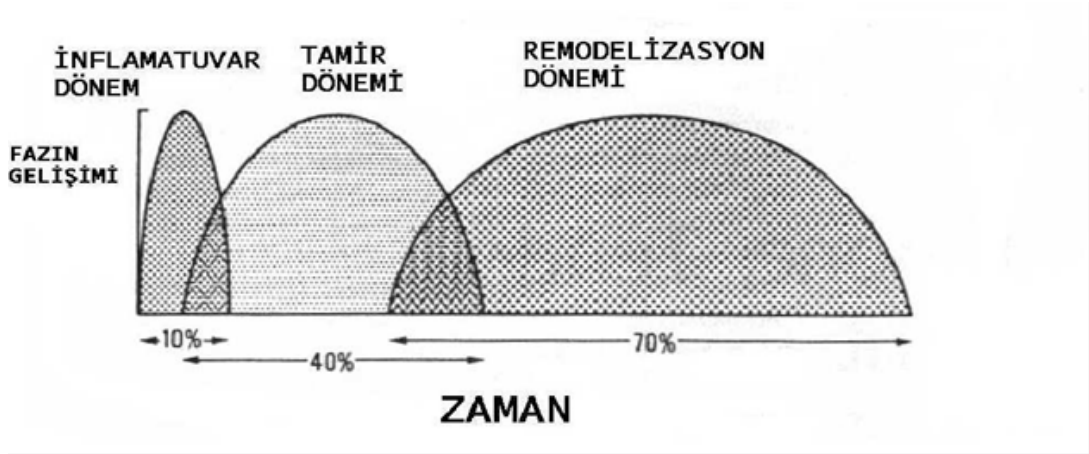
Kırık sonrası ortaya çıkan fizyolojik reaksiyonlar, bozulan kemik bütünlüğünün yeniden sağlanmasına yöneliktir. Kemik, skar dokusu oluşturmaz ve sadece yeniden kemik yapılmasıyla iyileşir. Kırık iyileşmesi, kırık olduğu anda başlar ve kırık uçlarının düzenli kemik dokusu ile birleşmesine kadar devam eder (Kılıçoğlu, 2002). Bugüne kadar tam olarak aydınlatılmamış iki şekilde incelenir:

- 1- Primer kırık iyileşmesi
- 2- Sekonder kırık iyileşmesi

**Primer kırık iyileşmesi:** Genellikle ayrılmamış ve rijit osteosentez uygulanan kırıklarda görülür. Belirli bir dış kallus oluşmadan, sadece iç kallusla devam eden temas iyileşmesi şeklinde tarif edilebilir. Radyolojik olarak kallus görülmez. Kırık uçlarında bulunan nekrozu, osteoklastlar rezorbe eder. Peşinden osteoblastlar yeni kemik yapısını oluşturur. Kırıkta süreç yoktur. Bu nedenle intramembranöz kemikleşmeye benzetilir.

**Sekonder kırık iyileşmesi:** Tabii iyileşme şekli budur. Radyolojik olarak kallus görülür. Sekonder kırık iyileşmesi, daha sık rastlanan, kırığın rijit internal fiksasyon olmaksızın tedavi edilmesiyle meydana gelir. Radyolojik ve histolojik olarak üç dönemde incelenir. Bu dönemler inflamatuvar dönem, tamir dönemi ve remodelizasyon dönemi olarak isimlendirilirler. Histolojik olarak iyileşme süresindeki evreler birbirinden zaman olarak kesin sınırlarla ayrılmaz. Her evre daima kendinden bir önceki veya bir sonraki

evre içinde bulunur. Histolojik görünümüne göre yapılan sınıflamalarda ufak farklılıklar hariç, genel olarak aynı bulgular kabul edilip benzer sıralamalar yapılmıştır (Brond ve Rubin, 1990). En uzun süren dönem, remodelizasyon dönemidir. Kırık iyileşme dönemleri Şekil 2.9. da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Kırık iyileşmesi dönemleri (Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası. Cilt 55, Sayı 2, 2002)

### 2.6.1. İnflamatuvar dönem

Tüm doku travmalarında, dolayısıyla kırıklarda, ilk verilen yanıt “inflamasyon” yani “yangı”dır. Bu dönem ilk 3–4 günlük süreyi kapsar. Travmanın şiddetine bağlı olarak, kemik kırıldığında kırık uçları, periost ve çevre yumuşak dokular ve damarlar yaralanır. Kırık kemik uçları arasına ve kırık uçların etrafına kan ve lenf sıvısı toplanır. Bu birikintiyi kırık hematomu denir. Bu sıvı birikerek periostu kaldırır. Trombosit ve trombotik faktörler kanamanın durmasını ve pıhtılaşmayı sağlamak için bu bölgeye toplanırlar. Pıhtılaşma ile birlikte kırık uçları arasında, periost altında ve periost yırtılmışsa bunun etrafında hematom oluşur. Hematom sağlam yumuşak dokular tarafından sarılır. Hematomun basıncı kırık uçlarının bir arada tutulmasına yardım eder. Kırık hematomu sekonder kırık iyileşmesi için çok önemlidir. Kırık hematomunun boşalması bazı sorunlara

neden olabilir. Açık kırıklarda kırık hematomunun dışarıya boşalması nedeniyle kırık iyileşmesi gecikir veya hiç olmaz. Deneysel olarak hematom organize olduktan sonra çıkarıldığında osteojenik uyarının büyük bir kısmının yok olduğu öne sürülmüştür (Kılıçoğlu, 2002). Muhtemelen, kırık hematomu onarım hücrelerinin aktivitelerini kolaylaştıracak fibrinden yapılmış bir iskelet rolü oynamaktadır. Ayrıca kırık hematomu ortamında bulunan trombositler ve ortamdaki diğer hücreler büyüme faktörü ile birlikte diğer başka proteinleri [Epidermal Büyüme Faktörü (EGF), Fibroblast Büyüme Faktörü (FGF), Trombositten Üretilmiş Büyüme Faktörü (PDGF), Dönüştürücü Büyüme Faktörü-Beta (TGF- $\beta$ ), Kemikten Türetilmiş Büyüme Faktörü (BDGF), İnterlökin- 1 (IL-1)] salarlar (Brond ve Rubin, 1990). Bu faktör ve proteinler, kırık iyileşmesinde önemli olan hücre göçü, periosteal hücre çoğalması ve onarım dokusu matriksinin sentezi için gereklidirler (Brond ve Rubin, 1990; Khan, 2000). Yani kırık hematomunda; prostaglandinler, büyüme faktörleri [İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü (IGF), Dönüştürücü Büyüme Faktörü-Beta (TGF- $\beta$ ), Kemik Morfojenik Proteini (BMP)], sitokinler (IL-1, IL-6), kemik yapım ve yıkımı arasında kenetleyici faktörler bulunmaktadır (Us, 2005).

Kırık oluştuktan hemen sonra vazokonstrüksiyon izlenir. Bunu takiben arteriol ve venüllerin vazodilatasyonu görülür. Mast hücrelerinin kırık bölgesine histamin salgılaması, bu bölgede vazodilatasyona sebep olur. Ayrıca kılcal damar permeabilitesi de artar. Vazodilatasyon ve beraberinde plazma eksudasyonu nedeniyle, kırık bölgesinde ilk 24 saat içinde ödem oluşur. Bu bölgeye polimorf nüveli lökositler, monosit ve lenfositler başta olmak üzere akut yangı hücreleri göç ederler.

Komşu haversiyen sistemler arasında fazla anastomoz bulunmadığı için, kırık uçları arasında iki tarafta da belirli bir mesafeye kadar olan alandaki dolaşım durur. Buradaki osteositler lizise uğrayarak yerlerini boş lakunalar alır. Sonuçta kırık alanında, kemik dokuda daha geniş olmak üzere nekroz bölgesi meydana gelir. Kırık uçlarda 1-5 mm arasında nekroz gelişir. Kırık uçları ve çevre dokulardan prostoglandinlerin salınımı yanında ortamdaki nekrotik materyalin varlığı akut inflamasyonun başlatılmasında önemli rol almaktadır (Brond ve Rubin, 1990). Kırık bölgesindeki hematom 48 saat içinde organize olup fibrinden bir yapı oluşturur. Fibrinojen eklenen lizin, fenilalanin,

gamaglobulin ve albuminle fibrine dönüşür. Polimorf nüveli lökositler ve makrofajların damar dışına göç etmeleri ile fibrin matriks oluşur. Ayrıca makrofaj, histiosit ve fibroblastların yaptığı kollajen de fibrin matriksi oluşumuna etkilidir. Fibrin ağından da kemik yapımı için gerekli olan hücre çoğalması başlar. Bu dönemde fibrin matriksi içindeki öncü hücreler, lokal biyolojik etkilerle değişik dokuları oluşturmak için farklılaşmaya hazırdır. Kırık bölgesinde ortamın pH'sı asitken, daha sonra yavaş yavaş nötrale döner ve sonra hafif alkali seviyede kalır. Büyük kırıklarda makrofaj monositler, bütün vücudu etkileyen bir sitokin olan IL-1 salgılar. IL-1 yaralanma bölgesinde lenfositlerin göçü ile kemik geri emilimini (rezorbsiyon) sağlar ve hipotalamus aracılığıyla ateş meydana getirir. IL-1 ayrıca kaslardan Prostaglandin-E2 (PG-E2) oluşumunu artırır (Khan, 2000).

### **2.6.2. Onarım evresi**

Kırık iyileşmesinde en önemli kısımdır. İnflamatuar hücreler nekrotik dokuları rezorbe ederken, fibroblastlar bölgeye gelerek tamir dönemini başlatırlar. İlk basamak hematoma organize olmasıdır. Tamir döneminde ilk 48 saat içinde periost, endosteum ve kırığa yakın yerlerdeki Havers kanallarının tabakalarından hücre proliferasyonu başlar; kırık hattı boyunca rezorbsiyon devam eder. Hücre proliferasyonu sonucu kırık uçlarındaki boşluklar hücrelerle dolar. Kırık hattına dolan hücreler kemiğin hücresel devamlılığının onarımına yardım eder. Lokal aracılı mekanizmalarla öncü hücreler, yeni damar, fibroblast, hücreler arası madde, destek hücreleri ve diğer hücreleri oluşturmak üzere farklılaşmaya başlarlar. Kırık hattındaki hücresel aktivitenin başlaması için gerekli uyarım karmaşıktır. Kimyasal, elektriksel ve mekanik faktörler söz konusudur. Tamir için gerekli hücre çoğalmasının oluşumu, muhtemelen travma bölgesindeki elektriksel akımla başlamaktadır. Bu akım, kırık sonrası en yüksektir ve daha sonraki 2-3 hafta içinde yavaş yavaş azalır. Onarım evresi, kırık oluşumundan sonraki saatlerde başlasa da yapısal olarak tipik hale gelmesi 7-12 gün sürer. Onarım olayında rol oynayan hücreler mezanşimal kökenli, çok yönlü gelişim gücüne sahip olan (pluripotent) hücrelerdir. Bu hücreler çoğunlukla kırık

bölgesindeki granülasyon dokusunun içinden, ayrıca periosteumun osteojenik tabakasından ve daha az oranda da endosteumdan köken alırlar. Bu hücreler farklılaşmaya başladığında, ilk değişikliğe uğrayan hücreler, kılcak damarlarla hematoma içine giren fibroblastlardır. Üçüncü günde kırık uçlarında, yoğun olarak mezanşimal hücreler bulunur. Bu hücreler kırık parçaları arasında yumuşak bir granülasyon dokusu oluştururlar. Periosteal ve endosteal osteojenik hücrelerle, fibrin matriksteki fibroblastların çoğalıp farklılaşmasıyla, bir granülasyon dokusu gelişir. Fibroblastlar kollajen sentezlerken, kondroblastlar kollajen ve glikozaminoglikan, osteoblastlar ise osteoidi salgırlar. İyileşen kemiğin gerilmeye karşı dayanıklılığı, içerdiği kollajen miktarıyla yakın ilişkilidir. Oluşan kallusun boyutu kırığın hareket derecesiyle doğru orantılıdır. İleri yaşlarda bu hücrelerin farklılaşma kapasiteleri giderek azalır.

Periosteumun hasar görmesi ya da ortamdaki uzaklaştırılması da kırık iyileşmesini yavaşlatmaktadır (Miller, 1996).

Kırık kemik uçları, iç ve dış kallus gelişimiyle çok sağlam bir yapıya kavuşur. Kallus oluşumu, yetişkinlerde çocuklardan, kompakt kemikte ise trabeküler kemikten daha yavaş meydana gelir. Yaralanmadan sonra kallus oluşması ve mineralizasyon süresi 4–16 hafta kadardır. Bu dönemde kırık uçları arasında sert bir köprü (sert kallus) oluşur ki bu mekanik zorlamalara oldukça dayanıklıdır. Kallus oluşumuyla beraber kaynamanın oluştuğu söylenebilir. Bununla beraber, kaynama henüz son noktasına ulaşmış değildir, onarım evresinin ortasında, kallusun gereksiz ve etkisiz kısımlarının geri emilimi ve trabeküler kemiğin stres çizgileri boyunca uzanması ile yeniden şekillenme evresi (remodeling) başlar.

### **2.6.3. Yeniden şekillenme evresi (Remodelizasyon)**

Kemiğin yeniden şekillenmesi en uzun evre olup, süresi kesin olarak bilinmemekle birlikte beş yıldan fazla sürebilir. Bu evre güçlü ama düzensiz sert kallusun, normal veya normale yakın güçteki daha düzenli lameller kemiğe dönüşümü olarak tarif edilebilir. Bu

evrede kırık çevresindeki fazla kemik dokusu rezorbe olur, medüller kanallar açılır yani normal kemik yapısı kazanılır. Yani bir taraftan osteoklastik faaliyetle rezorbsiyon, diğer taraftan osteoblastik faaliyetle yeni kemikleşme olur. Onarım evresinin ortasında başlayıp, normalde insanlarda 4–16 hafta kadar sürerken, beş yıldan daha fazla devam edebilir. Yeniden şekillenme evresinde dört olay gerçekleşir:

- a. Kalsifiye kırıkta, osteoid dokuyla değişerek bir çeşit birincil trabeküler doku oluşur.
- b. Lameller kemik bu dokunun yerini alır.
- c. Kompakt kemik uçlarındaki kallus, lameller kemikten yapılmış ikincil osteonlara değişir. Lameller kemik, kas kuvveti ve mekanik streslere paralel olarak düzenlenmiş osteonlardan oluşur.
- d. Medulla dereceli olarak yeniden şekillenir. Kanal içindeki kallus, osteoklastlar tarafından geri emilir ve boşluklar yeniden düzenlenir.

Remodelizasyon ‘‘Wolff kanunları’’na göre olur. 1892’de Wolff, iskelet sistemi yapısının, bu sistemin mekanik ihtiyacına uygunluk gösterdiğini, daha sonra kendi adıyla anılan kanun ile tanımlamıştır. Wolff kanunu, kemiğin remodelizasyon döneminde normal şeklini sağlamasını açıklar. Wolff’a göre kemiğin işlevsel durumundaki değişiklik, dokuda yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Bu kanun günümüzde de kemiğin yeniden şekillenmesinde temel bir kural olarak kabul edilmektedir. Mekanik strese maruz kalan kemiğin konveks yüzü pozitif, konkav yüzü ise negatif elektrikle yüklendiğinden, osteoklastik aktivitenin hakim olduğu konveks yüzde geri emilim ve osteoblastik aktivitenin hakim olduğu konkav yüzde ise yeni kemik yapımı olmaktadır. Yani, kırığın konkav tarafında kemikleşme, konveks tarafında geri emilim olur (Bronn ve Rubin, 1990; Miller, 1996; Cruess, 1984). Genel olarak iyi remodele olan bölgeler fizise yakın bölgedeki ve metafizer bölgedeki açılanmalar, eklem hareket düzlemindeki açılanmalar; humerus proksimali, femur distali ve radius distalindeki açılanmalardır. Remodelizasyon kapasitesi, yani kusurlu kaynamanın zamanla düzelme miktarı, yaş ile ters orantılıdır. Ekleme yakın kırıklarda, eklem yaptığı major hareketlerin istikametine aykırı kırıklarda düzelme daha



zordur. Kemiğin tıraşlanıp yeniden eski haline döndüğü, yeniden şekillenme evresi 1–2 yıl sürer. Fakat bu süre 6–9 yıla kadar uzayabilir.

## **2.7. Kırık İyileşmesini Etkileyen Faktörler**

Kaynama gecikmesi veya kaynamama genelde bir nedene bağlanamaz. Çoğu durumda sebepler:

- Travmaya bağlı faktörler
- Hastaya bağlı faktörler
- Dokuya bağlı faktörler
- Tedaviye bağlı faktörler

olmak üzere 4 ana başlık altında incelenebilir.

### **2.7.1. Travmaya bağlı faktörler:**

#### **2.7.1.1. Açık kırık:**

Ciddi açık kırıklar yumuşak doku yaralanması, kırık deplasmanı ve bazı durumlarda kemik kaybına sebep olabilir. Geniş yumuşak doku hasarı kırık sahasındaki kanlanmayı engeller. Nekrotik kemik ve nekrotik yumuşak doku oluşturur. Kırık hematomunun boşalmasına neden olur ve yeniden oluşmasını engeller. Tamir dokusu oluşumunu geciktirir. Enfeksiyon için ortam hazırlar (Bucholz ve Heckman, 2001; Anonim).

### **2.7.1.2. Travmanın şiddeti:**

Ciddi kırıklar açık veya kapalı olabilir. Geniş yumuşak doku yaralanması, yumuşak doku kaybı, kırık fragmanlarının deplasmanı ve parçalanması, kırık sahasının kanlanmasının azalması ile bağlantılı olabilir. Parçalı kırık fragmanları aynı zamanda geniş yumuşak doku hasarının bulunduğunu gösterir. Kırık fragmanlarının deplasmanı ve yumuşak doku travmasının şiddeti kırık iyileşmesini yavaşlatır. Nekrotik doku hacmi artmaktadır. Mezenşimal hücre migrasyonu ve vasküler invazyon kötü yönde etkilenir (Bucholz ve Heckman, 2001; Anonim).

### **2.7.1.3. İntraartiküler kırıklar:**

Enzimler içeren sinovyal sıvı başlangıçta kırık kallusunun matriksini bozar. Kırıklar eklem yüzüne uzandığında eklem hareketi ve yüklenmede kırık hattında harekete sebep olur (Anonim,). Çoğu eklem içi kırık iyileşir ancak bağ lezyonunda eşlik ediyorsa ve eğer dizilim ve eklem yüzey uyumu sağlanamazsa, eklem anstabil olabilir. Bazı durumlarda özellikle kırık rijit olarak stabilize edilmezse iyileşme gecikebilir veya kaynamama gelişebilir. Diğer yandan eklem içi kırığın olduğu olgularda uzayan hareketsizlik sıklıkla eklem sertliğine neden olabilir. Bu nedenlerle stabil olmayan eklem içi kırıklar redükte edilerek güvenle tespit edilmelidir. Bu yaklaşım ideal olarak eklem uyumunu restore ederek kırığın iyileşmesi esnasında en azından bir miktar eklem hareketine izin verir. Eklem dizilimini, uyumunu elde etmek ve stabilitesini sağlamak için ciddi eklem içi kırıklarda geniş cerrahi girişim gereklidir.

Geniş cerrahi girişim kırık sahasındaki kanlanmayı bozar. Redüksiyon ve yeterli erken stabilizasyona rağmen eklem içi kırıklar yüksek transartiküler güçlere bağlı olarak deplase olabilirler. Stabilizasyon yetersiz kalabilir veya subkondral spongiöz kemik çökebilir. Bu geç redüksiyon kaybı sıklıkla proksimal tibianın eklem içi parçalı kırıklarında görülür (Bucholz ve Heckman, 2001).

#### **2.7.1.4. Segmenter kırıklar:**

Uzun kemiğin segmenter kırığı orta fragmanın intramedüller kanlanmasını bozar. Eğer kırığa ciddi yumuşak doku travması da eşlik diyorsa periosteal kanlanma da bozulabilir. Bu nedenle proksimal veya distal kırık hattında kaynama gecikmesi veya kaynamama riski artar. Bu problem sıklıkla tibia kırıklarında görülür (White ve ark., 1977). Segmenter kırıkta internal tespit uygulanacaksa orta fragmanın yumuşak doku örtümü mümkün olduğunca korunmalıdır (Bucholz ve Heckman, 2001; Roman ve ark., 1998).

#### **2.7.1.5. Yumuşak dokunun araya girmesi (interpozisyonu):**

Kas, faysa, tendon ve nadiren sinir ve damar interpozisyonu kırık iyileşmesini engeller. Eğer kemik fragmanları kapalı redüksiyonla karşılıklı olarak getirilemiyorsa yumuşak doku interpozisyonundan şüphelenilmelidir. Böyle bir durumda açık redüksiyon uygulanmalıdır (Bucholz ve Heckman, 2001).

#### **2.7.1.6. Kanlanmanın hasar görmesi:**

Yetersiz kanlanma kaynama gecikmesi veya kaynamama sebebi olabilir. Ciddi yumuşak doku ve kemik hasarında, geniş cerrahi diseksiyon sonucu kırık hattının kanlanması bozulabilir. Özellikle yumuşak doku örtümünün az olduğu tibiada geniş yumuşak doku hasarı ve geniş cerrahi diseksiyon kaynamayı etkiler (Bucholz ve Heckman, 2001).

## **2.7.2. Hastaya bağlı faktörler:**

### **2.7.2.1. Yaş:**

Hastanın yaşı kırık iyileşme hızını belirgin olarak etkiler. Bebeklerde en hızlı iken, kemikleşme (iskelet gelişimi) tamamlanıncaya kadar bu hız düşer. Ancak iskelet gelişimi tamamlandıktan sonra yaş ile kırık kaynama hızı değişmez (Bucholz ve Heckman, 2001).

### **2.7.2.2. Beslenme:**

Kırık iyileşmesi için gerekli olan hücre migrasyonu, çoğalması ve matriks sentezi için gereklidir. Diğer yandan büyük miktarlarda kollajen, proteoglikan ve diğer matriks makromoleküllerinin sentezi için hücrenin belli miktarda protein ve karbonhidrat temini gereklidir. Sonuç olarak hastanın metabolik aktivitesi hasarın sonucunu etkileyebilir. Ciddi olarak besin eksikliği bulunan hastada normal şartlarda iyi beslenmiş hastalarda iyileşebilecek bir hasarın iyileşmesi etkilenebilir. Travma ve majör cerrahi girişim göreceli bir malnutrisyona ve immünitede yetersizliğe sebep olabileceğinden beslenme ve metabolik dengeye multitravmalı hastalarda dikkat edilmelidir. Leung ve ark. (1989) tavşanlarda 2 hafta boyunca yaptıkları deneysel çalışmada kırık kallusunun normal kemiğin metabolik aktivitesine göre 1000 kat fazla ATP'ye ihtiyaç duyduğunu göstermişlerdir (Leung ve ark., 1989). Tek bir kırık metabolik aktiviteyi %20–25 artırırken, multiple travma ve enfeksiyon ile bu oran %50'lere kadar çıkmaktadır (Jensen ve ark., 1982). Artan enerji ihtiyacı karşılanmadığında enfeksiyon, yara iyileşme problemleri gibi cerrahi komplikasyonlar ile mortalitenin artması ve rehabilitasyonda gecikme olabilir (Bucholz ve Heckman, 2001).

### **2.7.2.3. Sistemik hormonlar:**

Kortikosteroidler; mezenşimal hücrelerin osteoblastlara farklılaşmasını inhibe ederek ve kemik organik matriksinin sentezini bozarak kırık iyileşmesini kötü yönde etkiler. Büyüme hormonunun; kemik üzerine etkisi direk (osteoblast üzerindeki reseptörlere etki ederek) veya indirekt yollardan (karaciğerden somatomedin salınımını arttırarak) olmaktadır. Bu hormonun kırık iyileşmesi üzerine olumlu veya olumsuz etkisi halen belirsizdir (Carpenter ve ark., 1992). Tiroid hormonu, kalsitonin, insülin ve anabolik steroidlerin deneysel çalışmalarda kırık iyileşmesini arttırdığı gösterilmiştir. Diabetes mellitus, D hipervitaminozu ve raşitizmin deneysel çalışmalarda kırık iyileşmesini yavaşlattıkları gösterilmiştir.

Diğer yandan klinik deneyimler hormonal bozukluğu olan hastalarda kırık iyileşmesinin daha yavaş olabileceğini göstermektedir (Buckwalter ve ark., 1995).

### **2.7.2.4. Nikotin:**

Klinik çalışmalar sigara kullanımının kırık iyileşmesini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Nikotinin kırık iyileşmesine etki mekanizması bilinmemektedir. Ancak hayvan modellerinde yapılan çalışmalarda damarsal yapılardaki nikotinic reseptörlerin uyarılması sonucunda kırık bölgesindeki kan akımının azalmasının ön planda etkili olduğu düşünülmektedir. Nikotinin ayrıca kemik hücresel proliferasyonunu ve fonksiyonunu doğrudan inhibe ettiği gösterilmiştir (Raikin ve ark., 1998; Roman ve ark., 1998).

### **2.7.2.5. Eşlik eden hastalıklar:**

Sistemik infeksiyonlar, kan hastalıkları, metabolik hastalıklar, maligniteler, diabetes mellitus, anemi, tüberküloz, nörotrofik hastalıklar, diğer kronik hastalıklar ile

beslenme bozuklukları kırık iyileşmesini olumsuz etkiler. Bunun yanında radyoterapi ve kemoterapinin de olumsuz etkileri vardır (Roman ve ark., 1998).

#### **2.7.2.6. İlaç Kullanımı:**

Travmalı hastalarda kullanılan klasik heparin kırık iyileşmesi üzerine olumsuz etki yaparken, profilaktik dozda düşük molekül ağırlıklı heparinin kullanımının inhibe edici etkisi saptanmamıştır. Ameliyat öncesi başlanan ve ameliyat sonrası 1 hafta kadar devam eden klasik heparin ile antikoagülan tedavi kaynama gecikmesine sebep olur (Roman ve ark., 1998). Analjezik antiinflamatuvar ilaçların ise kırık iyileşmesine inhibitör etkileri olduğu ve bu etkinin bazı ilaçlarda geri dönüşümsüz olduğu bildirilmiştir (Buckwalter ve ark., 1995). Siprofloksasinin kondrotoksik olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda kırık kallasında selülariteyi bozarak ve matriks dejenerasyonuna sebep olarak kaynamayı kötü yönde etkiler. Kortikosteroidler osteoporoz yaptığı gibi mezenşimal hücrelerin osteoblastlara farklılaşmasını bozarak kırık kaynamasını olumsuz yönde etkiler (Roman ve ark., 1998).

#### **2.7.3. Dokuya bağlı faktörler:**

##### **2.7.3.1. Kemiğin yapısal tipi:**

Spongioz ve kortikal kırıkların iyileşmesi yüzey alan farklılıkları, hücresel zenginlik ve vaskülarite gibi nedenlerden dolayı farklılık gösterir. Karşılıklı duran spongioz kemik uçları hızlı bir şekilde kaynar. Çünkü spongioz kemik kan ve hücreden zengindir ve birim alana düşen kemik temas yüzeyi daha fazladır. Spongioz kemik temas noktalarında oluşan örgümsü kemik kırık hattını geçer. Özellikle impakte kırıklarda kırık fragmanlarının trabekülleri iç içe girdiği için, çok az miktarda veya hiç görünmeyen

eksternal kallus oluşur. Kaynamama çok nadirdir. Kırık spongioz uçları impakte değilse, fragmanlar arasındaki temas noktalarından kallus oluşur. Eğer fragmanlar arasında hareket mevcut ise eksternal kallus görülebilir. Diğer yandan kortikal kemiğin birim hacminde daha küçük yüzey alanı ve daha az kanlanması mevcuttur. Nekrotik kortikal kemik yeni kemik oluşumu öncesi ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

### **2.7.3.2. Kemik nekrozu:**

Normal şartlarda kaynama kemiğin her iki ucundan ilerler. Ancak bir fragman kanlanmasını kaybederse, kaynama tamamen beslenen fragmandan ve çevre yumuşak dokudan kapiller büyüme ile olur. Böyle bir durumda kırık kaynayabilir. Ancak her iki fragmanın da iyi kanlandığı bir kırığa göre daha yavaş bir kaynama olur. Eğer kırık uçlarının her ikisi de avasküler ise kaynama şansı daha da azalır. Travmatik veya cerrahi olarak kanlanmanın bozulması, infeksiyon, uzun bir dönem kortikosteroid kullanımı, radyasyon tedavisi kemik nekrozu ile sonuçlanabilir (Marsh ve ark., 1994; Pekler ve Friedlaender, 1997).

### **2.7.3.3. Lokal patoloji özellikleri:**

Patolojik kırık, dejenerasyon, metabolik bir hadise, tümöral oluşum, infeksiyon zemininde ve radyasyon uygulanmış bölgede normal kemiğin kırılması için gereken güçten çok daha azı ile oluşan kırıklardır. Patolojik kırıklar içinde en sık görülenleri; osteoporoz, osteomalazi, primer malign kemik tümörü, metastatik kemik tümörü, benign kemik tümörü, osteogenezis imperfekta, fibröz displazi, Paget hastalığı, hiperparatiriodizm ve infeksiyondur. Primer veya sekonder malignite zemininde gelişen patolojik kırıklar, neoplazm tedavi edilmediğinde genelde iyileşmez. Enfeksiyon zemininde oluşan kırık için de aynı problem kısmen söz konusudur. Bu nedenlerden tümör veya infeksiyon zeminindeki kırıklar genelde altta yatan hadisenin tedavisini ve etkilenen kemik bölgesinin

çıkarılmasını gerektirir. Osteoporoz kırık iyileşmesini bozmaz. Ancak azalmış olan kortikal ve spongios kemik kontak alanları nedeniyle normal kemiğin gücüne erişmek için gereken süre uzayabilir (Bucholz ve Heckman, 2001; Anonim).

#### **2.7.3.4. Enfeksiyon:**

Enfeksiyon kırık kaynamasını yavaşlatabilir veya bozabilir. Kırık bölgesinde enfeksiyon gelişebilir veya kırık enfeksiyon zemininde oluşabilir. Enfeksiyonu ortadan kaldırmak için birçok hücre bölgeye göç eder enerji ihtiyacı artar. Diğer yandan enfeksiyon normal dokuda nekroz, ödem, mikrovasküler tromboza sebep olarak iyileşmeyi geciktirir. Bölgenin debridmanı da ayrıca doku hasarına sebep olarak kaynamayı kötü yönde etkiler. Her ne kadar enfeksiyon kırık iyileşmesini engellese de, enfeksiyon baskılanarak stabilize edilen bir kırık kaynayabilir. Böyle bir durumda kronik osteomyelit gelişebilir. Çoğu durumda kronik osteomyelit, enfekte psödoartroza göre daha iyi bir sonuçtur (Bucholz ve Heckman, 2001; Anonim).

#### **2.7.4. Tedaviye bağlı faktörler:**

##### **2.7.4.1. Redüksiyonun başarı durumu:**

Redüksiyon yeterli değil ise kırık uçları arasındaki boşluğun büyük bir kemik dokusuyla köprülenmesi gereklidir. Bu köprünün kemik dokusuna dönüşmesi uzun zaman alır veya hiç kemikleşme olmayabilir. Tekrarlayan redüksiyon denemeleri ve manipulasyon; kırık uçları arasındaki damar ağzlaşmalarını, granülasyon dokusunu ve yeni kemikleşme için ön koşul olan fibrinli yapıyı veya çevreyi bozarak onarımı zorlaştırır. Aynı zamanda değişik aralarla yapılan redüksiyon denemelerinin her tekrarlanışında yeni bir kanama ve oluşan çatının yıkımı ile kemik kaynaması bozulur (Bucholz ve Heckman,



2001; Anonim).

#### **2.7.4.2. Stabilizasyonun başarı durumu:**

İnternal tespit için en dayanıklı ve sert olan araç en iyisi olduğu anlamını taşımaz. İnternal tespitin amacı, kırılmış bir kemiğin yerini almaktan ziyade geçici bir destek sağlamaktır. Kırığın redüksiyon sonrası herhangi bir yöntemle stabilize edilmesi onarım dokusunu tekrarlayan hasardan korur. Kırığın stabilitesi özellikle yumuşak doku yaralanmasının fazla olduğu kırıklarda, kırığın kanlanması kritik düzeyde ise ve kırık sinovyal eklem ile ilişki içinde ise daha da önem kazanır. Kırıktaki aşırı hareket ise hematoma, granülasyon ve kallus dokularının yapısını bozarak kırık iyileşmesini geciktirir veya engeller. Kırık iyileşmesinde stabilitenin önemine rağmen bazı kırıklarda kırık hattının hareketi kaynama problemi yaratmaz.

İmmobilizasyonun bazı dezavantajları da göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle eksternal tespit, eklem hareketlerinde kısıtlanma, kan akımında bozulma ve osteopeni gelişebilir (Bucholz ve Heckman, 2001; Anonim).

#### **2.7.4.3. Yükleme ve mikrohareket:**

Ekstremitelerde denervasyonu kırık iyileşmesini geciktirir. Egzersiz ise kırığa olan yüklenmeyi artırarak kırık iyileşmesi üzerinde olumlu etkide bulunur. Erken, kontrollü yüklenme ve hareket kırık iyileşmesini hızlandırırken; yükten kurtarmanın kırık kaynamasını yavaşlattığı hem deneysel hem de klinik çalışmalarda gösterilmiştir. Genellikle kırık bölgesindeki fazla hareket ve oluşan periosteal kallus dokusunun boyutu arasında doğru orantı vardır. Kırık hattında 2 mm'nin üzerinde boşluk bulunması kaynamayı bozar (Kenwright ve Gardner, 1998; Kenwright ve Goodship, 1989; Park ve ark., 1998; Roman ve ark., 1998).

Erken yüklenme medüller kanal içi basıncı arttırarak osseöz venöz basıncı da arttırır. Bunun sonucunda kapiller filtrasyonu artar, osteoblast beslenmesi artar ve kaynama olumlu yönde etkilenir (Shepherd ve ark., 2003).

#### **2.7.4.4. Cerrahi redüksiyon:**

Cerrahi redüksiyon yapılırken yumuşak doku ve periost kesileceğinden, kemiği besleyen arterler kopabilir veya sıyrılabilir. Bunun sonucunda kırık bölgesinin beslenmesi bozulabilir. Aynı zamanda kırık uçlarının redüksiyonu yapılırken uçlar arasındaki kırık hematomu ve kallus gelişimi için ortam bozulur. Tespit amaçlı fazla materyal kullanımında bu özellikler daha da önem kazanmaktadır (Bucholz ve Heckman, 2001; Anonim).

#### **2.7.4.5. Kemik grefti, kemik iliği ve demineralize kemik matriksi:**

Taze damarsız kemik otogreftleri yeni kemiği doğrudan oluşturacak hücreleri ve bunun yanında bazı büyüme faktörlerini içerirler. Spongioz otogreftler kırık iyileşmesini stimüle ederken, kortikal otogreftler ise mekanik destek sağlar. İmplantasyondan sonra greft hücreleri diffüzyon ile beslenirler. Damarlı greftler ise beslenme açısından çok daha şanslıdır.

Kemik iliği osteoblastlara farklılaşabilen mezenşimal prekürsör hücreler içermektedir. Psödoartroz tedavisinde kullanılmaktadır. Deneysel çalışmalarda demineralize kemik matriksinin farklılaşmamış mezenşimal hücrelerin göçünü ve bunların kondrositlere dönüşümünü stimüle ettiği gösterilmiştir (Bucholz ve Heckman, 2001).

#### **2.7.4.6. Elektrik alanları:**

Normal canlı kemikte metabolik aktivite sonucu sürekli direk akım, mekanik deformasyon sonucu ise zamana bağımlı elektrik alanı zaten vardır. Elektrik alanları hücre proliferasyonu ve sentez fonksiyonunu hızlandırarak kırık iyileşmesi üzerine olumlu etki yaparlar (Lavine ve Grodzinsky, 1987).

#### **2.7.4.7. Ultrason:**

Deneysel ve klinik çalışmalar düşük şiddette ses dalgalarının uzun kemiklerde kırık iyileşmesini hızlandığını göstermiştir (Anonim).

#### **2.7.4.8. Hiperbarik oksijen:**

Günde 2 saat 2-3 atmosferlik oksijen uygulaması kırık iyileşmesini stimüle ederken, fazlasının olumsuz etkileri olabileceği bildirilmiştir (Anonim).

### **2.8. Çocuk Kırıklarının Komplikasyonları**

Kırık komplikasyonlarını oluş zamanına veya oluşum yerine göre sınıflandırmak mümkündür.

Oluş zamanına göre;

a-Akut komplikasyonlar: İlk birkaç saat içerisinde

b- Erken komplikasyonlar: İlk günler içerisinde

c-Geç komplikasyonlar: Aylar ve yıllar içerisinde

## **2.8.1. Akut komplikasyonlar**

### **2.8.1.1. Vasküler yaralanmalar**

Çocuklarda vasküler yaralanmaların çoğu penetran yaralanmalara bağlıdır. Daha az kısmı ise trafik kazalarına ve yüksekten düşmelere bağlı olmaktadır (Anonim, 2001). Damar yaralanması ile birlikte beraber olan kırıkların çoğu, ezilme tarzı ya da segmental kırıklardır. Suprakondiler femur kırıklarında femoral, distal femur kırıklarında popliteal, proksimal tibia epifiz yaralanmalarında ya da diz çıkıklarında popliteal ya da tibialis anterior ve posterior arter yaralanmaları görülebilir (Hensinger, 1998).

### **2.8.1.2. Periferik sinir yaralanmaları**

Distal femur kırıklarında ve fibula başı kırığı ve künt travmalarında peroneal sinir yaralanması görülebilir.

### **2.8.1.3. Kompartman sendromu**

Kompartman sendromu, ekstremitelerde kapalı kas fasyalarının içinde artmış perfüzyon basıncı nedeni ile sinir ve kas dokularında meydana gelen, iskemi sonucu gelişen fonksiyon kaybı ile karakterize bir tablodur (Hensinger, 1998). Kompartman hacminin azalmasına ya da kompartman içeriğinin artışına neden olan faktörlere bağlı olarak gelişir. Kompartman hacminde azalma yapan faktörlerden en önemlisi sıkı bandaj ve sıkı alçı sarılmasıdır. Ayrıca fasiyal defektin sıkı kapatılması, yanıklar ve donma gibi nedenler de kompartman hacminde azalmaya neden olmaktadır (Matsen ve Veith, 1981). Kompartman içeriğinde artış ise, kırıklarda yumuşak doku yaralanmasına, osteotomilere, iskemi sonrası ödeme, aşırı hareket gibi bir çok faktöre bağlı olabilir. Acil tedavi

yapılmadığı takdirde, kompartman içi anatomik yapılarda iskemiye bağlı ölüm ve Volkmann iskemik kontraktürü gelişir.

Kas ve sinir iskemisinin en önemli bulgusu ağrıdır. Ağrı devamlıdır ve immobilizasyon ile geçmez. Tutulan kompartmandaki kasın gerilmesi ile ağrı artar. Ancak bu travmayada bağlı olabilir. Klasik olarak Griffiths'in tanımladığı ve 5P (pain, palor, parastezi, paralysis, pulselessness) ile özetlenen ağrı, solukluk, hissizlik, felç ve nabız alınamaması bu sendromun temel bulgularıdır. Ancak çok küçük yaşlardaki çocuklarda ve kafa travmalı olgularda bu bulguları saptamak oldukça güçtür. Klinik olarak tanı koymada güçlük olan durumda kompartman içi basınç ölçülmesi gerekir. Kompartman içi basıncın 30 mmHg üzerine çıkması kapiller dolaşımı bozacak ve kaslarda nekroz gelişmesine neden olacaktır. Bu nedenle bazı kaynaklarda 30 mmHg, bazı kaynaklarda 45 mmHg üzerine çıkması cerrahi dekompresyon yapılmasını gerektirir (Matsen ve Veith, 1981).

## **2.8.2. Erken komplikasyonlar**

### **2.8.2.1. Yağ embolisi:**

Solunumla ilgili problemlere ve ölüme neden olabilen yağ embolisi, yetişkinlere göre 10 kat daha az görülmektedir (Drummond ve ark., 1969). Pelvis ve femur kırıkları sonrası görülme oranı % 0,5 olarak bildirilmektedir.

Klinik olarak çocuk huzursuz ve konfüzedir. Göğüste, aksillada ve boyunda peteşiler görülür. En önemli laboratuvar bulgusu oksijen saturasyonundaki düşüklüktür. Akciğer grafisinde interstisial ödem ve periferik vasküler artış dikkati çeker (Anonim, 2006).

### **2.8.2.2. Tespite bağlı hiperkalsemi:**

Kırık immobilizasyonu sonucu ortaya çıkan hiperkalsemi, normal onarım sürecinin bir sonucu olarak kabul edilir. Kırık tespitinin 4. haftasında idrarda pik yapacak şekilde kalsiyum atılımı artar. Ancak aktiviteye dönüldüğü zaman normal seviyesine iner. Klinik olarak bulantı, kusma, iştahsızlık ve huzursuzluk, daha ağır olgularda ise konfüzyon, kaslarda hipertoni, gevşek felç ve görme bozuklukları görülebilir. Mobilizasyona kadar intravenöz sıvı, düşük kalsiyumlu diyet ve kortikosteroidler verilebilir. Hastalar mümkün olan en kısa sürede mobilize edilmelidir (Anonim, 2001).

### **2.8.2.3. Derin ven trombozu:**

Çocuklarda çok seyrek görülen bu komplikasyon, olgu sunumları şeklinde bildirilmiştir. Klinik olarak yetişkinlerde de görülen ekstremitede şişlik, lokal hassasiyet, ısı artışı gibi bulgular vardır. Tedavide yetişkinlerde uygulanan heparin ve takip eden dönemde warfarin uygulanarak tedavi edilirler (Zionts ve ark., 1983).

### **2.8.2.4. Alçı sendromu:**

Önceleri pelvipedal alçı ve gövde alçısı uygulanan olgularda sık görüldüğü için bu isimle anılmaktadır. Ancak alçı olmadan da uzun süreli traksiyonda da görülebilmektedir. Duodenumun ikinci kısmının basıya uğraması ve süperior mesenterik arter kan akımının azalmasına bağlı ince barsakta iskemi/nekroz gelişmektedir (Altıok ve ark., 2005).

### **2.8.3. Geç komplikasyonlar**

#### **2.8.3.1. Femur cisim kırıklarında aşırı büyüme:**

Çocuk femur kırıklarından sonra aynı ekstremitede hem femur hem de tibiada aşırı büyüme olabilir. Büyüme iyileşme sonrasında aşırı vaskülaritenin artması sonucudur. Ortalama femurda 1 cm, tibia da ise 0.29 cm'dir. Olguların %82'sinde ve genellikle ilk 18 ay içerisinde olmaktadır. Bu nedenle redüksiyon sırasında ortalama 1 cm kadar kısalık olacak şekilde redüksiyon yapılması önerilmektedir (Wilkins, 2005).

#### **2.8.3.2. Yeniden kırık (Refracture):**

Erkek çocuklarda daha sık görülür. Eski kırık yerinde orijinal travmaya benzeyen bir travma ile, ilk travmadan bir yıl sonrada tekrar kırık olabilir (Kesemenli ve ark., 2004). Bu olgularda konservatif tedavinin zorluğu nedeni ile internal fiksasyon yapılarak erken hareketin başlanması önerilmektedir. Osteogenezis imperfecta, myelodisplazi, parapleji ve osteopenik hastalıklarda tekrar kırık oluşma riski daha yüksektir (Wilkins, 2005).

#### **2.8.3.3. Kötü kaynama (Malunion):**

Kırığın istenmeyen pozisyonda kaynamasıdır. Yanlış kaynama her zaman işlevsel bozukluk yapmayabilir.

Alt ekstremitte malunionlarını daha çok kafa travması olan olgularda görmekteyiz. Başlangıç Glasgow Skalası 5'in üzerinde, 5 yaşından büyük olgularda ve 3 gün içerisinde genel durumunda düzelme olmayan hastalarda kırık fiske edilmelidir (Hoffer ve ark., 1971). Bu hastalarda yapılacak olan konservatif tedavi, kaslardaki spastisite nedeniyle

kısalık, açılanma ve yanlış kaynama gibi komplikasyonları artırır.

#### **2.8.3.4. Kaynamama (Nonunion):**

Kırıkların kaynamasını etkileyen birçok mekanik ve biyolojik faktörler vardır. Bunların içerisinde en önemlisi mikrovasküler dolaşım ve osteoblastik aktivitedir. Çocuklarda bu faktörler iyi gelişmiş olduklarından kaynamama seyrek görülmektedir (Arslan ve ark 2003). Yumuşak doku yaralanması ve infeksiyonun eşlik ettiği, parçalı, kemik kayıplı kırıklar ve cerrahi tedavi yapılan olgularda kaynamama sık görülmektedir.

### **2.9. Femur Cisim Kırıklarında Tedavi Yöntemleri**

#### **2.9.1. Traksiyon**

Çocuk hastalarda femur cisim kırıklarının kesin tedavisi öncesinde bazı durumlarda veya bazı ülkelerde veya kurumlarda rutin biçimde geçici iskelet veya cilt traksiyonu uygulanabilmektedir. Vanlaningham ve arkadaşları (2009) tarafından yakın zamanda yapılan bir çalışmada, izole femur cisim kırığı olan 4-14 yaş aralığındaki 75 çocuk hastada her iki traksiyon tipinde ilk 24 saat içinde narkotik kullanımını karşılaştırılmış ve iki grup arasında narkotik kullanımı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Vanlaningham ve ark., 2009). Bu sonuçlar, cerrahi girişim öncesinde ağrı tedavisi için uygulanan invaziv iskelet traksiyonunun femur kırığı olan pediatrik popülasyonda basit cilt traksiyonuna göre hiçbir üstünlüğü olmadığı görüşünü desteklemektedir. Çalışmada, traksiyon uygulanmayan kontrol grubu bulunmamasına karşın, diğer seçeneklerle karşılaştırıldığında iskelet traksiyonunun klinik sonuçları, daha uzun hastanede kalış ve daha yüksek maliyeti nedeniyle, yaygın kullanımından uzaklaşma eğilimi vardır (Buckley, 1997; Buechsenschuetz ve ark., 2002).



### 2.9.2. Pavlik Bandaj

Pavlik bandaj 0-18 ay arası çocuklarda femur kırıklarının tedavisinde başarı ile kullanılmıştır (Morris ve ark., 2002; Stannard ve ark., 1995). Stannard ve arkadaşları (1995), 14 çocuğun 16 femur kırığını Pavlik bandaj ile tedavi etmişler ve tüm hastalarda 5 haftada iyi hizalanma özelliklerine sahip kaynama sağlamışlardır. Pavlik bandaj kullanımına bağlı olarak hiçbir hastada komplikasyon gelişmemiştir. Araştırmacılar, bu tedaviyi genel anesteziye ihtiyaç olmaksızın uygulama kolaylığı, kısa hastane yatışı, redüksiyon ve gerektiğinde redüksiyon tekrarının kolaylığı, düşük maliyeti ve çocuğun hijyenik bakımının kolaylaştırması gibi nedenlerle önermektedirler (Stannard ve ark., 1995). Başka bir çalışmada bir yaşından küçük çocuklarda Pavlik bandaj ile anında pelvipedal açılama retrospektif olarak karşılaştırılmıştır. Kırık kaynaması açısından her iki tedavinin radyolojik ve klinik sonuçları benzer ve iyi iken, anında pelvipedal alçı uygulanan çocukların yaklaşık üçte birinde cilt komplikasyonları gelişmiştir. Pavlik bandaj uygulamasında cilt komplikasyonlarına hiç rastlanmamıştır (Podeszwa ve ark., 2004).

### 2.9.3. Pelvipedal Açılama

Femur kırıklarında; pelvipedal alçı tedavisi yaşları 6 ay ile 5 yıl arasında olan hastalarda, standart tedavi olarak uygulanmaktadır. İsviçre’de yakın zamanda yapılan uzun süreli bir izlem çalışmasında, yaş ortalaması 22 ay (0-53 ay arası) ve ortalama 7.5 yıl boyunca izlem süresi olan hasta grubunda pelvipedal açılamanın etkin bir girişim olduğu gösterilmiştir (Frech-Dorfler ve ark., 2010). Uzun izlem süresine sahip 22 hastanın bir bölümünde izlenen sorunlar aşağıda sıralanmıştır: bir hastada 2 cm’den büyük bacak uzunluğu farkı, bir hastada minör valgus ve rotasyonel deformite, ve iki hastada günlük faaliyetlere engel olmayan aksama. Bu yaş grubunda pelvipedal açılamanın etkinliği gösterilmiş olmasına karşın, okul öncesi dönemdeki çocuklarda çeşitli diğer tespit yöntemlerinin etkinliği araştırılmıştır (Salem ve Keppler, 2010; Altay ve ark., 2011).

Shemshaki ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan çalışmada, 6-12 yaş aralığındaki basit femur kırığı olan 46 çocuk hastada, titanyum elastik çivileme (TEÇ) ile pelvipedal alçılama karşılaştırılmıştır. TEÇ ile tedavi edilenlerin, pelvipedal alçılama ile tedavi edilenlere göre hastanede kalış sürelerinin daha kısa olduğu, daha kısa sürede yürüyüşe başladıkları, okula daha erken geri döndükleri, daha düşük yanlış kaynama oranlarına sahip oldukları ve ebeveyn memnuniyetlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Shemshaki ve ark., 2011). Saseendar ve arkadaşlarının (2010) çalışmasında, femur kırığı tedavisinde TEÇ uygulanan 5-15 yaş aralığındaki 16 hasta ile geriye dönük olarak yaş açısından eşleştirilmiş pelvipedal alçılama ile tedavi edilmiş bir grup karşılaştırılmış ve yukarıda sözü edilen çalışmanın sonuçlarına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu araştırmacılar; TEÇ ile tedavi edilen çocuklarda daha kısa immobilizasyon süresi, daha düşük kaynama zamanı, daha düşük yanlış hizalanma oranları, daha düşük bacak uzunluğu farkı ve daha iyi fonksiyonel sonuçlar bildirmişlerdir (Saseendar ve ark., 2010). Bu sonuçlar, çocukluk çağı orta yaş grubunda alçılama dışındaki seçeneklerin tercih edilmesi gerektiği görüşünü desteklemektedir.

#### **2.9.4. İskelet Traksiyonunu Takiben Pelvipedal Alçılama**

Bir çok cerrahın, özellikle 1-9 yaş arası çocuklarda yoğun olarak tercih ettiği bir tedavi yöntemidir (Sanders ve ark., 2001; Buckley, 1997). Başlangıçta, 90-90°'lik (kalça ve dizler 90° fleksiyonda) bir cilt veya iskelet traksiyonu uygulanır. Bu pozisyon, hasta bakımını ve kemik hizalanmasının sağlanmasını kolaylaştırdığı gibi, çocuklarda kalıcı eklem kontraktürlerine de yol açmaz (Greene, 1998). İskelet traksiyonu femur distalinden uygulanır. Ancak, suprakondiler kırıklar söz konusu olduğunda ya da intramedüller çivilemenin planlandığı durumlarda proksimal tibiadan traksiyon da seçilebilir. Bu yöntemin çıkış noktası, alçı uygulanmasına olanak sağlayacak yeterli kırık iyileşmesi oluşana dek kırık parçalarının hizalanmasının traksiyon aracılığı ile kontrol edilebilmesidir. Bu süre içinde radyografi kontrolleri sık olarak uygulanır ve gerektiğinde traksiyonda ayarlamalar yapılarak arzulanan hizalama sağlanabilir. Traksiyon altında geçen süre

genellikle 10-21 gün arasındadır ve bu süreye kırık bölgesindeki duyarlılık ve hareket kontrol edilerek karar verilir. Kırık bölgesinde duyarlılık ve hareket ortadan kalktığında hasta pelvipedal alçıya alınır. Aronson ve arkadaşları (1987), 54 çocuk femur cisim kırığını iskelet traksiyonunu takiben pelvipedal alçı ile tedavi etmişler ve ortalama 4.3 yıl boyunca izlemişlerdir. Araştırmacılar, 11 yaş altındaki çocukların %8'inde 13 mm üzerinde ekstremitte eşitsizliği ile saptamışken, bu oran 11 yaş üzerindeki çocuklarda %53 olarak belirlenmiştir (Aronson ve ark., 1987). Casas ve arkadaşları (2001), ortalama yaşları 6.5 olan 41 çocuğu cilt traksiyonunu takiben pelvipedal alçı ile tedavi etmişler ve hiçbir olguda ekstremitte eşitsizliği, açısal deformite ve yeniden kırık gibi komplikasyonlar ile karşılaşmamışlardır (Casas ve ark., 2001). Bu tekniğin en önemli dezavantajı, uzun hastanede kalış süreleri gerektirmesidir. Uzun hastanede kalış süreleri, çocuk ve aileler üzerinde olumsuz psikososyal etki yapmakta ve tedavi maliyetlerini arttırmaktadır. Yapılan tüm çalışmalarda, traksiyonu takibeden pelvipedal alçı uygulamasının diğer tüm alternatif tedavi yöntemlerine göre daha yüksek maliyetli olduğu gösterilmiştir (Newton ve Mubarak, 1994; Nork ve Hoffinger, 1998). Boman ve arkadaşları (1998), hastanede kalış süresini kısaltmak amacıyla, dizayn ettikleri bir sedye aracılığı ile iskelet traksiyonunu evde uygulamış ve takiben pelvipedal alçı uygulamışlardır (Boman ve ark., 1998). Bu yöntemle hastanede kalış süresi ortalama 7 güne düşmüş ve tedavi sonucunda 24 hastanın hiçbirinde 1cm daha büyük değerde kısalık saptanmamıştır. Bu serideki bir hastada yüzeyel çivi dibi enfeksiyonu, bir hastada da 15° valgus açılanması tespit edilmiştir. Traksiyonu takiben pelvipedal alçı uygulaması sık kullanılmış olmasına karşın, literatür gözden geçirildiğinde bu yöntemin adölesan femur cisim kırıkları için uygun bir yöntem olmadığı görülmektedir (Kirby ve ark., 1981; Aronson ve ark., 1987; Reeves ve ark., 1990; Humberger ve Erying, 1969). Aronson ve arkadaşlarının (1987) çalışmasında, adölesan yaş grubunda tedavi sonuçları belirgin olarak daha kötüdür (Aronson ve ark., 1987). Yine Humberger ve Erying'de (1969), 10 yaş veya vücut ağırlığı 45 kg üzerinde olan çocuklarda bu tedavi yöntemiyle yüksek oranda kısalık ve açısal kötü kaynama bildirmişlerdir (Humberger ve Erying, 1969).

### 2.9.5. Plakla Tespit

Seçilmiş pediatrik femur kırığı olgularında açık redüksiyon internal plak fiksasyonu uzun süredir kullanılmakla birlikte, stabil olmayan femur kırıkları için ilk kez 2000'li yıllarda tanımlanan daha az invaziv submüsküler plak fiksasyon tekniklerinin popülaritesi artmıştır (Eidelman ve ark., 2010, Sink ve ark., 2006). Sink ve arkadaşları (2010) tarafından tek bir merkezde (bu merkezde stabil olmayan kırığı olan olgularda submüsküler plak kullanım oranı % 19'dan % 71'e yükselmiştir) yapılan, kırık tedavisinin iki farklı dönemini karşılaştıran retrospektif bir çalışmada, komplikasyon oranında önemli ölçüde azalma olduğu gözlenmiştir (Sink ve ark., 2010). Araştırmacılar, bu azalmanın stabil olmayan kırıklarda elastik çivi kullanımının sınırlanmasına bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Diğer bir çalışmada, submüsküler plaklama ile tedavi edilen femur kırığı olan iskelet sistemi immatür 85 hastada, % 8 majör (örn. planlanmamış cerrahi gereksinimi olan) ve % 4 minör komplikasyon oranı (örn. cerrahi girişim gerekmeyen) gözlenmiştir. Majör komplikasyonlar; vida çıkıntısı, yara enfeksiyonları, distal femoral valgus deformitesi ve bacak uzunluk farkı gelişmesidir. Majör komplikasyonlar daha uzun sürede gerçekleşirken (ortalama 27,5 ay); gecikmiş kaynama, yüzeysel yara enfeksiyonu ve valgus yanlış kaynamasını içeren minör komplikasyonlar daha erken dönemde (ortalama 2,6 ay) gözlenmiştir. Bu olgu grubunda, intraoperatif komplikasyon gelişmemiştir ve diz katılaşması veya bacakta kısalma gözlenmemiş ve kırık stabilitesi için yeniden operasyon gerekmemiştir (Collin ve ark., 2013).

Hedequist ve arkadaşları (2008), 6-15 yaş aralığındaki, proksimal, orta shaft, veya distal kırıkları submüsküler kilitli plak ile tedavi edilen 32 hastayı değerlendirmiştir. Plak kullanım endikasyonları; parçalı kırık (13 olgu), patolojik kırıklar (malign olmayan, 9 olgu), atipik kırık yerleşimi (tipik elastik çivileme için çok proksimal ya da çok distal, 7 olgu) ve osteopeni (3 olgu) idi. Tüm kırıklarda iyileşme sağlanmış ve hiçbir intraoperatif komplikasyon gelişmemiştir. Sadece bir hastada müdahale gerektirmeyen valgus hizalanma kusuru (12°) gözlenmiştir. Araştırmacılar, stabil tespit için fragman başına en az üç korteks vidası uygulamasının gerekli olduğunu ileri sürmüştür (Hedequist ve ark.,

2008). Eidelman ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan çalışmada, adölesan kadavra femuruna uygun biçimde şekillendirilmiş (pre-counterred) submüsküler plakları 11 hastada kullanmışlar ve benzer sonuçlar elde etmiştir. Tüm tedavi edilen kırıklarda önemli bir komplikasyon gelişmemiş ve iyi hizalanma sağlanmıştır. Araştırmacılar, bu biçimde önceden şekillendirilmenin, preoperatif radyografi veya floroskopi ile kırık olmayan femur temel alınarak yapılan plak şekillendirmeye göre daha hassas ve kullanışlı olduğunu bildirmiştir (Eidelman ve ark., 2010).

Kırık iyileşmesinden sonra elastik çivi genellikle çıkartılırken, submüsküler plakların çıkartılması ile ilgili literatürde az sayıda tutarlı kanıt vardır. Ancak, Pate ve arkadaşları (2009) submüsküler plaklama ile tedavi edilip daha sonra plağı çıkartılan 5 ila 15 yaş aralığında 22 hastalık bir seri yayınlamışlardır. Hastaların yedisinde, (plakların ön kenarında bulunan büyümüş kemik dokusu nedeniyle) plaklar çıkartılırken plak yerleştirmesi sırasındakinden daha büyük ölçekli bir işlem gerekmiştir. Hastaların hiçbirinde, yeniden kırık veya vida deliği bölgesinde kırık gelişmemiştir (Pate ve ark., 2009). Diğer bir çalışmada, 85 hastanın 52'sinde (% 61) plak çıkartılması ile ilişkili hiçbir komplikasyon gözlenmemiştir (Collin ve ark., 2013).

Stabil olmayan kırıklarda ve elastik çivileme için uygun olmayan vücut ağırlığı yüksek hastalarda rijit fiksasyon gerektiğinden submüsküler plak uygulamasının bazı avantajları vardır ve bu nedenlerle kullanımında artış olmuştur.

### **2.9.6. Eksternal Fiksasyon**

Femur kırıklarının eksternal fiksasyonu ile ilişkili göreceli yüksek komplikasyon oranlarını bildiren çalışmaların artmasıyla (Poolman ve ark., 2006; Barlas ve Beg, 2006) kullanım sıklığında genel bir azalma olmuştur ve bazı hasta grupları için kullanılmaması gerektiğine dair öneriler ortaya çıkmıştır (Kocher ve ark., 2010). Çocuklarda femurda eksternal fiksasyon kullanımı ile ilişkili olumsuz durumlar; oldukça yüksek yeniden kırık oranı, deri ve yumuşak dokuda skar dokusu gelişmesidir. Ancak, eksternal fiksasyon, çoklu

travması olan çocuklarda veya traksiyonun kullanılmadığı durumlarda geçici stabilizasyon için kullanılabilir.

### **2.9.7. Rijit İntramedüller Çivileme**

Rijit intramedüller çivileme; yetişkin ve adölesan femur cisim kırıklarının tedavisi için uzun süredir tercih edilen bir yaklaşım olsa da (Kempf ve ark. 1984), özellikle piriformis fossaya çivi girişi uygulanan tekniklerle gözlenen femur başı osteonekrozu nedeniyle pediatrik kırıklardaki rolü belirsizdir (Buford ve ark., 1998). Ancak, femur başı için kritik damar yapılarında hasar oluşmasından kaçınmaya olanak sağlayan implant tasarımı (trokanterik giriş ve lateral trokanterik giriş gibi) gelişmiştir. Yakın zamanda yapılan, lateral trokanterik girişin piriformis fossa girişi ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, lateral trokanterik giriş uygulamasında komplikasyonların daha düşük oranda olduğu ve etkili bir tedavi yöntemi olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, yaş ortalaması 12,9 (aralık, 8-18) yıl olan 78 hasta değerlendirilmiş ve kaynamama, gecikmiş kaynama veya yanlış kaynama gözlenmemiştir. Ortalama 8 yıllık izlem boyunca hiçbir hastada femur başı osteonekrozu gelişmediği bildirilmiştir. Bu hastaların, sağlam taraf ile kırık taraf normal taraf boyun-şaft açısı, artikülotrokanterik mesafe veya femoral çapında anlamlı fark bulunmamıştır (Keeler ve ark., 2009). Bu sonuçlar gelecekte pediatrik femur cisim kırığı tedavisinde rijit çivilemenin kullanımının artacağını düşündürmektedir. Bazı merkezlerde, submüsküler plakla tedavi edilebilecek bazı kırıklar için trokanterik veya lateral giriş çivilemenin tercih edildiği tahmin edilmektedir.

Esnek çivileme ile rijit trokanterik girişli çivileme tekniklerini karşılaştıran çalışma yoktur. Bazı klinisyenler, bir hastanın stabil olmayan parçalı veya oblik bir kırığı olup olmadığına bakmaksızın, 11 yaş üstü ve vücut ağırlığı 49 kg'dan fazla olan hastalarda rijit çivilerin uygun olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca, piriformisten veya yakınından ve trokanter ucuna yakın girişler ile ilişkili riskleri önlemek amacıyla lateral trokanterik yaklaşım önerilmektedir (Keeler ve ark., 2009). Keeler ve arkadaşları (2009), büyük

trokanterin lateral yüzünden intramedüller çivi fiksasyonu uygulanan 78 hastayı (80 kırık) retrospektif olarak değerlendirmişler ve mükemmel sonuçlar bildirmiştir. Bu olguların hiçbirinde kaynamama, kaynamada gecikme, osteonekroz, klinik olarak önemli femur boynu valgus deformitesi veya daralması gözlenmemiştir (Keeler ve ark., 2009).

Rijit çivi ile femur kırığı fiksasyonunda pediatrik hastaya pozisyon verilmesi ve masa türü konusunda yüksek nitelikli kanıtlar yoktur. Ancak, erişkinlerde yapılan çalışmalar; kırık masasının cerraha operasyonu daha az yardım alarak gerçekleştirme olanağı tanıdığını ve bacağın cerrahi müdahaleye maruz kalacak bölümlerine ulaşmayı kolaylaştırdığını göstermektedir. Kırık masası kullanımı, sağlam bacakta kompartman sendromu riskini ve karşı bacağına sınırlı erişimden kaynaklanan rotasyonel yanlış hizalama riskini artırmaktadır (Tan ve ark., 2000; Ricci ve ark., 2009). Özellikle internal rotasyonel yanlış hizalama ve diğer komplikasyonlar, radyolusent bir masa kullanımı ile önlenebilir ve ameliyat süresi kısaltılabilir (Stephen ve ark., 2002).

Hekimin tercihi hastaya verilecek pozisyonunun belirlenmesinde önemli bir faktördür. Ancak, cerrah pozisyon tekniği hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Çünkü hastayla ilişkili faktörler pozisyonlardan birinin kullanılmasına engel olabilir. Radyolusen bir masada supin pozisyon ile lateral pozisyon karşılaştırılmış ve supin pozisyonunun, hastaya pozisyon verme ve anestezi uygulama kolaylığı gibi avantajları olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca, distal fragmanın rotasyonel yanlış hizalanması hasta supin pozisyonda iken daha kolay farkedilebilir. Supin pozisyonda, giriş noktasının doğru biçimde belirlenmesi ve enstrümantasyonun proksimal olarak yerleştirilmesi, özellikle yüksek vücut kitle indeksine (örneğin,  $>30 \text{ kg/m}^2$ ) sahip hastalarda güçlük oluşturabilir. Lateral pozisyon, özellikle obez hastalarda trokanterik başlangıç noktasına erişimi kolaylaştırmaktadır. Bu pozisyon; bacağına her iki taraftan erişime ve femur baş ve boynunun lateral görüntülenmesinin daha kolay gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Lateral pozisyonda; lateral trokanterik başlangıç noktası, pediatrik rijit çivi yerleştirmeyi kolaylaştıracak biçimde daha erişilebilir bir konumdadır. Femoral çivilemenin, radyolusent düz bir ameliyat masasında ve lateral dekübit pozisyonda gerçekleştirmesi önerilmektedir (Stephen ve ark., 2002).

Antegrad çivileme, hasta supin veya lateral dekübit pozisyonda iken uygulanabilir.

Radyolusent düz bir ameliyat masası kullanmanın avantajları, kolay ve hızlı kurulum, görüntüleme kolaylığı ve bir çoklu travma hastasında aynı anda birden fazla ameliyat gerçekleştirmektir (Stephen ve ark., 2002). Bacak masadan yüksekte tutulur ve iliak kanattan ayak başparmaklarına kadar standart şekilde boyanır. Büyük trokanterin ucu üzerinden femur cisim doğrultusunda 5 cm'lik kesi yapılır. Proksimal trokanteri ekspozetmek amacıyla fasya ve abdükör kaslar uzunlamasına ayrılır. Trokanter, lateral pozisyonda daha kolay gözlenebilmekte ve ekspozite edilebilmektedir. Trokanterin ön ve arka kenarları palpe edilmeli ve posterior damarları korumada dikkatli olunmalıdır. Trokanter ucunun lateralindeki başlangıç bölgesine bir kılavuz pin yerleştirilir. Kılavuz pin pozisyonu radyolojik olarak doğrulanmalıdır. Kılavuz pin kullanımı, kanüllü drill kullanımı da gerektirmektedir. Giriş öncesi sonuna eklenen hafif eğimli bir "ball-tip" kılavuz tel kırık bölgesinden geçişi ve distal femura yerleştirmeyi kolaylaştırmak amacıyla kullanılır. Kırık redüksiyonunu takiben, kılavuz tel distal femoral fizis penetrasyonu engellenecek biçimde, dikkatlice distale ilerletilir. Oyma tercih ediliyorsa, en küçük çaplı oyucu ucu ile başlanır, çap artırılarak istenen genişliğe (genellikle çivi çapından 1-1,5 mm daha büyük) ulaşılır ve çivi yerleştirilir. Anterior eğimli trokanterik giriş çivilerinin, çivi yerleştirilmesine konveksite medialde iken başlanır; ve sonra eksternal rotasyon ile anatomik pozisyonuna döndürülür. Proksimal ve distal kilit vidaları standart bir şekilde yerleştirilir (Stephen ve ark., 2002).

### **2.9.8. Elastik İntramedüller Çivileme**

İntramedüller elastik çiviler, özellikle 6-12 yaş aralığındaki hastalarda, pediatrik femur cisim kırığı tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir seçenek haline gelmiştir. Tipik olarak, vücut ağırlığı 45,36 kilogram'dan (100 libre) düşük olan hastalarda horizontal ya da kısa oblik kırıklar gibi kırık uzunluğu stabil olan durumlarda başarılı biçimde kullanılmıştır. 1990'lı ve 2000'li yıllarda yapılan çalışmalarda bildirilen düşük komplikasyon riski ve hareketliliğe hızlı dönüş hem cerrahlar hem de hastalar için elastik çivileri cazip hale getirmiş olsa da, elastik çivi ile tedavi edilen hastalarda çivinin



çıkartılması için genellikle başka bir ameliyat gerekmektedir. Ayrıca, bazı hasta gruplarında intramedüller çivi kullanımını sınırlayacak çeşitli teknik sorunlar ve komplikasyonlar gözlenmektedir.

Anastasopoulos ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan, 7-13,5 yaş aralığındaki 36 hastanın dahil edildiği çalışmada, ortalama 25.5 aylık izlem süresinde, tüm hastalarda başarılı kaynama gözlenmiştir. İzlem kayıtlarına göre, 10° ekstansiyon kısıtlılığı olan bir hasta dışında, tüm hastalarda tam hareket açıklığı (range of motion=ROM) olduğu gözlenmiştir. Ancak, klinik olarak yanlış kaynama saptanmayan veya ağrı gibi yakınmalar bildirmeyen hastaların radyografik incelemesinde, çocukların % 44'ünde kırık bölgesinde yanlış hizalanma ve % 50'sinde bacak uzunluk farkı saptanmıştır (Anastasopoulos ve ark., 2010). Sagan ve arkadaşları (2010), 4-15 yaş aralığında 70 hastayı dahil ettikleri çalışmalarında, 16 hastada yanlış kaynama (yan grafide 15°'den veya ön-arka grafide 10°'den daha büyük açılanma) saptamıştır. Ayrıca, ağırlığın öne açılanma oluşmasında önemli bir belirleyici olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada, elastik çivileme ile tedavi edilen ve 15°'den büyük öne açılanma saptanan hastaların ortalama ( $\pm$ standart sapma [SS]) ağırlığı 46.5 ( $\pm$ 13.5) kg iken, öne açılanma saptanmayan hastaların ortalama ( $\pm$ SS) ağırlığı 36.8 ( $\pm$ 18.5) kg olarak bildirilmiştir (Sagan ve ark., 2010). Ayrıca, bu araştırmacılar elastik çivi tedavisi sonrasında hastaların % 47'sinde torsiyonel yanlış hizalanma olduğunu bildirmiştir. Biyomekanik değerlendirme sonuçları da vücut ağırlığı yüksek hastalarda elastik çivi kullanımında dikkatli olunması gerektiğini düşündürmektedir. Li ve arkadaşları (2008), bir kadavra modelinde kırık tespiti sonrasında 4-nokta eğilme yükünün başarısızlığını göstermişler ve 40-45 kg'dan daha yüksek ağırlıkların çivide kalıcı sagittal ve koronal deformasyon oluşturabilecek bir yüke neden olabileceğini bildirmişlerdir (Li ve ark., 2008). Salem ve arkadaşları (2010), benzer biçimde, femur kırıklarında elastik çivileme uygulanan 68 çocuğun % 50 kadar büyük oranda 15°'den büyük torsiyonel farklılık oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu hastalardan 31'inde eksternal torsiyon ve sadece dördünde klinik out-toeing (başparmağın dışa açılanması) gözlenmiştir (Salem ve ark., 2010).

Garner ve arkadaşları (2011) elastik çivi tedavisi uygulanan vücut ağırlığı yüksek

hastalar (47-85 kg ağırlığında) ile rijit kilitli çivi tedavisi uygulanan vücut ağırlığı açısından eşleştirilmiş hastaları karşılaştırmışlar ve elastik çivi tedavisi uygulanan hastalarda kan kaybı miktarının düşük olduğunu, cerrahi süresinin daha kısa olduğunu, daha düşük oranda komplikasyon geliştiğini saptamışlardır. İki grup arasında yanlış kaynama veya bacak uzunluğu farkı açısından fark gözlememişlerdir. Bu yararlarına karşın, elastik çivi tedavisi uygulanan 15 hastanın altısında komplikasyon geliştiği bildirilmiştir.

Altay ve arkadaşları (2010), TEÇ sırasında açık ve kapalı redüksiyon tekniğinin kullanımının etkisini araştırmıştır. Seksen yedi çocuktan, 42'sine redüksiyon sağlamak için kırık noktasından yapılan 2-3 cm'lik lateral insizyonun kullanıldığı mini-açık teknik uygulanırken, diğer 45 çocukta çivinin yerleştirilmesi için skopinin kullanıldığı kapalı teknik uygulanmıştır. Kapalı redüksiyon grubunda cerrahi ve intraoperatif floroskopi süresi anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur, Ortalama iki yıl boyunca izlenen hastaların her iki işlem için benzer kaynama ve komplikasyon oranlarına sahip olduğu gözlenmiştir (Altay ve ark., 2010).

Jencikova-Celerin ve arkadaşları (2008) tarafından yakın zamanda yapılan bir çalışmada, bir eksternal fiksatörden daha az rijit ancak bir elastik çividen ve bir kilitleme vidasından daha çok rijit çivi içeren bir esnek kilitleme çivileme (flexible interlocking nailing) sistemi ile elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Kilitleme fiksasyonu yapılan 58 hastada % 19, diğer fiksasyon yöntemleri ile tedavi edilen 70 hastada % 30.4 oranında komplikasyon görülmüştür. Araştırmacılar, vücut ağırlığı 45.5 kg'ın altında olan femur kırığı hastalarını ayrıca değerlendirmişler; standart elastik çivi ile tedavi edilen hastalardaki komplikasyon oranının, kilitleme çivileri ile tedavi olanlardan 8.1 kat yüksek olduğunu bulmuşlardır; ancak, kilitleme çivileri ile tedavi edilen hastalarda trokanterik heterotopik ossifikasyon gelişme olasılığı diğer fiksasyon yöntemleri ile tedavi edilen hastalardan 1.7 kat daha yüksek bulunmuştur (Jencikova-Celerin ve ark., 2008).

## 2.10. Femur Cisim Kırıklarında Cerrahi Zamanlaması

Erişkin hastaların aksine, çoklu travması olan çocuk hastalarda femur cisim kırık fiksasyonunun zamanlaması ile ilgili bir görüş birliği yoktur. Loder (1987), erken kırık stabilizasyonu (yaralanmadan sonra  $\leq 72$  saat) uygulanan, çoklu travması olan çocuk hastalarda; ventilatör desteği, yoğun bakım ve hastanede kalış sürelerinin kısalacağını ileri sürmüştür (Loder, 1987). Buna karşılık, Hedequist ve arkadaşları (1999), pediatrik travma hastalarında kırık stabilizasyonu zamanlamasının pulmoner komplikasyon sıklığını etkilemediğini bildirmiştir (Hedequist ve ark., 1999).

Tıbbi açıdan stabil ve çoklu travması olan çocuk hastalarda kalıcı fiksasyon (intramedüller çivileme) yapılması gerektiği; geçici stabilizasyonun (örneğin, eksternal fiksator, traksiyon), kalıcı fiksasyon uygulanabilecek kadar stabil olmayan hastalarda kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Eksternal fiksasyondan intramedüller çivilemeye dönüşüm güvenlidir; ancak, komplikasyonlardan (örneğin, enfeksiyonu) kaçınmak amacıyla yaralanmadan iki hafta sonra uygulanmalıdır (Della Rocca ve ark., 2006).

Pediatrik hastalarda açık femur cisim kırıklarının kalıcı fiksasyonunun cerrahi zamanlaması tartışmalıdır. Beş yüz elli dört pediatrik hastanın dahil edildiği çok merkezli retrospektif bir çalışmada, Skaggs ve arkadaşları (2005), cerrahi girişimi yaralanma sonrası 6 saat içinde ve 7 saat veya daha uzun süre sonra uygulanan hastalarda akut enfeksiyon oranının benzer olduğunu bildirmiştir (sırasıyla, % 3'e ve % 2). Ancak, 554 kırığın sadece 37'sinin açık femur kırığı olduğu belirtilmekle birlikte, bunların kaç tanesinin diyafizer kırık olduğu bildirilmemiştir (Skaggs ve ark., 2005).

Femur kırığı ile birlikte vasküler yaralanma pediatrik hastalarda nadir görülen bir durumdur (Atanda ve ark., 2009). Şüpheli damar yaralanması olan hastada, bir vasküler cerrahın da ekibe dahil edilmesi önerilmektedir.

## 2.11. Esnek Çivileme Cerrahisi ve Biyomekanik Özellikleri

### 2.11.1. Kullanılan Gereçler

Çelik, titanyuma göre daha sert bir malzemedir (sırasıyla, elastikiyet modülü, 200 ve 110 GPa) (Mahar ve ark., 2004; Uthoff ve ark., 1981). Titanyum, çelikten daha esnek bir malzeme olmasına karşın, titanyum IM çivilerin torsiyon ve aksiyal kompresyonda paslanmaz çelik çivilere göre daha iyi biyomekanik stabilite sağladığı gösterilmiştir (Mahar ve ark., 2004; Perez ve ark., 2008). Titanyum çiviler, "gap" kapamada da daha iyidir ve çivinin kayması daha güçtür. Titanyum çivilerin aksiyal kompresyon sertliği, çelik çivilere göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (sırasıyla yaklaşık 900 N/mm ve 500 N/mm) (Mahar ve ark., 2004). Distal femoral giriş bölgelerinde, çelik çiviler 45 kg ağırlığındaki bir çocuğun vücut ağırlığının yaklaşık % 40'ına karşılık gelen 185 N aksiyel basınç kuvveti altında etkin değildir (Lee ve ark., 2001). Titanyumun esnekliği ile ilişkilendirilen iyi biyomekanik stabilitesi, daha düşük gerilme düzeyi ve kanal duvarları ile artmış temas sağlamaktadır (Perez ve ark., 2008).

Buna karşılık, Wall ve arkadaşları (2008), femur kırığı olan çocuklarda paslanmaz çelik elastik çivi ile titanyum elastik çiviye göre daha iyi klinik sonuçlar elde ettiklerini bildirmiştir. Bu çalışmada, 56 çocuk titanyum elastik çivi ve 58 çocuk paslanmaz çelik elastik çivi ile tedavi edilmiştir. Titanyum çivi grubundaki çocuklarda paslanmaz çelik çivi grubundaki çocuklara göre yaklaşık dört kat daha yüksek (sırasıyla, % 23,2 ve % 6,3) yanlış kaynama oranı bildirilmiştir. Titanyum çivi grubundaki majör komplikasyon oranları (örneğin, revizyon cerrahisine ihtiyaç duyulan çivi irritasyonu, gecikmiş kaynama, rod kırılması) paslanmaz çelik çivi grubundan daha yüksek (sırasıyla % 35,7 ve % 16,7) bulunmuştur (Wall ve ark., 2008). Bu bulgulara dayanarak, paslanmaz çelik çivinin düşük maliyetine ek olarak, paslanmaz çelik çivilerin titanyum çivilere göre klinik açıdan da üstün olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde, hangi tip elastik çivinin klinik olarak üstün olduğu ile ilgili görüş birliği yoktur ve pediatrik femur cisim kırıklarının tedavisinde her

iki çivi de kullanılmaktadır.

### **2.11.2. Çivi Ölçüleri**

Stabiliteyi en üst düzeye çıkarmak için gerekli çivi türü ve sayısını seçerken göz önünde bulundurulan faktörler; biyomekanik özellikler, kullanım kolaylığı, kırık redüksiyonu sağlama başarısı ve rotasyonel hizalanma performansını kapsamaktadır. Çeşitli çivi çapları ve çivilerin asimetrik kombinasyonları incelenmiştir. Ayrıca, üç çivili konfigürasyon da değerlendirilmiştir. Esnek intramedüller çivi uygulamasının biyomekanik açıdan değerlendirildiği bir çalışmada, kanal genişliğinin  $> \% 40$  çapta olan tek çivi kombinasyonlarının kırık redüksiyonunu engellediği ve posterior gapping ile sonuçlandığı gösterilmiştir (Green ve ark., 2005). İntramedüller kanalın en dar yerinde, kanalın  $\% 80$ 'ine eşit çapta kombine iki çivi kullanımı önerilmektedir (Luhmann ve ark., 2003; Flynn ve ark., 2001). Tipik olarak, cerrahlar, kırık fiksasyonunda eşit çaplı iki esnek çivi kullanımının uygun olduğunu düşünmektedirler. Büyük çaplı (kanal genişliğinin  $\% 40$ 'ından daha geniş) çivi kombinasyonları; daha yüksek düzeyde sertlik sağlamakla birlikte, artmış kırık malredüksiyonuna, posterior "gapping"e ve rotasyonel yanlış hizalamaya neden olabilirler (Green ve ark., 2005).

### **2.11.3. Biyomekanik Özellikler**

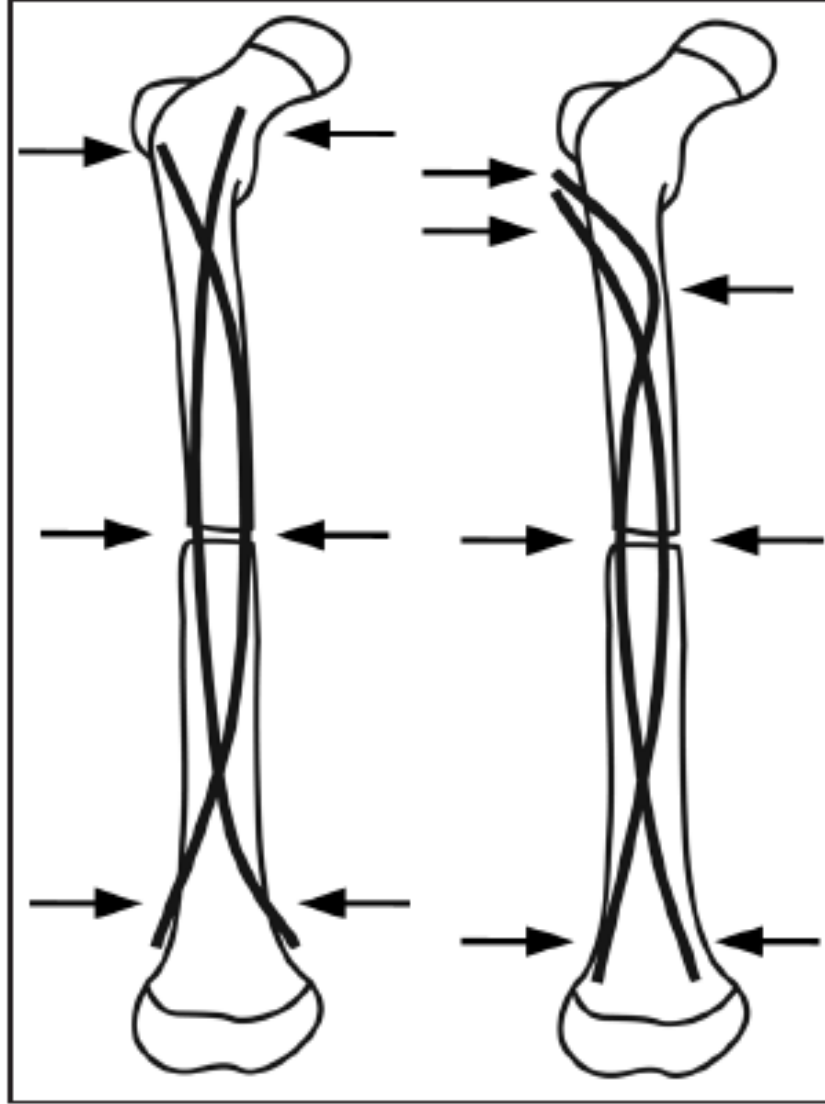
Titanyum çiviler ile femur shaft kırığı fiksasyonu yapılan vücut ağırlığı  $>49$  kg hastalarda klinik sonuçların kötü olduğu bildirilmiştir (Luhmann ve ark., 2003; Moroz ve ark., 2006). Bir çalışmada, artmış sagittal açılanma hastanın kilosu ve implante edilen titanyum elastik çivilerin çapı ile ilişkili bulunmuştur (Luhmann ve ark., 2003). Moroz ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan çalışmada, kötü sonuç ve  $\geq 11$  yaş ve  $>49$  kg ağırlık arasında bir ilişki gösteren benzer sonuçlar bildirilmiştir (Moroz ve ark., 2006).

Biyomekanik çalışmalarının sonuçları, titanyum elastik çivilerin vücut ağırlığı 40-45 kg aralığındaki hastalarda kullanılmaması gerektiğini bildiren klinik bulguları desteklemektedir. Yaklaşık  $\geq 600$  N yükler bu planlarda kırık redüksiyon kaybı nedeniyle sagittal ve koronal düzlemde yapısal deformasyona neden olur (Li ve ark., 2008). Bazı klinisyenler, <45 kg ağırlığında ve <11 yaş hastalarda titanyum çivi; <11 yaş ve >45 kg ağırlığındaki hastalarda paslanmaz çelik esnek çivi kullanmayı tercih etmektedirler (Hosalkar ve ark., 2011).

#### **2.11.4. Antegrad ve Retrograd Stabilizasyon**

Fricka ve arkadaşları (2004), orta diafiz kırığının bir C şeklinde ve bir S şeklinde çivi ile antegrad stabilizasyonunun 5 mm kompresyonunda iki C şeklinde çivi ile retrograd stabilizasyona göre % 69 daha fazla yük taşıdığını saptamışlardır (sırasıyla 417 N ve 247 N) (Fricka ve ark., 2004). Bu kuvvetler, 45 kg ağırlığındaki bir çocuğun vücut ağırlığının sırasıyla % 95 ve % 55'ine karşılık gelir (Goodwin ve ark., 2007; Fricka ve ark., 2004). Ancak, orta cisim kırıklarının retrograd fiksasyonu antegrad çivilemeye göre anlamlı olarak daha yüksek torsiyonel ve eğilme sertliği sağlamaktadır (sırasıyla  $350 \pm 72$  N/mm ve  $195 \pm 95$  N/mm) (Fricka ve ark., 2004; Mehlman ve ark., 2006) (Şekil 2.10).

Biyomekanik çalışmalarda retrograd çivilemenin kısalmaya dirençte antegrad çivilemeye göre daha düşük stabiliteye sahip olduğu gösterilmiştir. Maksimum aksiyal stabilite gerektiğinde, C- ya da S-şekilli çivilerin proksimal yerleştirilmesi önerilmektedir. Antegrad çivilemeden teknik olarak daha kolay olduğundan elastik çivi yerleştirilmesinde retrograd yaklaşım rutin olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, cerrahi diseksiyon alanında daha az vital yapı bulunması nedeniyle daha iyi torsiyonel stabilite ve daha yüksek düzeyde cerrahi konfor sağlamaktadır.



**Şekil 2.10.** Pediatrik femurda retrograd (sol) ve anterograd (sağ) yaklaşımla uygulanan elastik çivilemede fiksasyon noktaları (oklar)

### 2.11.5. Esnek Çivileme Cerrahisi

Kapalı kırıkların eksternal fiksasyonu ile karşılaştırıldığında, esnek çivileme tam yük verme, tam eklem hareket açıklığı (ROM) ve okula geri dönüş süresinde azalma ile

ilişkili bulunmuştur; buna ek olarak, esnek çivilemede komplikasyon insidansı daha düşüktür (örneğin; ağrı, bacak uzunluk farkı ve yanlış hizalanma) (Barlas ve Beg 2006). Salem ve Keppler (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, tek taraflı femur cisim kırığı tedavisinde elastik sabit intramedüller çivileme yapılan 68 çocukta erken açısal veya rotasyonel yanlış hizalanma ve bacak uzunluk farkı prospektif olarak değerlendirilmiştir (ortalama yaş, 5.6 yıl; ortalama ağırlık, 21 kg). Araştırmacılar, bacak uzunluğu ve aksiyel hizalanma açısından elastik sabit çivilemenin tatmin edici sonuçlar sağlayabildiği sonucuna ulaşmıştır (Salem ve Keppler 2010). Ancak, başka bir çalışmada 32 çocukta, yüksek oranda torsiyonel yanlış hizalanma ( $\geq 15^\circ$ ) gözlemlendiği bildirilmiştir (Della Rocca ve Crist 2006).

Eksternal fiksasyon, tıbbi olarak stabil olmayan hastalarda ve onarım veya rekonstrüksiyon gereken geniş yumuşak doku yaralanmaları ve/veya nörovasküler yaralanması olan hastalarda tercih edilebilmektedir (Mani ve ark., 2006). 5-11 yaş aralığındaki çocuklarda esnek çivi kullanımı önerilmektedir (Hosalkar ve ark., 2011).

Retrograd yaklaşımla titanyum elastik çivileme yönteminde hasta, radyolusen bir ameliyat masasında supin pozisyonuna getirilir. Hastayı cerrahiye hazırlamadan önce, hastanın pozisyonu skopi için yeterli alan sağlayacak biçimde ayarlanır. Bacak masadan yüksekte tutulur ve iliak kanattan ayak başparmaklarına kadar standart şekilde boyanır. İmplantasyonun başlangıç noktası, distal femoral fizisin yaklaşık 2.5 cm üzerindedir. Büyüme durması olasılığını azaltmak amacıyla, distal femoral fizis alanında derin diseksiyondan kaçınılmalıdır. Posterior nörovasküler yapıların hasarını önlemek amacıyla derin posterior diseksiyondan kaçınılmalıdır. Giriş deliği, yumuşak dokuları koruyarak bir matkap ucu ve matkap kılavuzu ile oluşturulur. Yeterli keskinlikteki çivi ucu ile metafiz bölgesindeki kemik geçilir. Medial ve lateral çiviler, anteroposterior ve lateral düzlemlerde aynı düzeyden sokulur. Her iki çivi kırık hattının yakınına, kırık bölgesine kadar ilerletilmelidir. Gerekirse kırık redüksiyonu uygun manevra (örneğin, diz fleksiyonu, traksiyon, kas gevşetilmesi) ve F şeklinde redüksiyon cihazı kullanımı (yani, F aracı) ile gerçekleştirilir. Rotasyonel ve açısal hizalamaya dikkat edilmelidir. Titanyum elastik çiviler, kırık bölgesinin ötesine sırayla ilerletilir. Çiviler konkaviteyi birbirlerine bakacak



ve simetrik kalacak şekilde döndürülür. Hafifçe proksimalde olan diafiz kırıklarında, bir çivi inferior boyun bölgesine ve diğeri trokanter içine ilerletilerek daha iyi torsiyonel ve rotasyonel stabilite elde edilebilir. Çivinin kemik dışındaki uzunluğu sadece 1-1,5 cm'yi geçmemelidir. Çivi ucu kapakları kullanılabilir. Yumuşak doku irritasyonunu önlemek amacıyla, çivi ucu metafizden uzaklaşacak biçimde eğilmemelidir (Hosalkar ve ark., 2011).

Esnek çivileme; >11 yaş, vücut ağırlığı > 49 kg ve daha proksimal ve/veya daha distal yerleşimli kırıkları ve/veya stabil olmayan parçalı veya uzun oblik kırığı olan hastalarda dikkatlice yapılmalıdır. Bu olgulardaki esnek çivileme; adjuvan korse, alçı veya uzun süreli immobilizasyon ile desteklenmeli ya da alternatif bir fiksasyon cihazı (örneğin, rijit trokanterik giriş çivisi) uygulanmalıdır.

#### **2.11.6. Açık Kırıkta Esnek Çivileme**

Çocuk ve adölesanlarda açık femur cisim kırıklarını ele alırken, bir açık kırık oluşması için gerekli enerji miktarını dikkate almak önemlidir. Eksternal yaranın kapatılabildiği ve yeterli debridmanın yapılabildiği açık kırığı olan hastalarda esnek veya rijit çivi ile intramedüller çivilemenin hemen yapılması uygundur. Bu yaralanmalar daha uzun kaynama zamanı ve daha yüksek komplikasyon oranı ile ilişkili olduğundan geniş açık yaralanmaların intramedüller çivilemesine karar verilirken her olgu ayrı olarak düşünülmelidir (Flynn ve Schwend, 2004).

Çivilemenin hemen veya geç dönemde gerçekleştirilmesi kararı, büyük ölçüde yumuşak dokuların durumuna (yani kapatma olanaklı mı veya yumuşak doku kapatılması gerekli mi?), yaranın durumuna, eşlik eden damar yaralanması ve/veya kemik kaybı ve kırık paternine bağlıdır. Yumuşak doku kapatılması olanaklı değilse ve/veya yara çok kirli ise eksternal fiksasyon uygulanmalıdır. Yara kapatılabildiğinde, fiksasyon uygulanabilir. Kesin yumuşak doku kapatılması elde edilinceye kadar tekrarlayan irrigasyon ve debridman her 48-72 saatte bir uygulanmalıdır (Hosalkar ve ark., 2011).

## 2.11.7. Esnek Çivilemede Postoperatif Bakım

### 2.11.7.1. İmmobilizasyon ve Yük Verme

Çocuk femur cisim kırığının intramedüller fiksasyonunu takiben postoperatif immobilizasyon ve yük vermeye geçişle ilgili literatürde fikir birliği yoktur. Özellikle, bir yük-paylaştırıcı iç atel olarak hareket eden esnek çivilerin kullanımına ilişkin uzlaşma yoktur. Flynn ve arkadaşları (2001), diz "immobilizer"ı kullanımının radyografik olarak bir kallus görünene (yaklaşık postoperatif 4 ila 6 hafta) kadar ağrıyı yatıştırmaya yardımcı olduğunu, kuadriseps kasları zayıf olan bacaklarda destek sağladığını ve dizde yumuşak doku irritasyonunu azalttığını saptamıştır (Flynn ve ark., 2001). Şüpheli stabilite (yani, stabil olmayan kırık tipi, şüpheli fiksasyon kalitesi, belirsiz hasta uyumu) olan hastalarda, 1-2 ay boyunca kalça alçısı veya menteşeli diz-bilek-ayak ortezinin tedaviye eklenmesinin uygun olduğu bildirilmiştir. Luhmann ve arkadaşları (2003), parçalı kırığı olan, çivi ile yeterli kırık stabilizasyonuna olanak vermeyen dar kanal çapı ve belirgin yumuşak doku hasarı olan esnek intramedüller çivi ile tedavi edilen 39 hastalık bir olgu serisinde postoperatif immobilizasyonu kullanmıştır. Bu çalışmada, artan hasta boyutu postoperatif immobilizasyon için bir endikasyon olarak değerlendirilmemiştir. Hastalar, radyografik olarak bir kallus saptanana kadar (kırık sonrası 20 gün), bir ve yarım bacak alçısı veya menteşeli diz-bilek-ayak ortezi ile immobilize edilmiştir (Luhmann ve arkadaşları 2003). Kanal yeterli biçimde dolduğundan ve statik kilitli ve rijit bir implantın gücünü sağladığında rijit çivi sonrasında immobilizasyon daha nadir uygulanmaktadır (Keeler ve ark., 2009).

Fiksasyonda kullanılan çivi tipinden bağımsız olarak, ameliyat sonrası hemen yük verme ve yük vermenin progresyonu bireyselleştirilmelidir. Kallus oluşumu bir kez başladıktan ve ilerleyici iyileşmenin radyolojik ve klinik bulguları gözlendikten sonra, hastanın tam yük vermesine izin verilmektedir (Hosalkar ve ark., 2011).

### **2.11.7.2. Fizik Tedavi ve Sportif Aktivitelere Dönüş**

Çocuk femur cisim kırığı tedavisinde postoperatif fizik tedavi uygulamalarına ilişkin kanıt yoktur. AAOS klinik kılavuz çalışma grubu, postoperatif dönemde fonksiyonların düzelmesine yardımcı olacak fizik tedavi girişimleri ile ilgili önerilerde bulunmamıştır (Kocher ve ark., 2009).

Çocuklar ve gençlerin sportif aktiviteleri giderek artmaktadır ve bir hastanın atletik aktiveteye ne zaman döneceğini belirlemek önem taşımaktadır. Klinisyenler; ROM, güç ve propriyosepsiyon gelişimini hızlandırmak amacıyla fizik tedavi önerme eğiliminde olabilir. Genel olarak, spora dönüş kas gücü ve hareket optimizasyonu ile solid kemik iyileşmesini takiben, fiksasyondan yaklaşık 12-16 hafta sonra olmalıdır (Hosalkar ve ark., 2011).

### **2.11.8. İmplantın Çıkartılması**

Yumuşak doku irritasyonu veya ağrı, diz efüzyonu, veya diz ROM kısıtlılığına neden olan implantlar, kallus oluştuktan ve kırık hattı radyolojik olarak saptanamaz hale geldikten sonra çıkartılabilir (Flynn ve Schwend 2004). AAOS klinik kılavuz çalışma grubu, femur cisim kırığı tedavisi sonrası asemptomatik hastalarda implant çıkarılması ile ilişkili öneride bulunmamıştır (Kocher ve ark., 2009). Yumuşak doku irritasyonu dışında, pediatrik hastalarda çıkartılmayan implantlar ile ilişkili çeşitli komplikasyonlar bildirilmiştir. Ancak, implantın erken dönemde çıkartılması yeniden kırığa yol açabilir (Flynn ve ark., 2004). İmplantın çıkarılması, özellikle rijit çivilerin çıkarılması, geniş diseksiyon uyguladığında proksimal femurda osteonekroz riski ile ilişkilidir (Buford ve ark., 1998).

### **3. GEREÇ ve YÖNTEM**

#### **3.1. Etik Kurul Onayı**

Çalışma için Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu'ndan 01.11.2013 tarihinde 2013/507 sayı numarası ile yazılı onay alınmıştır; ve çalışma Helsinki Deklarasyonu'na ve İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu'na uygun şekilde yürütülmüştür.

#### **3.2. Çalışma Grubunun Seçimi**

Bu çalışmaya, Eylül 2009-Ocak 2013 tarihleri arasında TEÇ kullanılarak retrograd yaklaşımla intramedüller tespit uygulanan, 5-15 yaşları arasındaki 31 çocuk hasta (34 femur kırığı) geriye dönük dosyaları taranarak dahil edildi. Kırıkların 19'u femur orta diafiz, 13'ü proksimal diafiz, 2'si distal diafiz kırığı şeklinde idi. Kapalı redüksiyon elde edilemeyen 14 femura, kırık hattına lateral insizyonla ulaşıldıktan sonra açık redüksiyon uygulandı.

#### **3.3. Çalışmanın Akışı ve Değerlendirme Yöntemleri**

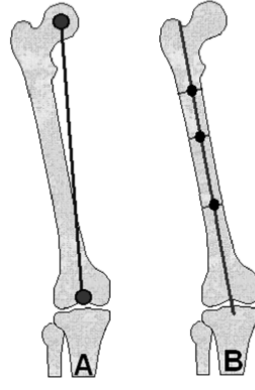
Çalışmamıza dahil edilen ve son kontrollerine gelen olguların; ameliyat olduğu zamandaki yaşları, cinsiyetleri, yaralanma tipi, kırık tipi, tarafı, cisimdeki yerleşimi (proksimal, orta, distal), kırığın açık olup olmadığı, eşlik eden travması, ameliyata kadar geçen süre, ameliyat süreleri, kanama miktarı, kullanılan çivi çapı, hastanede kalış süreleri, komplikasyonları, atel uygulanıp uygulanmadığı, atelde kalış süreleri, tam yüke izin verme süresi, radyolojik kaynama süreleri ve takip süreleri olgu formuna kaydedildi.

Olguların muayene sırasındaki her iki alt ekstremitede diz ve kalça eklem hareket açıklıkları (range of motion=ROM) ölçüldü. Ön-arka ve lateral direkt grafilere, bacak uzunluk grafisi ve bilgisayarlı tomografi (BT) incelemesi yapıldı. Her iki alt ekstremitenin ön-arka ve lateral direkt grafilere açılanma (varus/valgus ve/veya prokurvatum /rekurvatum deformitesi), kırık kaynama durumu (kaynama, kaynamama, yanlış kaynama) ve dereceleri değerlendirildi. Bacak uzunluk grafisinde alt ekstremitelerin uzunlukları ölçüldü. BT görüntülerinde, femur anteversiyon durumu sağlam tarafla karşılaştırıldı. Sonuçlar, Flynn kriterlerine göre, mükemmel, iyi ve kötü sonuç olarak derecelendirildi.

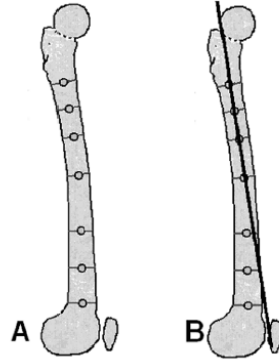
### **3.3.1. Angulasyon**

Radyografik olarak değerlendirmede; hastaların dosyalarındaki mevcut olan radyografileri ve son kontrolleri sırasında bilateral femur ön-arka radyografiler, her iki alt ekstremitede 15° iç rotasyonda supin pozisyonda ve kırık ekstremitede lateral grafisi alındı. Femur ön-arka radyografide; anatomik aks çizilerek valgus-varusa açılanması, lateral radyografide ise kırık hattında prokurvatum-rekurvatum açılanmaları çizimlerle belirlendi.

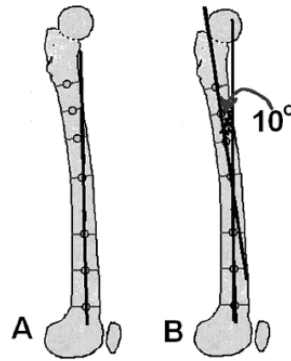
Femurun koronal planda anatomik ekseni, femurun diafizine 2 veya 3 yerden dikey olarak çizilen çizgilerin orta noktaları birleştirilerek çizilir (Şekil 3.1.). Sagittal planda femur anatomik eksenini çizmek için, femurun diafizine 2 veya 3 yerde dikey olarak çizgiler çizilir, bu çizgilerin her iki korteksi kestiği noktalar arasındaki mesafeler ölçülür. Bu çizgilerin orta noktaları bulunarak işaretlenir. Orta noktalar birleştirilerek femurun anatomik ekseni çizilir (Şekil 3.2.). Femur sagittal planda düz değil eğridir. Bu nedenle anatomik ekseni de eğridir. Bu eğrilik nedeniyle, femurun proksimal ve distal yarısının anatomik ekseni ayrı çizilir. İkisi arasında normalde 10 derece açı vardır. (Şekil 3.3.).



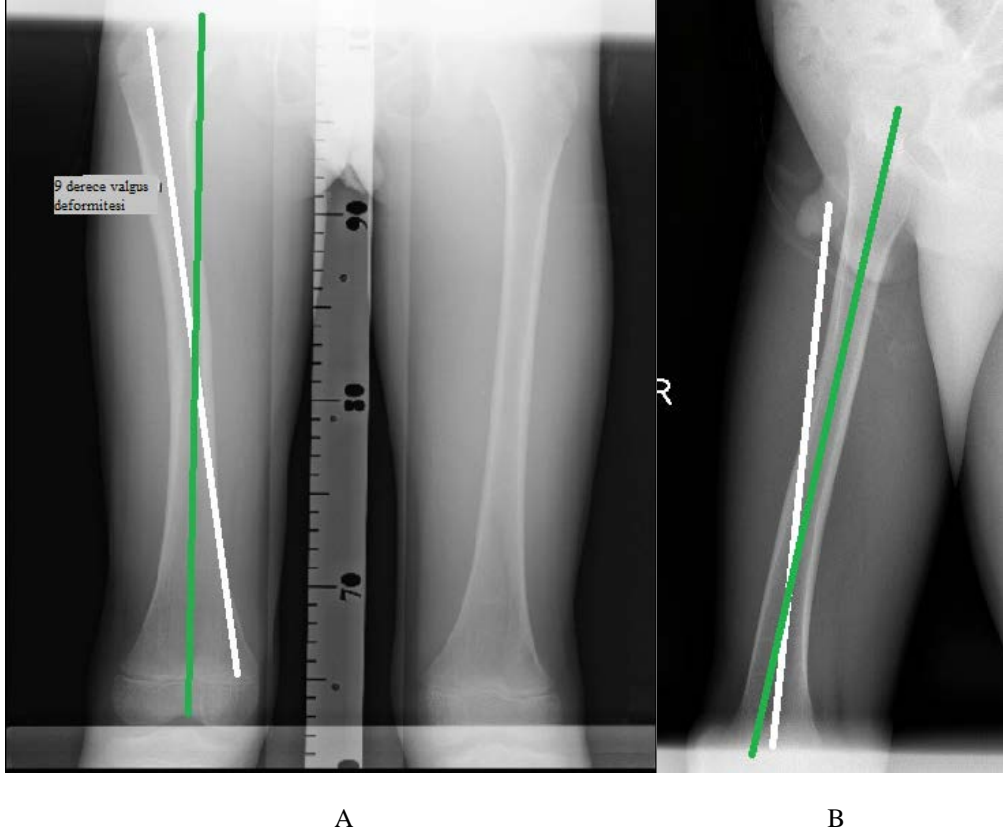
Şekil 3.1. Femur eksenleri; A) Mekanik eksen; B) Anatomik eksen



Şekil 3.2. Sagittal planda femur anatomik eksen çizimi A) Femurun orta hatlarının çizimi B) Proksimal bölüm anatomik eksen



Şekil 3.3. A) Distal bölüm anatomik eksen çizimi B) Proksimal ve distal bölüm arasında normalde 10 derece açı vardır

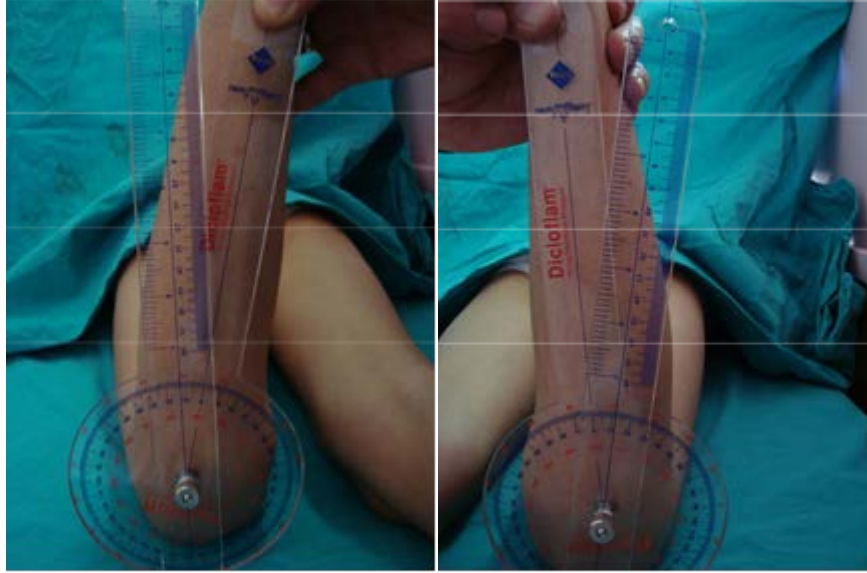


**Resim 3.1.** A) Koronal planda A-P grafide anatomik eksen çizilerek deformitenin belirlenmesi  
B) Sagittal planda lateral grafide anatomik eksenin çizilerek deformitenin belirlenmesi

### 3.3.2. Rotasyon

Femur diafiz kırıklarının tedavisinde istenmeyen sonuçlardan biri de rotasyonel deformitelerdir. Çoğunlukla retroversiyon eğilimi içinde olmaktadır. Rotasyonel deformiteler klinik muayeneler ile çoğunlukla anlaşılabilen fakat muayene ile rotasyon belirleyen tekniklerin subjektifikasyonu sebebi ile sadece varlığı veya yokluğuna karar verilebilmektedir (Resim 3.2.). Metaizeau ve arkadaşlarının (2004) çalışmalarında elastik intrameduller çivi yapılan hastalarda malrotasyonun %3-5 oranında görüldüğünü bildirmiştir. Rotasyonun belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin temel dayanak noktaları bilateral mukayese ile femoral anteversiyonun ölçülmesi ve buna yönelik muayenelerin yapılmasıdır. Klinik olarak ölçümde her iki ekstremitte karşılaştırılmalı olarak hasta prone

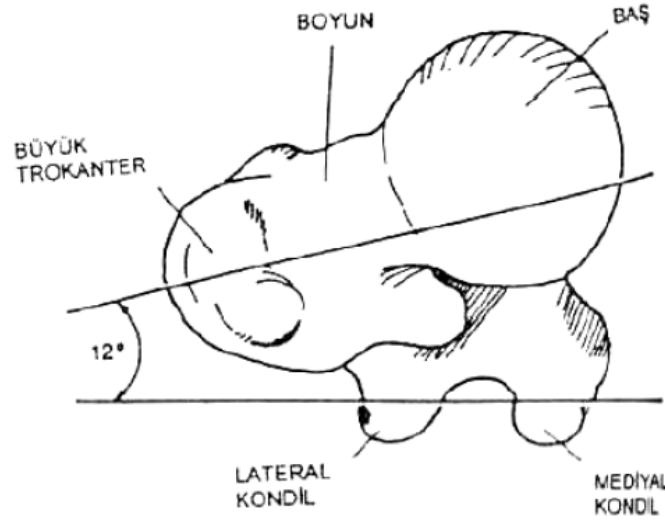
pozisyonda muayene masasına alınıp, diz ekleminde 90° fleksiyona getirilerek, trokanter major ekstremitenin iç-dış rotasyonunda en belirgin olduğu sırada tibia aksının femur aksı ile yaptığı açı goniometre ile ölçülerek anteversiyon açısı belirlenir.



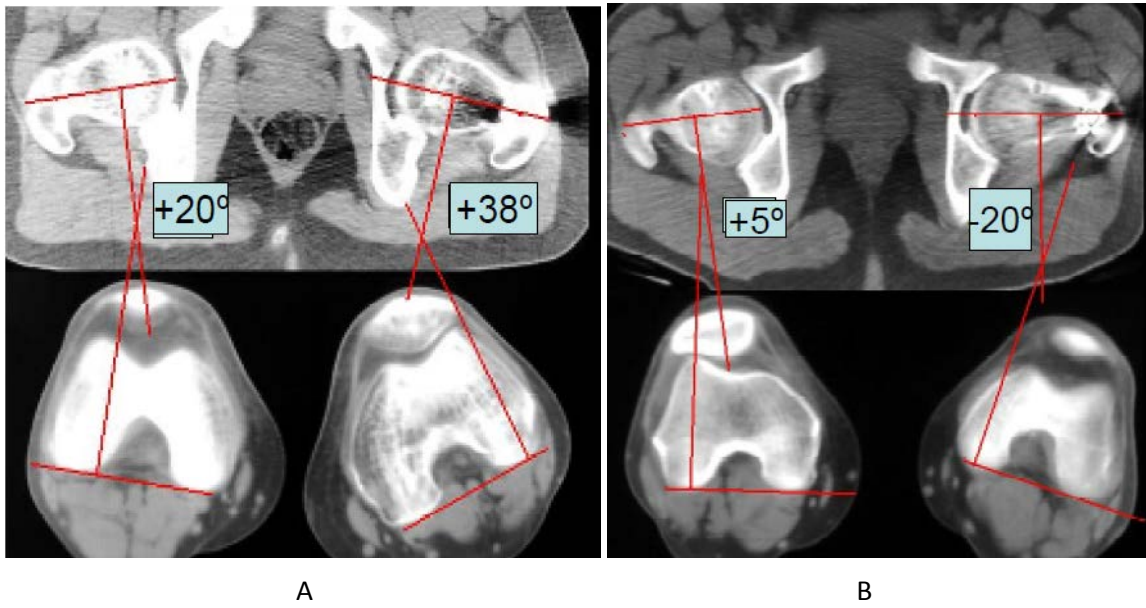
**Resim 3.2.** Femur iç-dış rotasyonunun klinik olarak ölçülmesi

Femoral anteversiyonun (Şekil 3.4.) ölçülmesinde gold standart halen bilgisayarlı tomografi ile yapılan eksen ölçümleridir. Son takipte femurun herhangi bir rotasyonel kötü kaynaması açısından Bilgisayarlı Tomografi (BT) taraması yapılmıştır. Bunun için hasta supin pozisyonunda yatırılmıştır ve bacakları BT çekilirken hareketi azaltmak için sabitlenmiştir. Metod Jeanmart ve arkadaşları (1983) tarafından tarif edilmiştir. (Resim 3.3.). BT ölçümleri bir radyolog tarafından ölçülmüştür. Hasarlanan ile hasarlanmayan taraflar arasındaki torsiyon farklılığı rotasyonel kötü birleşmeyi belirtir.





**Şekil 3.4.** Femoral anteversiyon, femur boynu eksenine femur transkondiler eksenine arasındaki açısal fark olarak tanımlanır



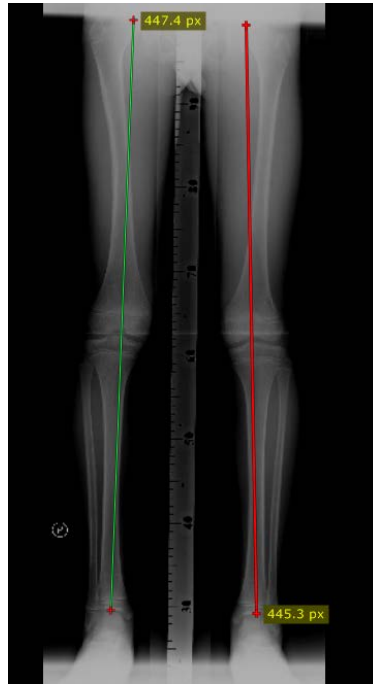
**Resim 3.3.** Bilgisayarlı tomografi ile femur anteversiyon ölçümü

Femoral malrotasyon Jeanmart ve arkadaşları (1983) tarafından tarif edilen metod ile belirlenmiştir ( Jaarsma ve ark., 2004; Jeanmart ve ark., 1983). Femoral kondilin arka kenarından çekilen çizgi ile femur boynuna çekilen paralel çizgi arasında kalan açı femoral

torsiyonu belirler. Kırık taraf ve etkilenmeyen taraf arasında herhangi bir açı farklılığı rotasyonel kötü kaynamayı belirtir. Kırılan kesimin açısında bir azalma distal parçanın dış rotasyonunda artması anlamına gelir. Bu açıda bir artma olması demek, distal femoral parçanın artmış iç rotasyonu manasına gelir. Resim 3.3. A, kırılan sol tarafta rotasyon açısında  $18^\circ$  ( $38^\circ$ ;  $20^\circ$ ) artış vardır. Bu  $18^\circ$  lik iç rotasyonel kötü kaynama demektir. Resim 3.3. B, kırılan sol tarafta, rotasyon açısında  $-25^\circ$  ( $-20^\circ$ ;  $+5^\circ$ ) azalma vardır. Bu  $25^\circ$  lik dış malrotasyon demektir.

### 3.3.3. Ekstremitte Uzunluk Eşitsizliği

Alt ekstremitte uzunlukları arasında eşitsizlik, femur cisim kırıklarında en sık görülen komplikasyondur. Bu durum özellikle uzama şeklinde görülür ve 2-10 yaşları arasında sıktır (Heinrich ve ark., 1994; Carey ve Galpin, 1996). Bacak uzunluk farkı bacak uzunluk grafisi ile sağlam ekstremitesi ile karşılaştırılarak ölçüldü. (Resim 3.4.)



**Resim 3.4.** Bacak uzunluk grafisi ile ekstremitte uzunluk farkı ölçümü

### 3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmadan elde edilen tüm veriler bilgisayarda Windows işletim sisteminde, “Statistical Package for the Social Science” (SPSS) 11.5 kullanılarak analiz edildi.

Tanımlayıcı istatistiksel analizler yapıldıktan sonra (frekans, yüzde dağılımı, medyan [minimum-maksimum]); sağlam tarafla tespit edilen tarafın anteversiyon karşılaştırılmasında Wilcoxon Signed Rank Testi kullanıldı.

$p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

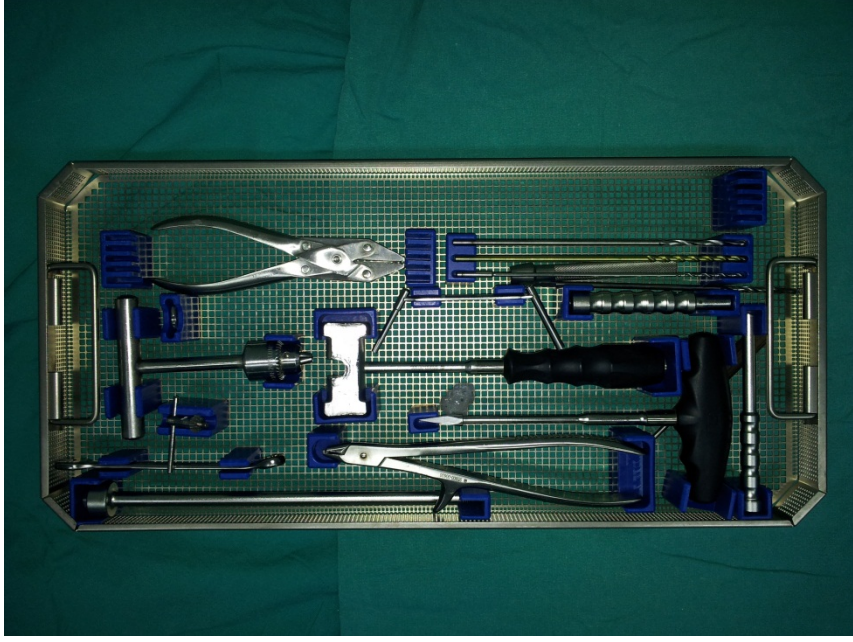
### 3.5. Cerrahi Yöntem

Hastanemizde, TEÇ ile intramedüller tespit girişimleri genel anestezi altında ve sırtüstü yatar pozisyonda ve floroskopik görüntüleme eşliğinde traksiyon masası kullanılmadan gerçekleştirilmektedir.

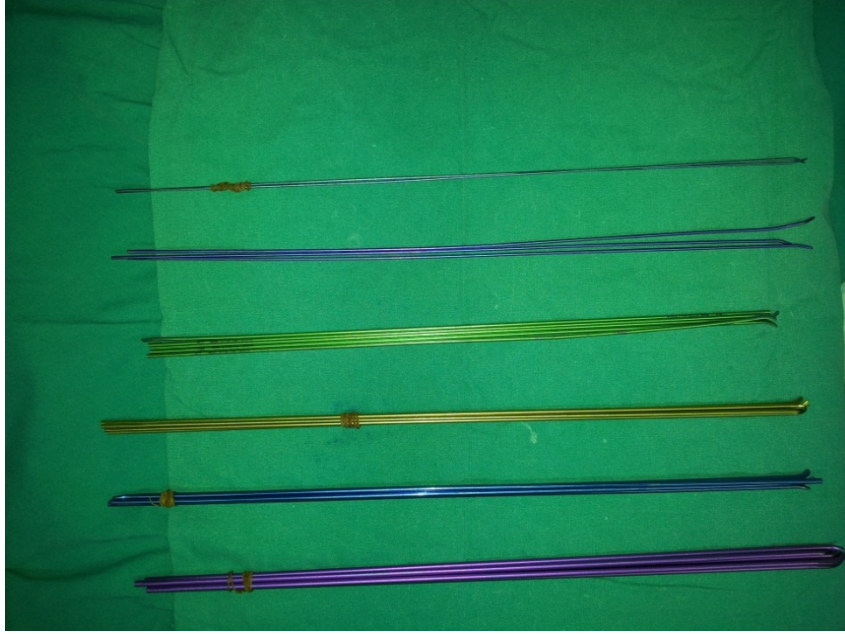
Tüm alt ekstremitte povidon iyodür ile temizlendikten sonra sadece çivilerin giriş yerleri değil kırık hattı da kapalı redüksiyonda zorlanılırsa açık redüksiyona geçme amacı ile cerrahiye hazır ve açık olarak bırakılmalıdır. (Resim 3.5.)



**Resim 3.5.** Operasyon öncesi hastanın pozisyonu, cerrahiye hazırlanması ve örtülmesi



**Resim 3.6.** Titanyum elastik çivi çakma seti

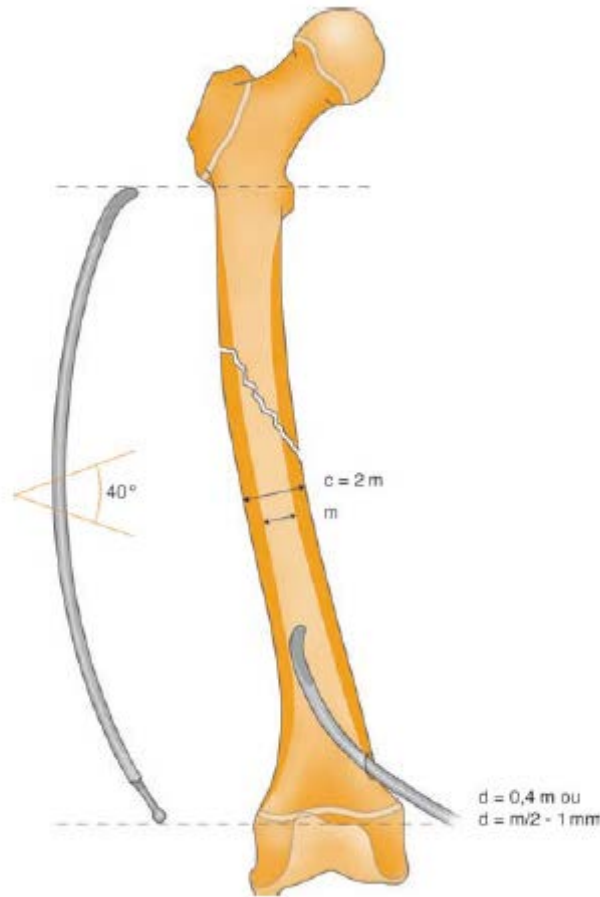


**Resim 3.7.** Çaplarına göre değişik renkteki titanyum elastik çiviler

### 3.5.1. Çivi Seçimi

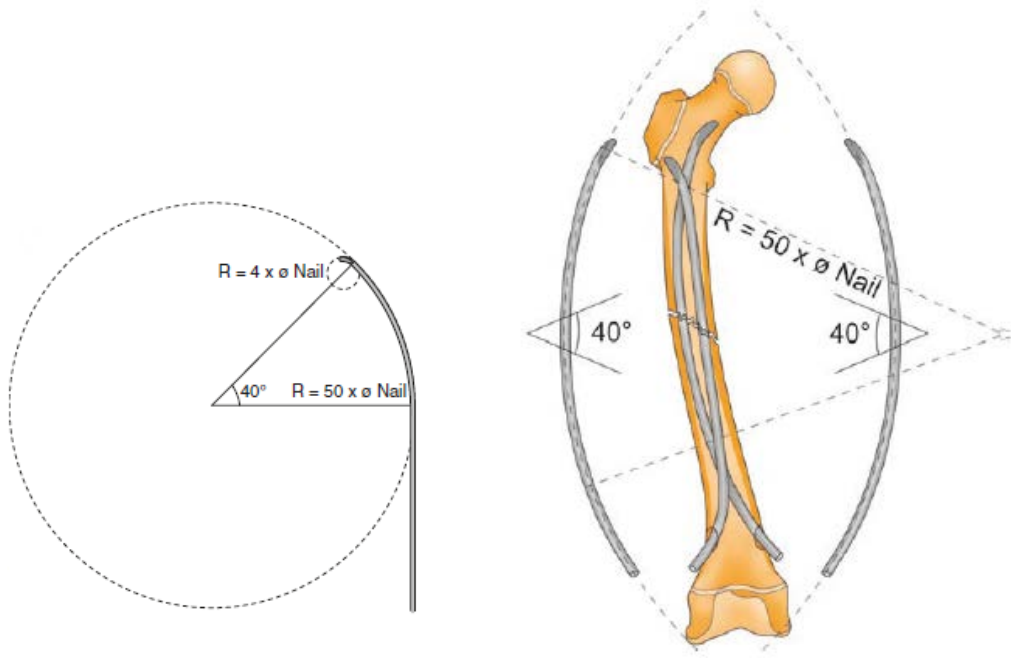
Cerrah meduller kaviteyi yeterince dolduracak fakat kolaylıkla hareket edecek ölçülerde bir çivi seçmelidir. Bunun için öncelikle meduller kaviteyi ölçmeli sonra formülize ederek çiviği seçmelidir. Çivi çapı =  $0,4 \times M$  (Medulla çapı) veya  $M/2 - 1\text{mm}$  'dir (Şekil 3.5.).

Ortalama olarak; 5-8 yaş arası 3mm, 8-10 yaş arası 3,5mm, 11 yaşından büyük çocuklarda ise 4mm-4,5mm çaplı çiviler kullanılabilir (Resim 3.7.). Çivilerin uzunlukları sabittir ve yöntemimizde arta kalan uzunluk kesilir ve bükülür.



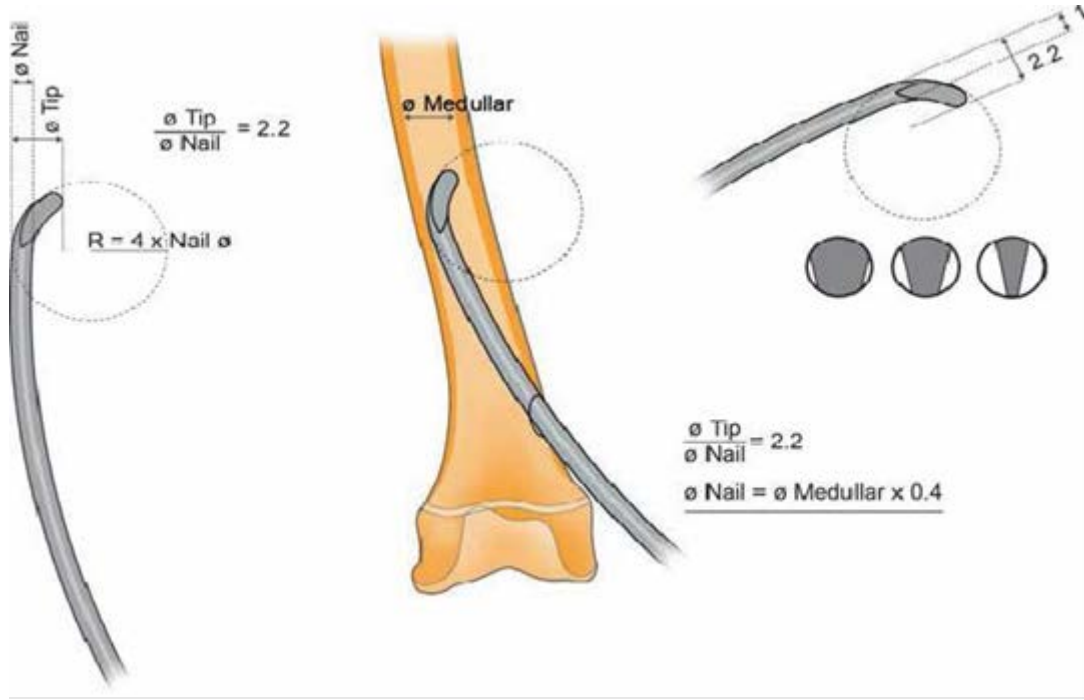
Şekil 3.5. çivi çapı;  $d = 0,4 \times M$  (meduller çap) veya  $d = m/2 - 1\text{mm}$ .

Çivinin eğimi: Çapı çivinin kendi çapının 50 katı olan bir çemberin 40 derecelik kurvatürünü oluşturacak şekilde eğilmelidir (Şekil 3.6.).

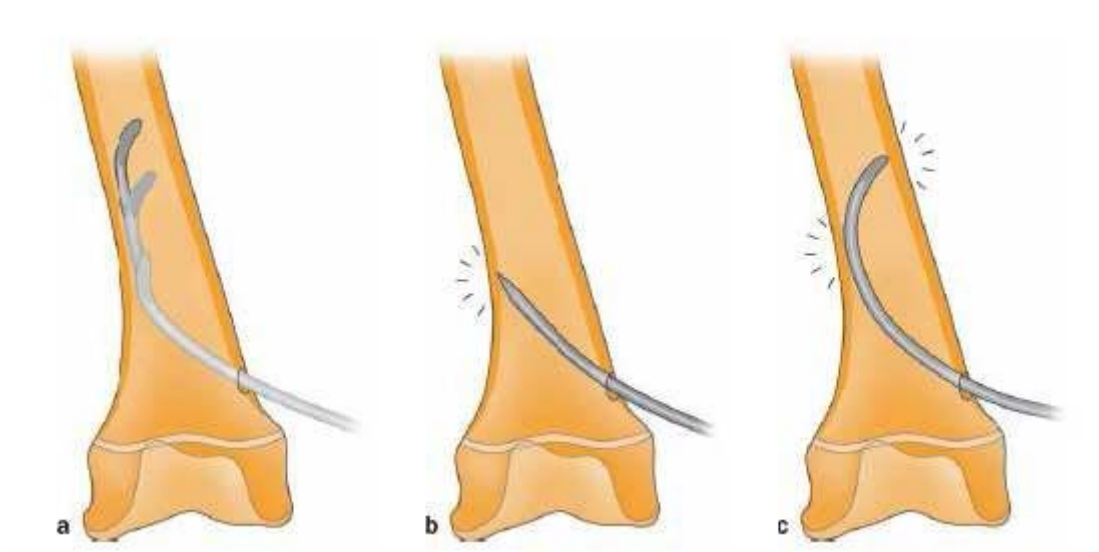


Şekil 3.6. Çivi ucu ve gövdesinin eğim hesabı

Çivi çapı ne olursa olsun çivinin uç kısmı mutlaka eğilmeli, keskin olmayan bir şekilde künleştirilmeli ve medulla içinde ilerlemesi kolaylaştırılmalıdır. Bu sayede kortikal kırıklar ve zor tespitler engellenmiş olacaktır (Şekil 3.8.). Çivi ucu eğiminin hesabı;  $R = 4 \times \text{Çivi çapı}$  olan bir dairenin 30-40 derecelik bir eğrisi gibi olmalıdır. Çivi ucu ortalama  $2,2 \times M$  (Medulla çapı) kadar olmalıdır (Şekil 3.7.).



**Şekil 3.7.** İdeal çivi ucu eğiminin çapı çivi çapının ortalama 2.2 katı olmalıdır. Yani medulla çapının %85-90' ı kadar olmalıdır



**Şekil 3.8.** Çivinin yerleştirilmesi. a; Uç kısmı eğilmiş ve gövdesine eğim verilmiş çivinin medullaya yerleştirilmesi. b; Uç kısmı düz ve keskin olan çivi karşı korteksi delebilir. c; Büyük açılı eğimler verilmiş çiviler karşı kortekse yaslanarak meduller kanal içerisinde bükülebilir ve kanal içinde hareketi kısıtlanabilir.



**Resim 3.8.** Çivi ucu ve gövdesine eğim verilmesi

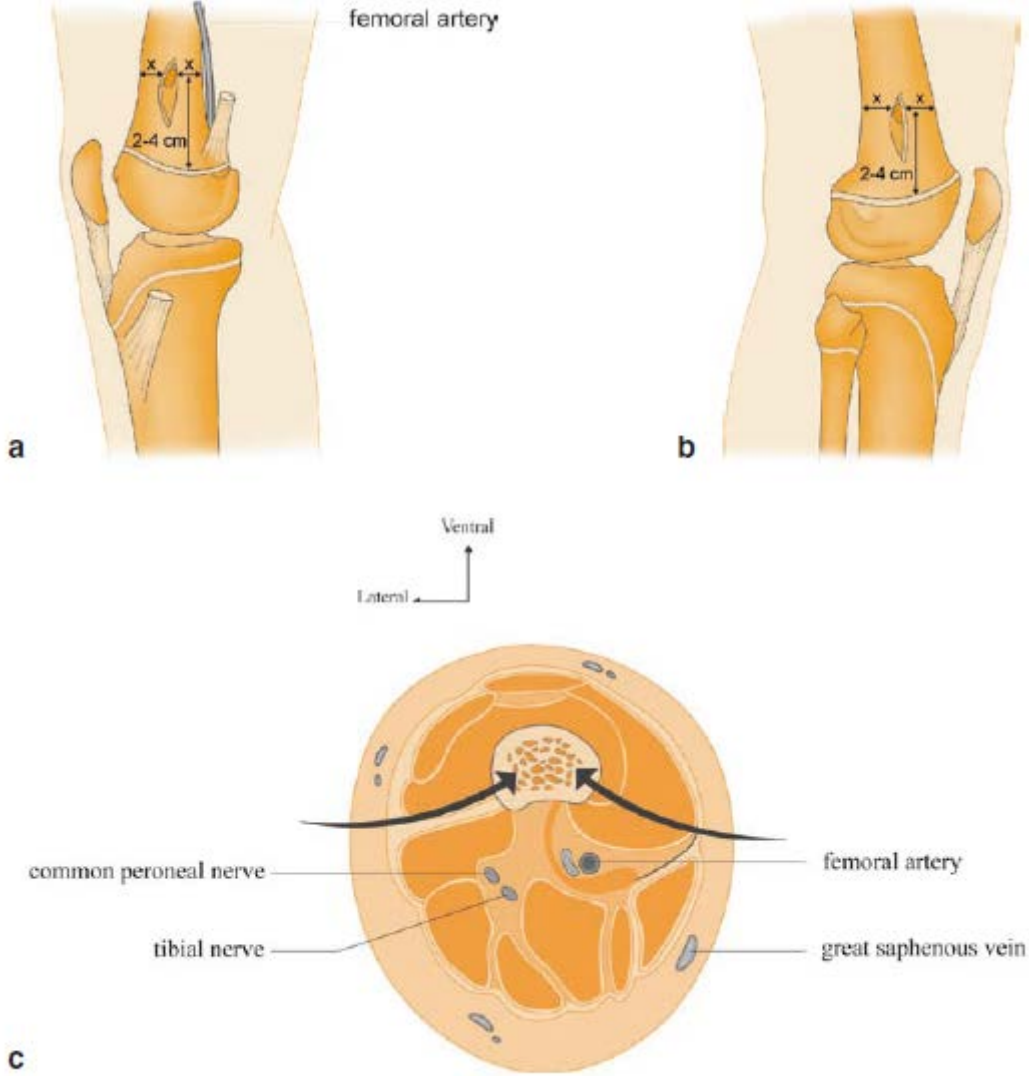
### **3.5.2. Cerrahi Anatomi**

Sert kortikal kemik distal femoral fizin hemen birkaç santimetre yakınından başlar. Bu sebepten lateralden ve medialden fiz hattının ortalama 2 cm proximalinden ortalama 2-3 cm'lik cilt insizyonları açılır (Şekil 3.9.). Bir makas ya da klemp ile künt olarak kemiğe ulaşılır. İnsizyonların büyük olmasının sebebi çivileri manipüle ederken cildin sıkışmasını engellemek ve oluşabilecek skarı azaltmaktır. Medial çivi lateral planda anteriordan ve posteriordan eşit uzaklıkta olmalı ve özellikle posteriordan uzak kalınmalıdır. Bu hem redüksiyonu zorlayacak (Femur cisminin antekurvatum eğimi unutulmamalıdır) hem de adduktor tüberkül'ün içindeki A.Femoralis'i zarara uğratacaktır. Bir drill yardımı ile açılan oblik delik sonrası avl yardımı ile giriş deliği büyütülür. Giriş deliğini büyütmekten korkulmamalıdır. Dar ve kemiğe dik bir giriş, redüksiyonu zorlayacak ve köşelerinde kırılmalara sebep olabilecektir (Şekil 3.10.). Lateral giriş noktası da yine anterior ve posteriora eşit mesafede olmalı posteriordaki fibular sinir unutulmamalıdır. Drill vasıtası ile oblik bir giriş oluşturulduktan sonra biz yardımı ile posterior korunarak delik büyütülür.

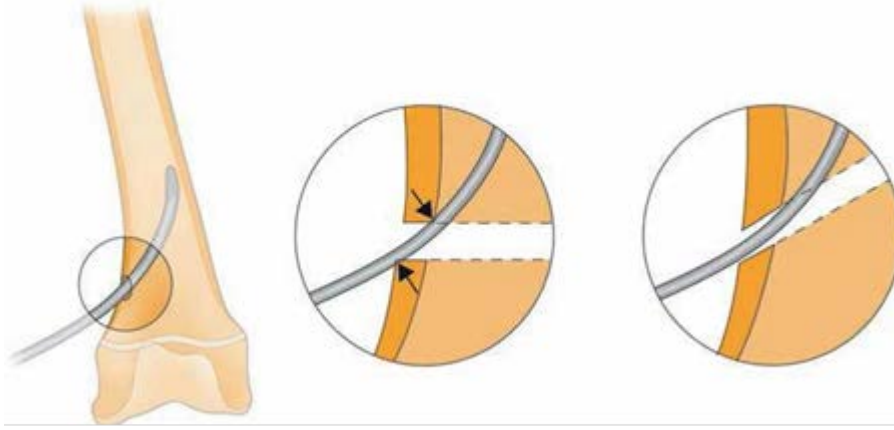
Çivi giriş deliğinde spongioz kemiğe takılma olasılığına karşı aksa paralel değil de dik olarak girilmeli ve sonra 180<sup>0</sup> çevrilerek aksa paralel bir hal almalıdır (Şekil 3.11.). Bu direkt çivi ucunun konveks yayının karşı kortekse oturarak kaymasını sağlar. Çevirirken



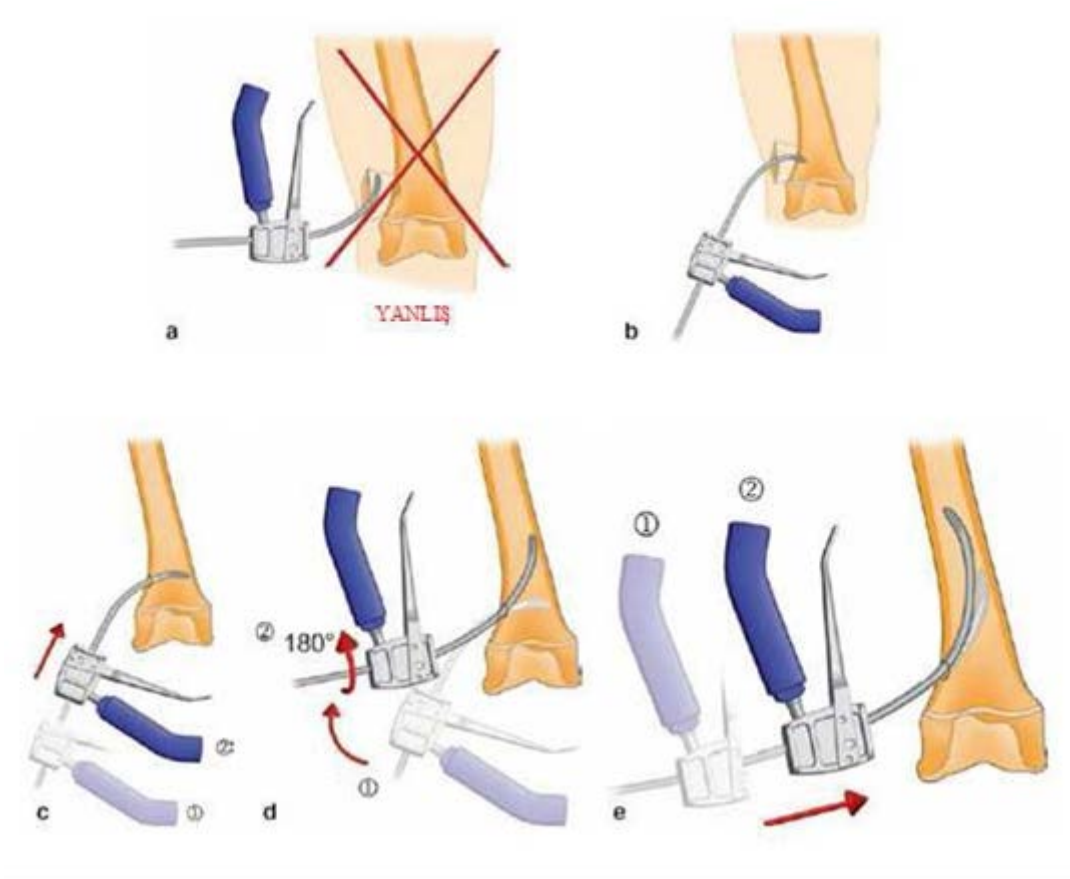
kullanılan tutucu çok sağlam ve kaymayı engelleyen cinsten olmalı ve arkasına istenilen miktarda kuvvet aktarılabilmesi için kayıcı bir çekiç eklenebilmelidir.



**Şekil 3.9.** A: Distal femurun medial yaklaşımı. Giriş deliği fiz hattından 20-40mm uzakta açılır. Femoral arter adduktör tuberkülün hemen arkasıdır. Anterior ve posteriora eşit mesafede olmalıdır. B: Lateral yaklaşım: Fiz'den 20-40mm proximalde yapılır. Çok posteriorda peroneal sinir vardır. C: Distal femurda vastus kaslarının arasından girilir



**Şekil 3.10.** Giriş deliği meduller kanala dik olmamalıdır bu redüksiyonu zorlar ve giriş deliğinde deformasyona sebebiyet verebilir. Delik çivi aksına paralel olmalıdır.



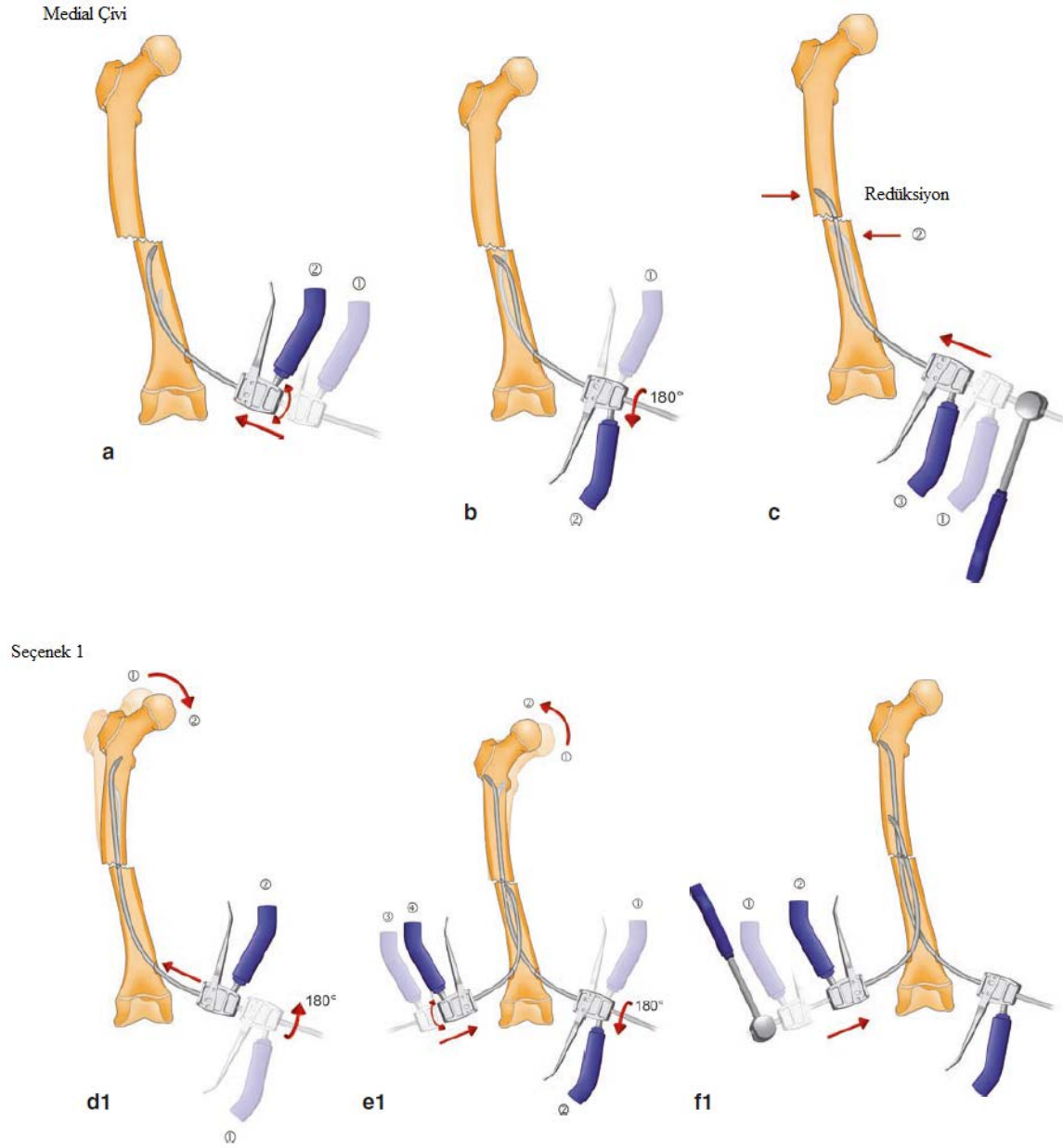
**Şekil 3.11.** Çivileme amacı ile medullaya giriş. Giriş deliğinin insizyon diafiz sonunda yer almaktadır. Çivinin uç eğimi kemiğe paralel olmamalıdır (a). b-c'deki gibi kemiğe dik şekilde girilmelidir. Dik şekilde girildikten sonra 180° döndürülür (d). Medüller kanala paralel hale gelen çivi kemik aksına dik şekilde ilerletilir (e)



**Resim 3.9.** Giriş yerinin skopi ile belirlenmesi

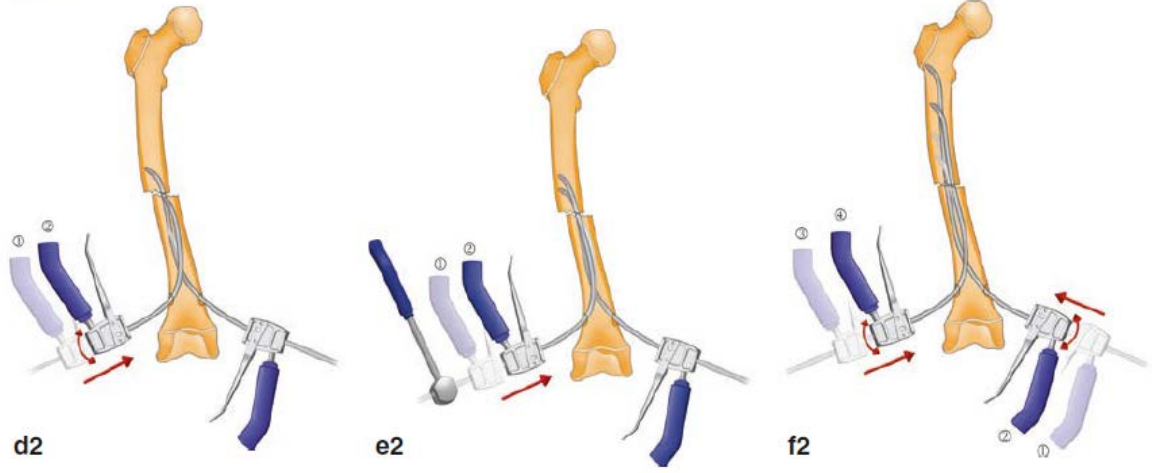
### 3.5.3. Kırık hattını geçiş

Çivi kırık hattına kadar çekiç veya el yardımı ile itilir. Kırık hattında çivi ucu kemik medullasını gösterecek şekilde çivi çevrilir (Şekil 3.12.). Kırık redüksiyonu ve çivinin kemiğin içinde olduğunu kontrol etmek için floroskopiden yardım alınmalıdır. Floroskopide görmeden çivi ilerletilmemelidir çünkü yumuşak dokuya istenmeyen zararlar verebilir. Kırık hattı geçildikten sonra 2. çivi önceden tarif edildiği gibi ilerletilir. İlk çivi kadar kolay ilerlemez ve çekiç gerektirebilir çünkü medullada alan kısıtlanmıştır ancak prosedür aynıdır. Çivilerin medulla içinde sarmal yapmasını ve özellikle çelik çivilerin kırılmasını engellemek için çiviler en fazla her iki eksende toplam 180 derece çevrilmelidir. Diyelim ki çivi orijinal halinden 90 derece çevrilmiş, cerrah çivinin orijinal pozisyonuna göre diğer yönde 150 dereceye gelmesini istiyor. Yapılacak olan hamle çiviye önce ilk haline çevirip sonra aksi yönde 150 derece çevirmek olacaktır. Çivi hiçbir yönde 180 dereceden fazla dönmemelidir.

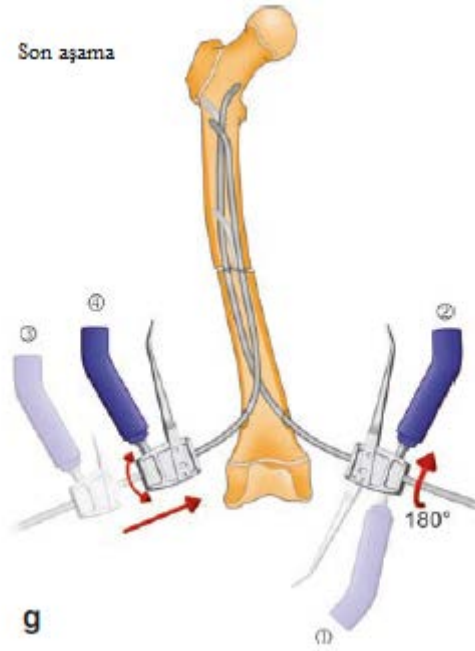


**Şekil 3.12.** İlk önce çivi önceden tarif edildiği gibi kırık bölgesine kadar ilerletilir (a). Çivi 180° döndürülür böylece çivi ucunun kortekse takılmadan ilerlemesi sağlanır (b). Kırık hattı redükte edilir ve çivi ilerletilir (c). Bu aşamada iki seçenek vardır. Seçenek 1: İlk çivi femur proximaline kadar ilerletilir. Fakat var olan konturu sebebi ile kırık hattında varus oluşturacaktır (d1). Bu sebepten çivi 180° çevrilir bu redüksiyonu ve varusu düzeltir. Lateral çivi normal olarak gönderilir (e1). Lateral çivi femur proximaline kadar ilerletilir (f1). Eğer stabiliteden şüpheleniliyorsa ise medial çivi 180° çevrilebilir (g).

Seçenek 2



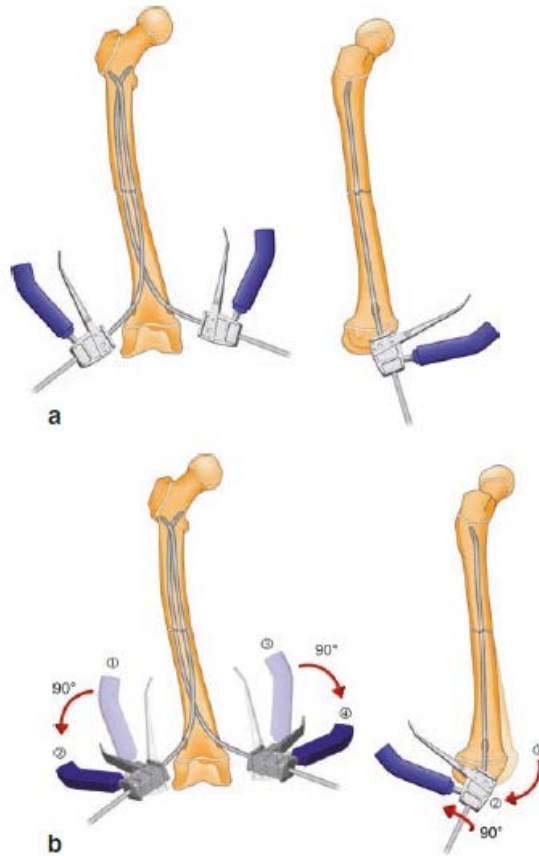
Son aşama



**şekil 3.12. (devamı):** İkinci seçenek: ilk çivinin sağladığı kısmi stabilizasyondan faydalanılarak 2. ivi kırık hattına kadar ilerletilir (d2). Kırık hattını geçen lateral çivi eki yardımı ile kısmi ilerletilir (e2). İlk ivi trokanter seviyesine kadar çakılır, ikinci çivi ise kısmi rotasyon hareketleri ile ilerletilir Eğer stabiliteden şüpheleniliyor ise medial çivi 180° çevrilebilir (g).

### 3.5.4. Son basamak

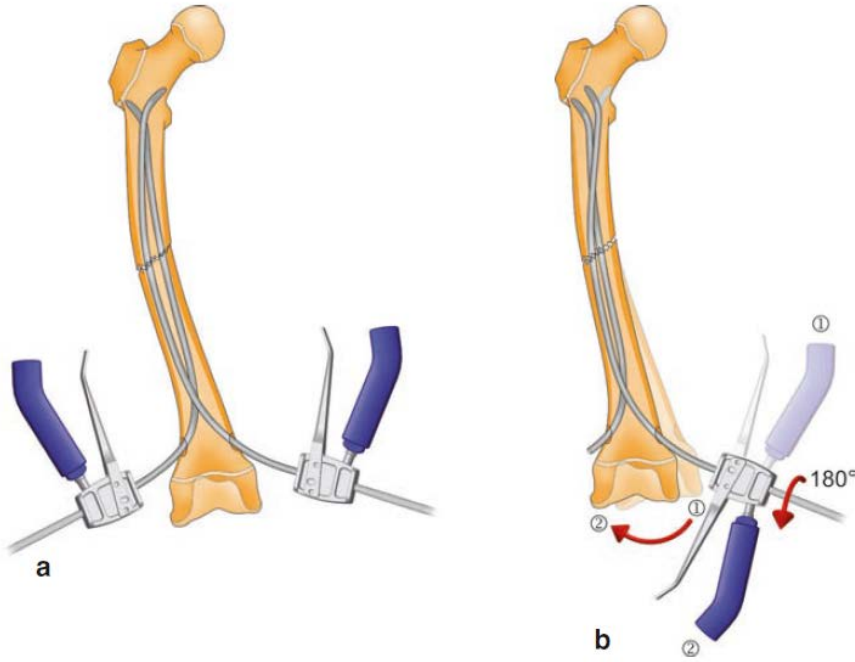
Çiviler el veya çekiç ile proksimalde istenildiği ya da gidebildiği yere kadar gönderilir. Burada çivilerden biri trokanterik bölgeye diğeri kolluma gidecek diye belli bir kaide yoktur (Bkz: Şekil 3.12.). Tek kriter stabilitenin sağlanmasıdır. Çiviler çoğunlukla açıklıkları birbirlerine bakan bir halde medulladadırlar ancak şart değildir. Bu aşamada çeşitli anormallikler düzeltilebilir. Hafif bir varus açılanması medial çivinin  $180^{\circ}$  çevrilmesi ile düzeltilebilir aynı şekilde valgus açılanması lateral çivinin  $180^{\circ}$  kadar çevrilerek düzeltilebilir. Rekurvatum ve antekuratum deformiteleri de çivilerin çevrilmesi ile düzeltilebilir. (Şekil 3.13.- 3.14.- 3.15.).



**Şekil 3.13.** Eğer lateral planda hafif bir rekurvatum deformitesi mevcut ise (a), bunu lateral ve medial çivilerin aksi yönlerde  $90^{\circ}$  lik rotasyonları ile çözmek mümkündür (b). 1/4'lük tur AP dizlimi bozmayacaktır.



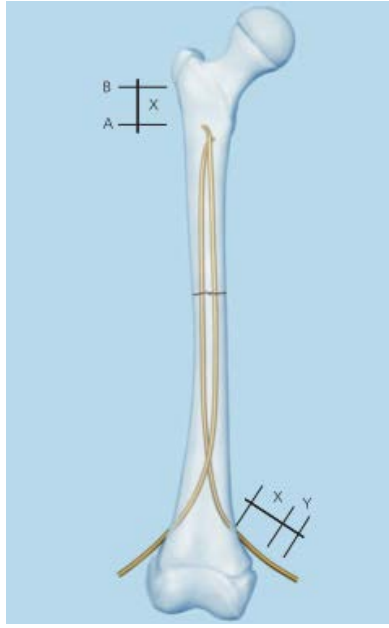
**Şekil 3.14.** Asimetrik yönelim gösteren çivilerin sebep olduğu tekrarlayıcı valgus deformitesinde medialden gönderilen 2. çivi aksı düzeltecektir (1: valgustaki hali 2: varusa gelmiş hali)



**Şekil 3.15.** Eğer hafif bir varus açılanması mevcut ise (a), medial çivi 180° çevrilerek bu düzeltilebilir (b)

### 3.5.5. Yara kapama

Standart çivilerin kullanıldığı operasyonlarda çivinin arta kalan kısmı ya çok kısa ya da çok uzun olabilmektedir. Çivinin kemik dışında kalan bölümü vastuslarda iritasyona ve ağrıya sebep olabilmektedir. Kısa çiviler ise metal göçü ile yer değiştirebilmekte ya da kemiğin içinde kaybolmaktadır. Bu nedenle çivi sonlandırılmadan önce kemik ve cilt altı arasındaki mesafe kadar bir mesafe bırakılmalı buna 10 mm kadar daha uzunluk eklenerek çiviler kesilmeli ve daha sonra sonlandırıcı ile çakılmalıdır (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Çivi sonlandırılmadan önce bırakılacak mesafe  $y=10$  mm

### 3.5.6. Postoperatif Bakım

Postoperatif birinci gün kuadriseps egzersizleri başlanılmalı ve kalça, diz, ayak bileğine pasif olarak hareket verilmelidir. Stabilitesinden kuşku duyulmayan vakalarda atellemeye veya herhangi ek tespite gerek yoktur. Ancak aksiyel veya rotasyonel stabilitesi



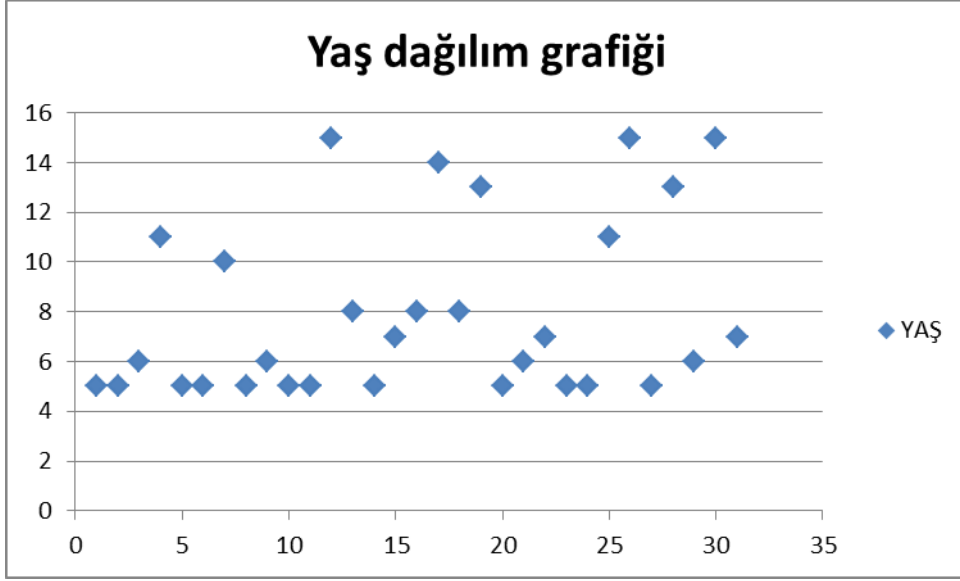
sınırlı olan sınırdaki vakalarda biz atel ile 4 hafta immobilizasyon uyguluyoruz. Tek taraflı pelvik destekli alçı ile yük vererek mobilizasyonu savunan otörlerde mevcuttur. Burada cerrahın deneyimleri ile birlikte hastanın yaşı ve sosyo- kültür düzeyi önem kazanmaktadır. Hasta 'basmadan yürüme' terimini anlayamayacak kadar küçük ya da eğitimsiz ise ve ailesi yardımcı olamıyor ise erken mobilizasyondan oluşabilecek kırıklar sebebi ile kaçınılmalıdır. Yara yerindeki yapışıklıkları engellemek ve oluşan skarı azaltmak amacı ile yara iyileştikten sonra skar bölgesi keratolitik kremler kullanılabilir.

## 4. BULGULAR

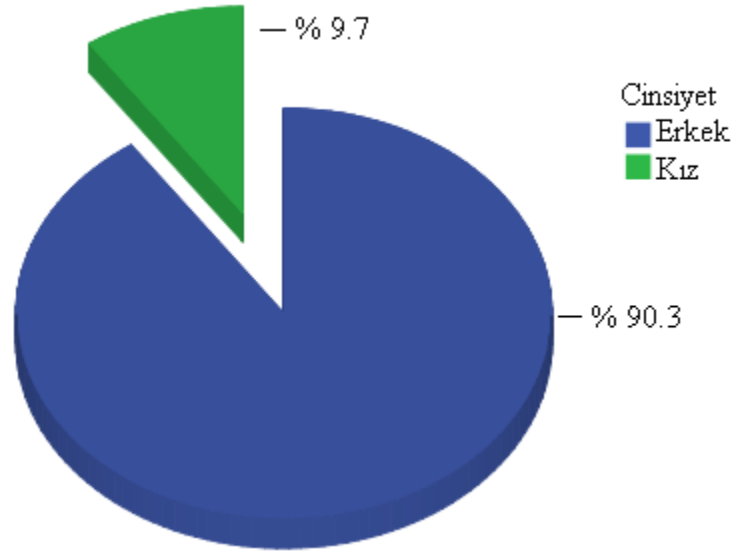
Çalışmaya alınan olguların yaş ortalaması ( $\pm$ SS)  $7.94\pm 3.57$  yıl olarak saptandı. Olguların 22'si 5-8 yaş aralığında (% 71), 3'ü 9-11 yaş aralığında (% 9.7), 6'sı 12-15 yaş aralığında (%19.3) idi. (**Şekil 4.1**) Olgulardan 28'i (% 90.3) erkek, 3'ü (% 9.7) kızdı (**Şekil 4.2**). Sağ femur kırığı olan 12 (% 38.7) olgu, sol femuru kırığı olan 16 (% 51.6) olgu ve bilateral femur kırığı olan 3 (% 9.7) olgu vardı (**Tablo 4.1** ve **Şekil 4.3**).

**Tablo 4.1.** Olguların yaş ortalaması; cinsiyet ve kırık taraf dağılımları.

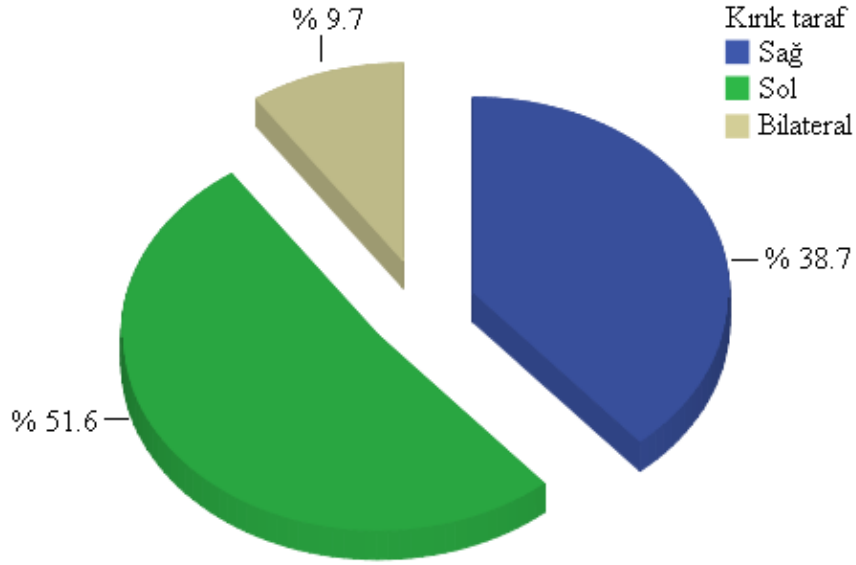
n=31		Ort $\pm$ SS	
<b>Yaş (yıl)</b>		7.94 $\pm$ 3.57	
		n	Sütun % n
<b>Cinsiyet</b>	Erkek	28	90.3
	Kız	3	9.7
<b>Kırık taraf</b>	Sağ	12	38.7
	Sol	16	51.6
	Bilateral	3	9.7



Şekil 4.1. Olguların yaş dağılım grafiği



Şekil 4.2. Olguların cinsiyet dağılımlarına ait pasta grafiği.



Şekil 4.3. Olguların kırık taraf dağılımlarına ait pasta grafiği

Olguların kırık etyolojisine göre dağılımı; 18'i (% 58.1) ADTK, 4'ü (% 12.9) AİTK, 3'ü (% 9.7) basit düşme, 2'si (% 6.5) yüksekten düşme, 2'si (% 6.5) motosiklet kazası, 1'i (% 3.2) bisikletten düşme ve 1'i (% 3.2) ezilme yaralanması idi. (**Tablo 4.2**).

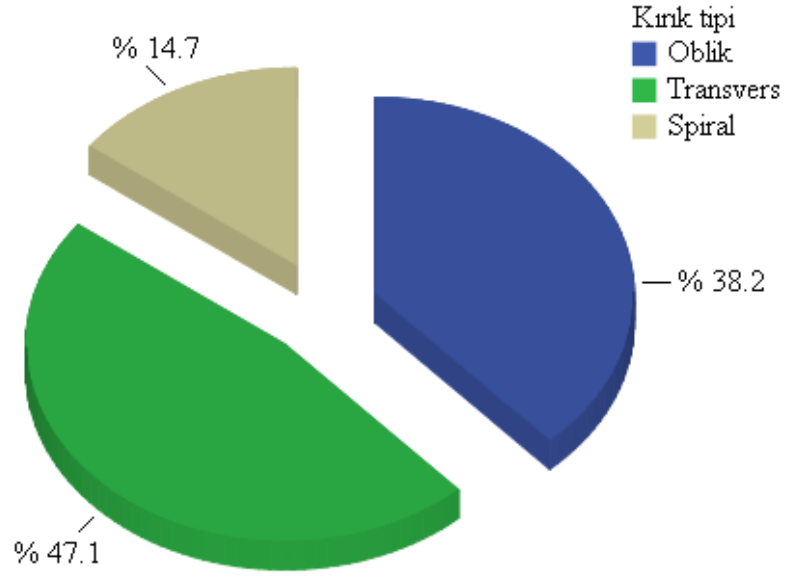
Tablo 4.2. Olguların kırık etyolojisine göre dağılımı.

n=31		n	Sütun % n
<b>Yaralanma mekanizması</b>	ADTK	18	58.1
	AİTK	4	12.9
	Basit düşme	3	9.7
	Yüksekten düşme	2	6.5
	Motosiklet kazası	2	6.5
	Bisikletten düşme	1	3.2
	Ezilme	1	3.2

Kırıkların 16'sı (% 47.1) transvers, 13'ü (% 38.2) oblik, ve 5'i (% 14.7) spiraldi (Tablo 4.3 ve Şekil 4.4).

**Tablo 4.3.** Kırık tipi dağılımları (34 femur).

n=34		n	Sütun % n
<b>Kırık tipi</b>	Transvers	16	47.1
	Oblik	13	38.2
	Spiral	5	14.7

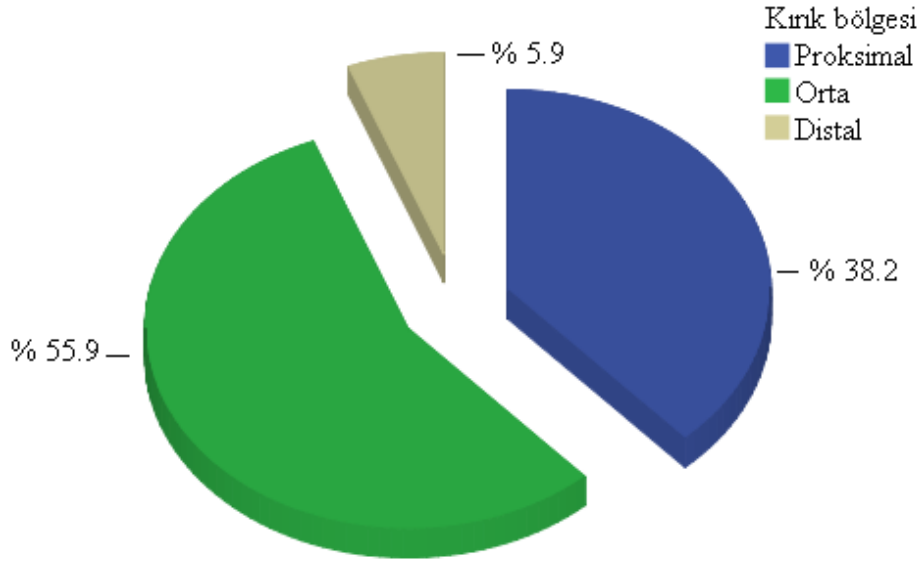


**Şekil 4.4.** Kırık tipi dağılımlarına ait pasta grafiği.

Kırıkların 19'u (% 55.9) orta 1/3 femur cisminde, 13'ü (% 38.2) proksimal 1/3 femur cisminde ve ikisi (% 5.9) distal 1/3 femur cisminde idi (**Tablo 4.4** ve **Şekil 4.5**).

**Tablo 4.4.** Kırıkların femurdaki lokalizasyonları.

n=34		n	Sütun % n
Kırık bölgesi	Orta	19	55.9
	Proksimal	13	38.2
	Distal	2	5.9



**Şekil 4.5.** Kırıkların femurdaki lokalizasyonlara ait pasta grafiği.

Gustilo Anderson açık kırık sınıflamasına göre bir kırık (% 2.9) tip I, 33 kırık (% 97.1) bu sınıflamaya girmiyordu (**Tablo 4.5**).

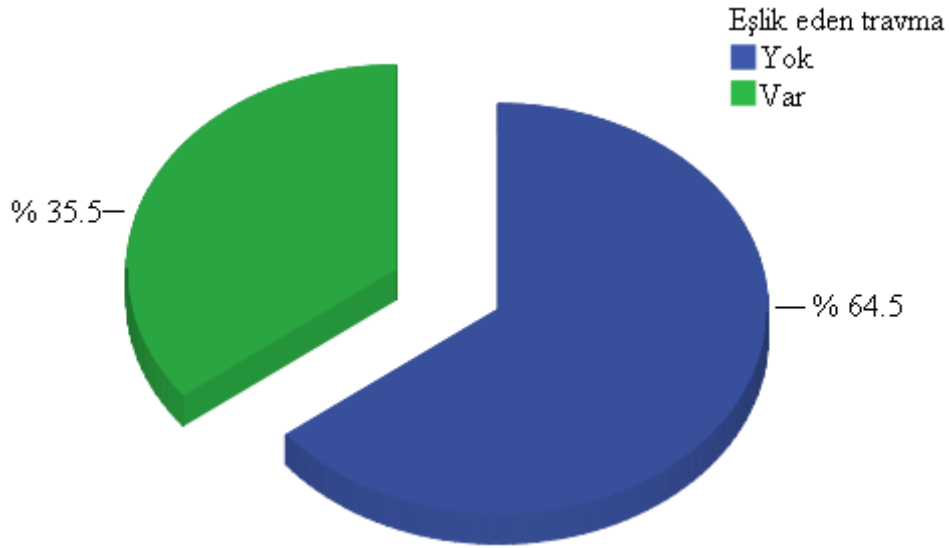
**Tablo 4.5.** Gustilo Anderson sınıflamasına göre kırık tipleri.

n=34		n	Sütun % n
<b>Gustilo Anderson Sınıflaması</b>	Yok	33	97.1
	Tip I	1	2.9

Olgulardan 20'sinde (% 64.5) eşlik eden travması vardı. Olguların eşlik eden travma dağılımları şöyleydi: birinde (% 3.2) ipsilateral tibia açık kırığı (aynı taraf tibiada tip III açık kırık mevcut olup eksternal fiksatorle tespit edildi), ikisinde (% 6.4) ipsilateral klavikula kırığı, birinde (% 3.2) ipsilateral ön kol çift kırığı, ikisinde (% 6.5) ipsilateral humerus proksimal kırığı, birinde (% 3.2) kafa+batın travması (12 gün önce ADTK sonucu sol oksipital çökme kırığı+batın eksplorasyonu), birinde (% 3.2) kontrateral FSK kırık (sol femur suprakondiler kırık kapalı redüksiyon ve Steinman çivisi ile çapraz tespit yapıldı), birinde (% 3.2) ipsilateral tibia plato kırığı, birinde (% 3.2) ipsilateral tibia distal kırığı ve birinde (% 3.2) kontrateral tibia cisim kırığı vardı (**Tablo 4.6 ve Şekil 4.6**).

**Tablo 4.6.** Olguların eşlik eden travmaları.

n=31		n	Sütun % n
<b>Eşlik eden travma</b>	Yok	20	64.5
	Var	11	35.5
<b>Eşlik eden travma</b>	Yok	20	64.5
	İpsilateral klavikula kırığı	2	6.4
	İpsilateral humerus proksimal kırığı	2	6.4
	İpsilateral ön kol çift kırığı	1	3.2
	İpsilateral tibia açık kırığı	1	3.2
	Kafa+batın travması	1	3.2
	Kontrlateralel FSK kırık	1	3.2
	İpsilateral tibia plato kırığı	1	3.2
	İpsilateral tibia distal kırığı	1	3.2
	Kontrlateralel tibia cisim kırığı	1	3.2



**Şekil 4.6.** Olguların eşlik eden travma varlığı dağılımlarına ait pasta grafiği.



Olguların ameliyata kadar geçen süre, ameliyat süresi ve kanama miktarlarına ait değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

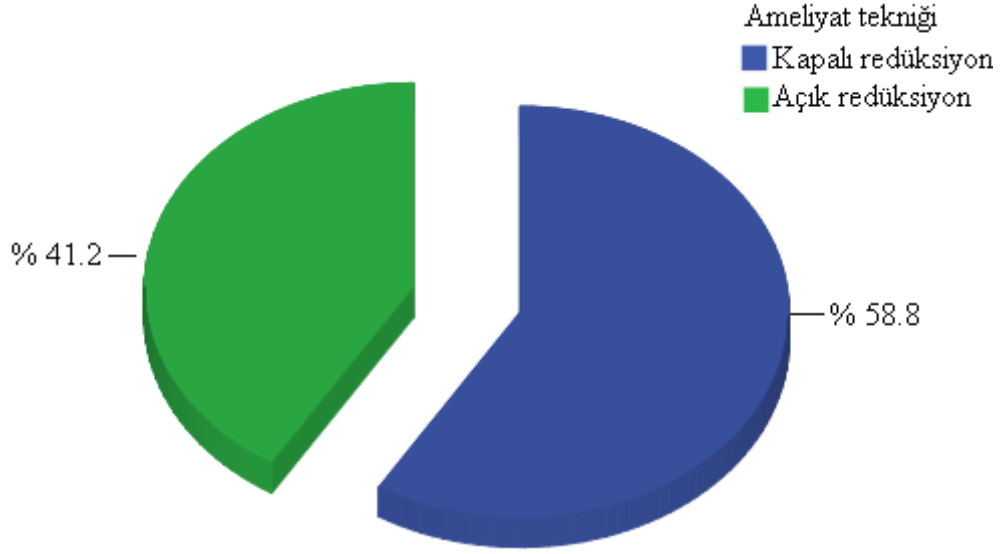
**Tablo 4.7.** Olguların ameliyata kadar geçen süre, ameliyat süresi ve kanama miktarlarına ait değerleri.

n=31	Ort	SS	Med	Min	Maks
<b>Ameliyata kadar geçen süre (sa)</b>	20.97	49.72	12.00	6.00	288.00
<b>Ameliyat süresi (dk)</b>	70.81	26.40	60.00	50.00	150.00
<b>Kanama miktarı (ml)</b>	116.13	73.23	100.00	50.00	350.00

Yirmi femura (% 58.8) kapalı ve 14 (% 41.2) femura açık redüksiyon uygulandı (**Tablo 4.8** ve **Şekil 4.7**).

**Tablo 4.8.** Uygulanan ameliyat tekniğinin kırıklardaki dağılımları.

n=34		n	Sütun % n
<b>Ameliyat tekniği</b>	Kapalı redüksiyon	20	58.8
	Açık redüksiyon	14	41.2



**Şekil 4.7.** Uygulanan ameliyat tekniğinin kırıklardaki dağılımlarına ait pasta grafiği.

Femur kırıklarında kullanılan çivi çapı toplamı ve medulla çapı değerleri Tablo 4.9’ da sunulmuştur.

**Tablo 4.9.** Femur kırıklarında kullanılan çivi çapı toplamı ve medulla çapı değerleri.

n=34	Ort	SS	Med	Min	Maks
<b>Çivi çapı toplamı (mm)</b>	3.51	0.53	3.50	2.50	4.50
<b>Medulla çapı (mm)</b>	10.25	1.56	10.00	8.00	14.00

Olguların hastanede kalış süresi ve çivi çıkarılma sürelerine ait değerler Tablo 4.10’ da verilmiştir.

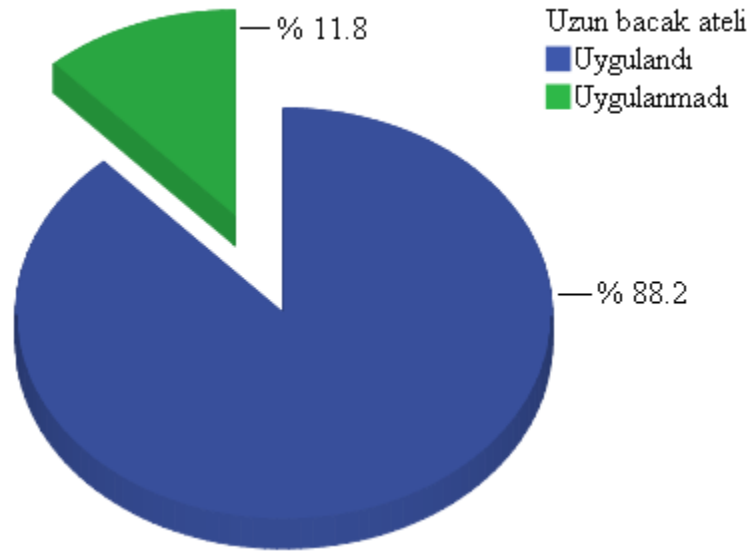
**Tablo 4.10.** Olguların hastanede kalış süresi ve çivi çıkarılma sürelerine ait değerleri.

n=31	Ort	SS	Med	Min	Maks
<b>Hastanede kalış süresi (gün)</b>	3.77	2.09	4.00	1.00	10.00
<b>Çivi çıkarılma süresi (gün)</b>	270.32	69.11	250.00	202.00	560.00

Uzun bacak ateli uygulanan 30 (% 88.2) kırık, uygulanmayan 4 (% 11.8) kırık vardı (Tablo 4.11 ve Şekil 4.8).

**Tablo 4.11.** Kırıklarda uzun bacak ateli uygulanma dağılımı.

n=34		n	Sütun % n
Uzun bacak ateli	Uygulandı	30	88.2
	Uygulanmadı	4	11.8



**Şekil 4.8.** Kırıkların uzun bacak ateli uygulanma durumlarına ait pasta grafiği.

Kırıkların atelde kalış, tam yük izin verme ve radyolojik kaynama sürelerine ait değerler Tablo 4.12’de verilmiştir.

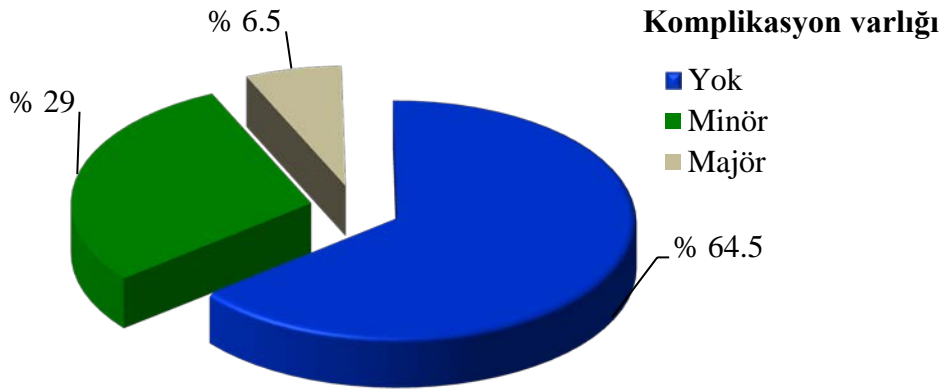
**Tablo 4.12.** Kırıkların atelde kalış, tam yük izin verme ve radyolojik kaynama sürelerine ait değerler.

n=34	Ort	SS	Med	Min	Maks
Atelde kalış süresi (hafta)	2.91	1.85	2.50	0	6.00
Tam yük izin verme süresi (hafta)	5.21	1.45	5.00	4.00	9.00
Radyolojik kaynama süresi (hafta)	4.94	1.12	5.00	4.00	9.00

Olguların 20'sinde (% 64.5) komplikasyon gelişmedi. Minör komplikasyon (**Bkz. Tablo 4.20**) gelişen 9 (% 29) olgu (2 olguda çivinin cilt altı irritasyonu, 1 olguda çivi cilt altı irritasyonu ile beraber 20 mm altında ekstremitte uzunluk farkı, 1 olguda redüksiyon için yapılan insizyon yerinde yüzeysel enfeksiyon, 3 olguda 20 mm altında ekstremitte uzunluk farkı, 1 olguda 5 derece üzerinde dizilim bozukluğu, 1 olguda 5 derece üzerinde dizilim bozukluğu ile beraber 20 mm altında ekstremitte uzunluk farkı), majör komplikasyon (**Bkz. Tablo 4.20**) gelişen 2 (% 6.5) olgu (1 olguda 10 derece dizilim bozukluğu ile beraber merdiven çıkarken dizinde ağrı olması, 1 olgu bilateral femur kırığı olan hastanın 20 mm üzerinde ekstremitte uzunluk farkı, 10 derece üzerinde dizilim bozukluğu, çivi cilt altı irritasyonu nedeni ile yeniden cerrahi revizyon yapılması ve her iki dizinde ağrı olması) vardı (**Tablo 4.13 ve Şekil 4.9**).

**Tablo 4.13.** Olguların majör ve minör komplikasyon dağılımları.

n=31		n	Sütun % n
<b>Komplikasyon varlığı</b>	Yok	20	64.5
	Minör	9	29
	Majör	2	6.5



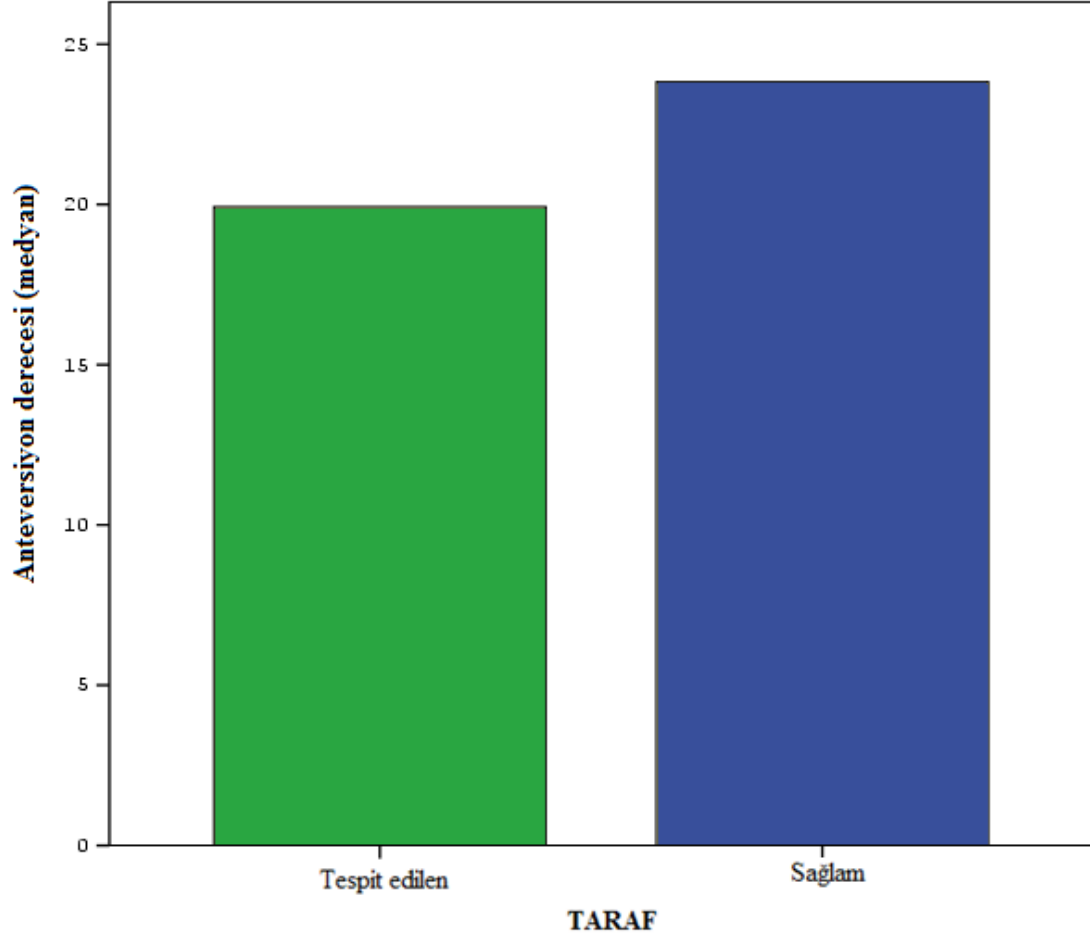
**Şekil 4.9.** Olguların komplikasyon varlığı dağılımlarına ait pasta grafiği.

Femurlardan birinde (% 2.9) varus deformitesi vardı ve 33'ünde (% 97.1) varus (koronal plan) saptanmadı. Femurlardan birinde (% 2.9) valgus deformitesi vardı ve 33'ünde (% 97.1) valgus (koronal plan) saptanmadı. Bilateral femur kırığı olan hastanın sağ femurda 15 derece varus, solda 5 derece valgus saptandı. Sagittal planda prokuvartum saptanan üç (% 8.8) femur, rekuvertum saptanan üç (% 8.8) femur vardı (**Tablo 4.14**).

**Tablo 4.14.** Koronal ve sagittal femur deformitelerinin sıklıkları.

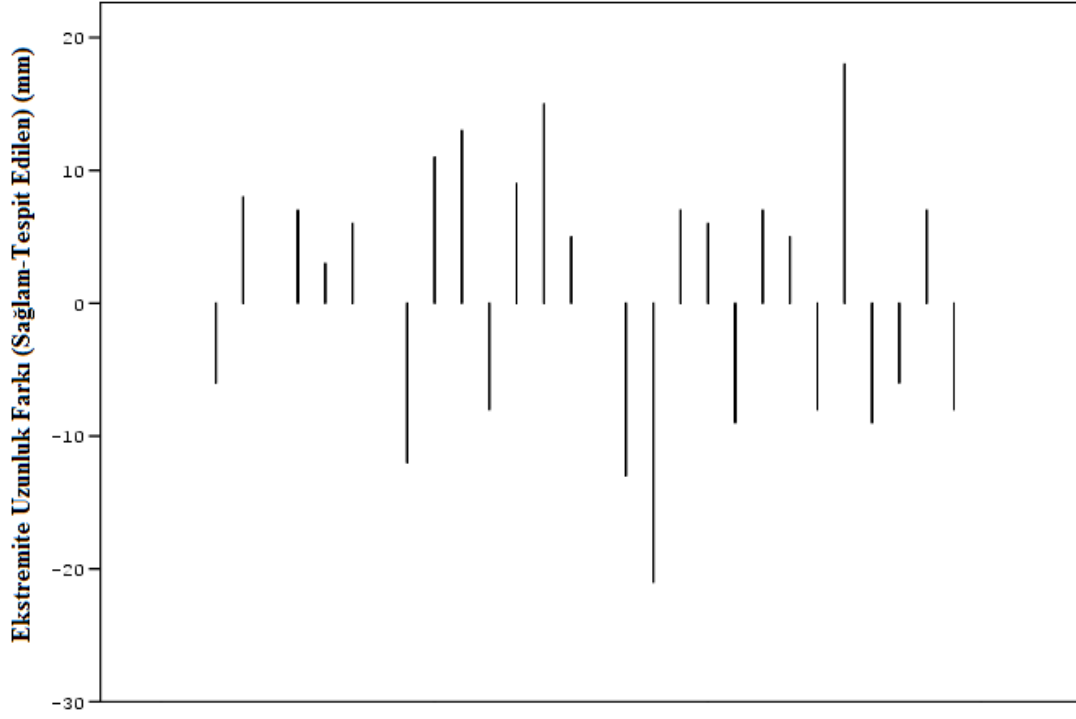
n=34		n	Sütun % n
Koronal plan varus	Yok	33	97.1
	Var	1	2.9
Koronal plan valgus	Yok	33	97.1
	Var	1	2.9
Sagittal plan prokuvartum	Yok	31	91.2
	Var	3	8.8
Sagittal plan rekuvertum	Yok	31	91.2
	Var	3	8.8

Tespit edilen taraftaki femurun anteversiyon deęerleri (18.5 [6-47] derece), karşı taraftaki femurdan (22.5 [9-38] derece) anlamlı derecede dūřüktü ( $p<0.001$ ) (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Tespit edilen ve sağlam femurlarda anteversiyon değerleri grafiği

Olguların alt ekstremite uzunluk farkları 6'sında (% 19.35) yoktu. 15'inde (%48.40) uzunluk, 10'unda kısalık (% 32.25) bulundu (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Olguların diğer tarafa göre alt ekstremite uzunluk farkları.

Dizlerden 32'sinin (% 94.1) ROM'u tam, ikisinin (% 5.9) kısıtlı idi (bilateral femur kırığı olan hastanın sağda fleksiyonu kısıtlı (0-100<sup>0</sup>) solda tam, diğer bir hastada ise tibia plato kırığından dolayı fleksiyon kısıtlılığı vardı (0-100<sup>0</sup>). Kalçalardan 32'sinin (% 94.1) ROM'u tam, ikisinin (% 5.9) kısıtlı idi (bilateral femur kırığı olan hastanın her iki kalçasının iç rotasyonu yaklaşık 15 derece kısıtlı) (**Tablo 4.15**).

**Tablo 4.15.** Diz ve kalça eklemlerinin ROM durumları.

n=34		n	Sütun % n
<b>Diz-ROM</b>	Tam	32	94.1
	Kısıtlı	2	5.9
<b>Kalça-ROM</b>	Tam	32	94.1
	Kısıtlı	2	5.9

Olgulardan birinde (% 3.2) yürüme asimetrisi ve ikisinin (% 6.5) ağrı yakınması vardı (olgulardan biri merdiven çıkarken ağrısı olduğunu bildirdi) (**Tablo 4.16**).

**Tablo 4.16.** Olgularda yürüme asimetrisi ve ağrı.

n=31		n	Sütun % n
<b>Yürüme asimetrisi</b>	Yok	30	96.8
	Var	1	3.2
<b>Ağrı</b>	Yok	29	93.5
	Var	2	6.5



Olguların izlem süreleri Tablo 4.17’de verilmiştir.

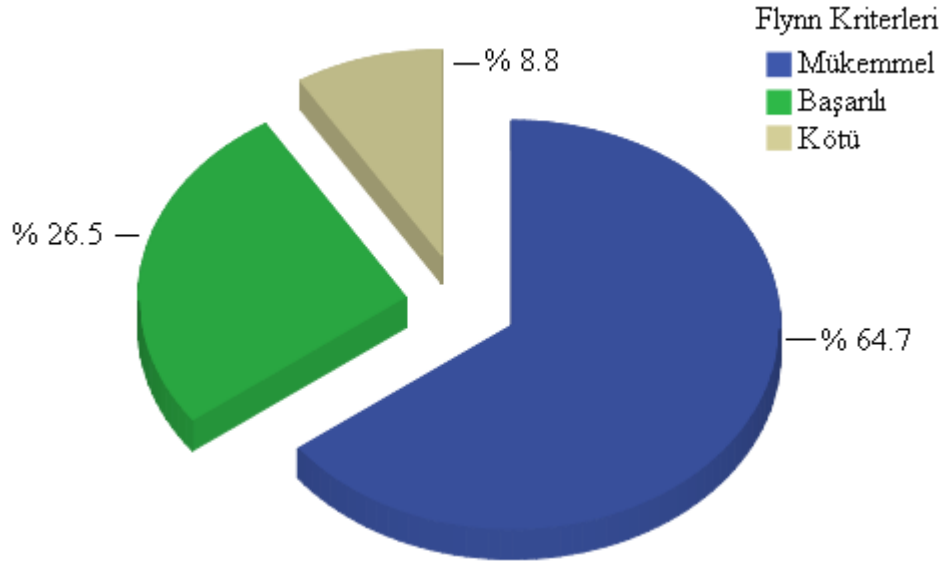
**Tablo 4.17.** Olguların izlem süreleri.

n=31	Ort	SS	Med	Min	Maks
<b>Takip süresi (ay)</b>	26.77	12.24	24.00	9.00	49.00

İyileşme sonuçlarının Flynn kriterlerine (**Tablo 4.19**) göre dağılımları şöyleydi; 22’si (% 64.7) mükemmel, 9’u (% 26.5) başarılı ve 3’ü (% 8.8) kötü olarak değerlendirildi (**Tablo 4.18** ve **Şekil 4.12**).

**Tablo 4.18.** İyileşme sonuçlarının Flynn kriterlerine göre dağılımları.

n=34		n	Sütun % n
<b>Flynn Kriterleri</b>	Mükemmel	22	64.7
	Başarılı	9	26.5
	Kötü	3	8.8



Şekil 4.12. İyileşme sonuçlarının Flynn kriterlerine göre dağılımlarına ait pasta grafiği.

Tablo 4.19. Titanyum elastik çivileri ile sonuç skorlama ölçütleri (Flynn kriterleri)

	Mükemmel	Başarılı	Kötü
<b>Bacak uzunluk eşitsizliği</b>	<1.0 cm	<2.0 cm	>2.0 cm
<b>Dizilim bozukluğu</b>	<5°	<10°	>10°
<b>Ağrı</b>	Yok	Yok	Var
<b>Komplikasyon</b>	Yok	Hafif ve çözülebilir (minör)*	Önemli komplikasyon ve/veya morbidite süresinde uzama (major)†

Pediyatrik femur kırığı tedavisi için TEÇ sonuçlarının izin verilen maksimum bacak uzunluk eşitsizliği, dizilim bozukluğu değerleri ve ağrı, komplikasyon varlığı. Herhangi bir kategoride kriterleri aşan o gruba dahil olur.

**Tablo 4.20.** Titanyum elastik çivi tedavisi sonrası komplikasyonlar

<b>* Minör Komplikasyonlar</b>
Çivi bitiş yerinde ağrı olması Son takipte minör açılanma Son takipte minör bacak uzunluk eşitsizliği Çivi nedeniyle inflamatuvar reaksiyon Çivi bitiş yerinde yüzeysel enfeksiyon Kaynama gecikmesi (6 hafta sonra hiç kallus görülmemesi veya 6 ay sonra çepeçevre kallusun olmaması) Diz hareketleri kaybı (çivi çıkarıldıktan 2ay sonra 10 <sup>0</sup> -110 <sup>0</sup> aralığından daha kötü)
<b>†Major Komplikasyonlar</b>
Son takipte kriterleri aşan açılanma Yeniden redüksiyon gereksinimi veya cerrahi gerektiren redüksiyon kaybı (tespit ve çıkarılma arasında) Çivinin yerleştirilmesi ile ilgili cerrahi (örneğin ucu fazla bırakılan çivinin kısaltılması) Son takipte kriterleri aşan bacak uzunluk eşitsizliği Derin enfeksiyon Cerrahi gerektiren hematoma Çivileme sonrası nörolojik hasar Kaynama gecikmesi veya kaynamama nedeniyle revizyon

## 5. OLGULARIMIZDAN ÖRNEKLER

### Olgu 1:

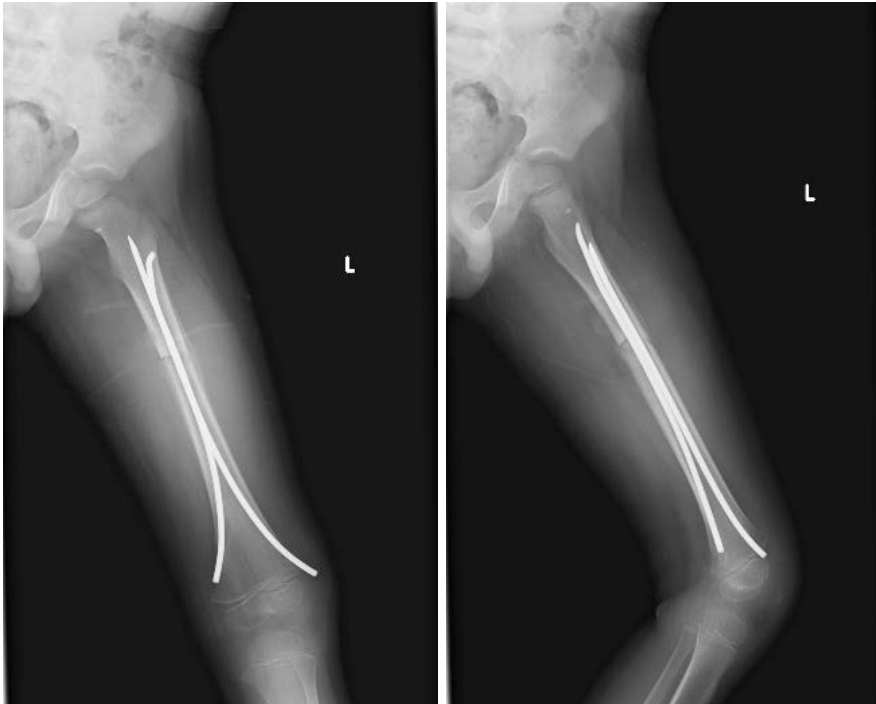
5 yaşında erkek hasta araç dışı trafik kazası sonrası izole sol femur proksimal transvers kırığı şikayeti ile kliniğimize başvurdu. Hasta acilde değerlendirildikten sonra pelvis destekli uzun bacak atele alındı. Yaralanmadan yaklaşık 13 saat sonra opere edildi. Kapalı redüksiyonla retrograd titanyum intrameduller elastik çivi uygulandı. 3 gün hastanede yatırıldı. Minör komplikasyonlardan çivinin cilt altı irritasyonu gelişti. 3. haftada ateli çıkarıldı. 5. haftada tam yük vermesine izin verildi. 10. ayda çivileri çıkarıldı. Tutulan tarafta 15mm uzunluk saptandı. 41 ay takip edildi. Flynn kriterlerine göre başarılı sonuç elde edildi.



Geliş grafileri



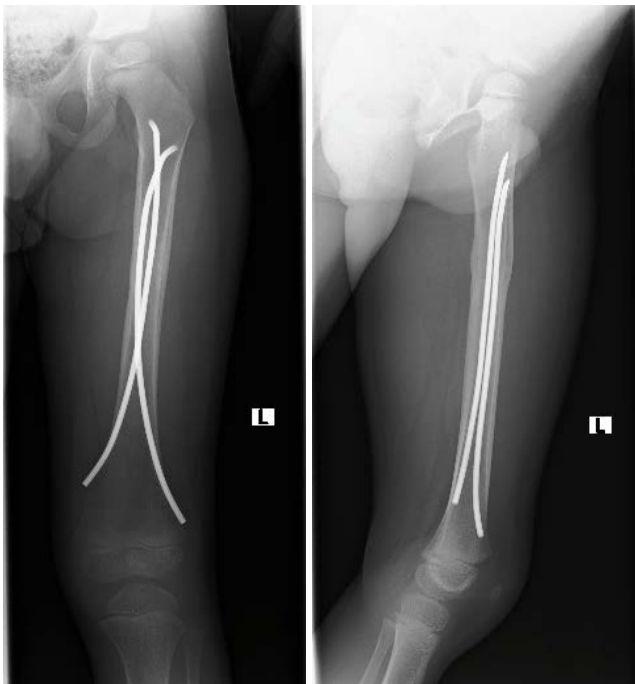
Postop 1. gün



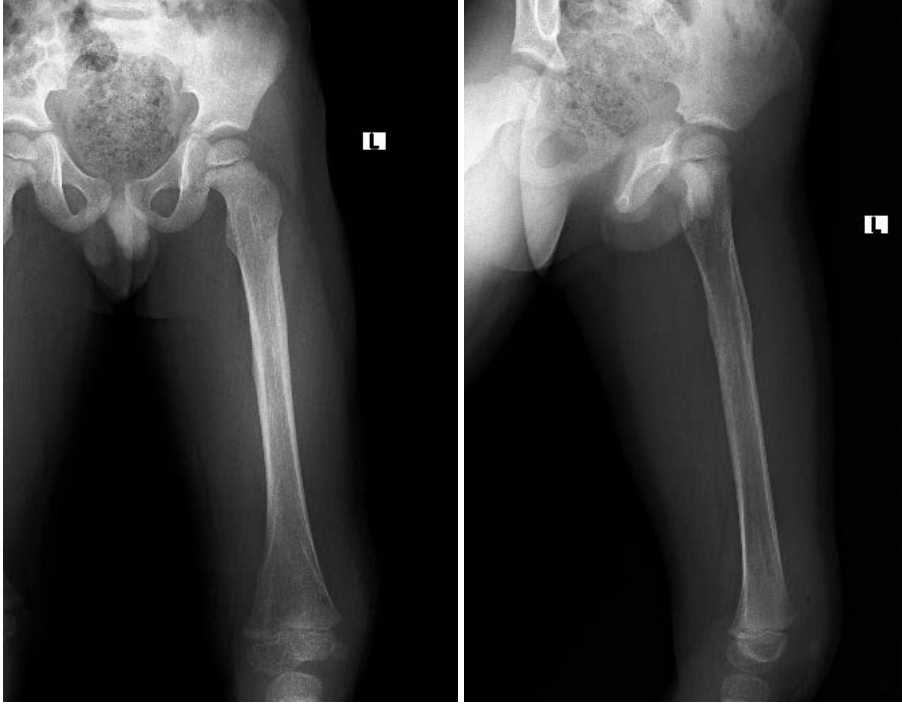
Postop 45.gün



Postop 3.y



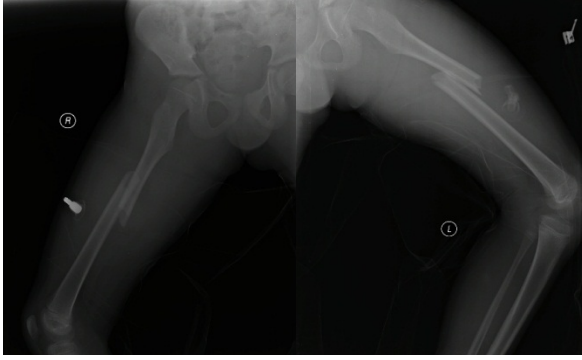
Postop 7.y



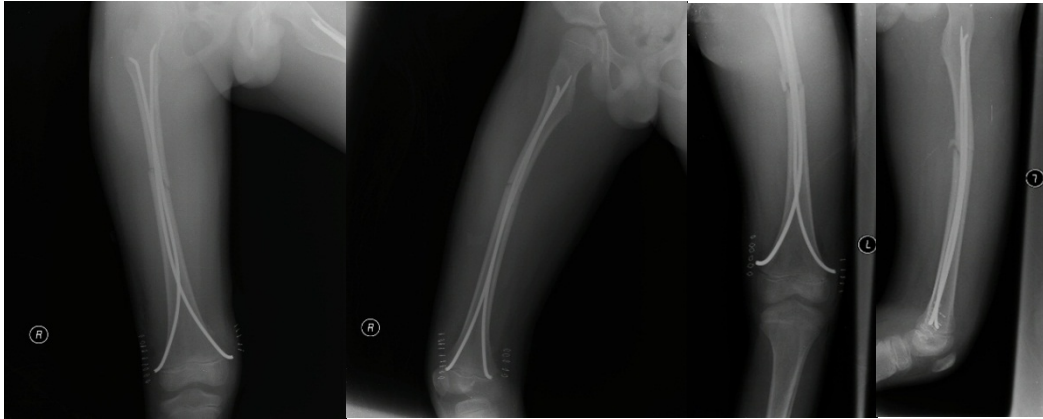
Postop 10. ay çiviler çıkarıldıktan sonra

### **Olgu 2:**

11 yaşında erkek hasta araç dışı trafik kazası sonrası kapalı bilateral orta 1/3 cisim oblik femur kırığı şikayetiyle kliniğimize başvurdu. Hasta acilde değerlendirildikten sonra her iki femur pelvis destekli uzun bacak atele alındı. Yaralanmadan yaklaşık 18 saat sonra opere edildi. Her iki femura da kapalı redüksiyonla retrograd titanyum intrameduller elastik çivi uygulandı. 5 gün hastanede yatırıldı. Herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Atel yapılmadı. 5. haftada tam yük vermesine izin verildi. 6. ayda çivileri çıkarıldı. Ekstremiteler uzunluk farkı saptanmadı. 29 ay takip edildi. Flynn kriterlerine göre mükemmel sonuç elde edildi.

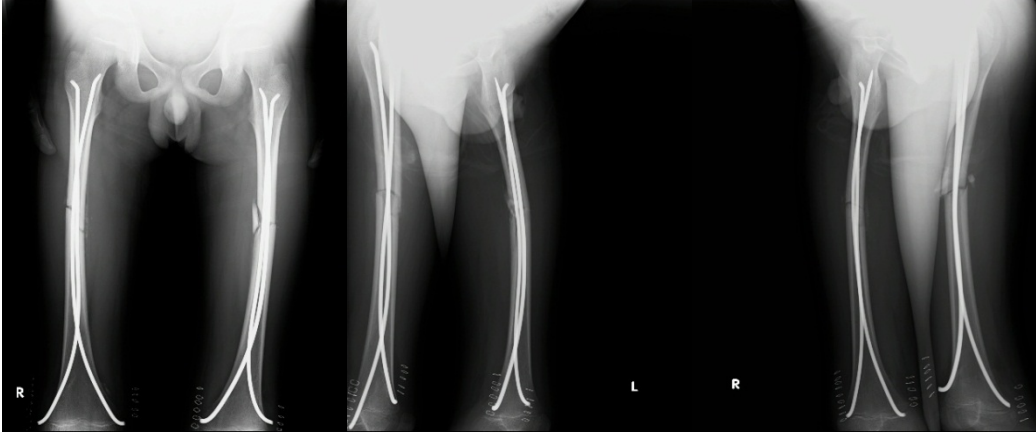


Geliş grafileri

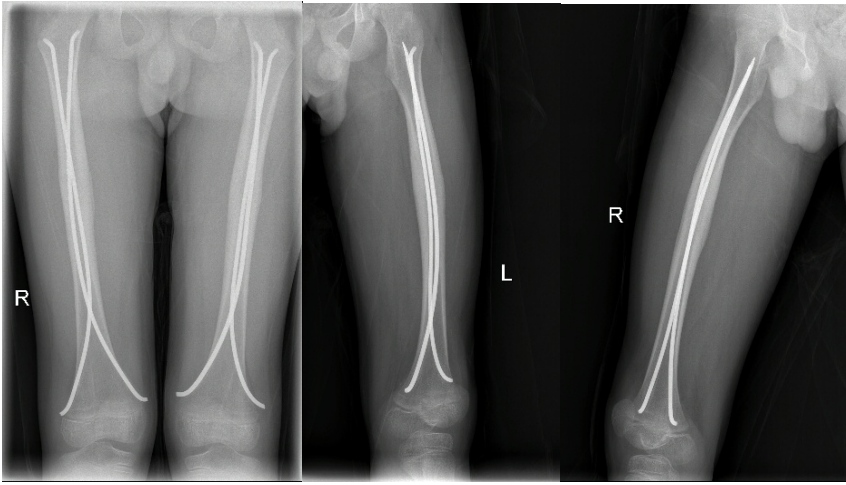


Postop 1. gün

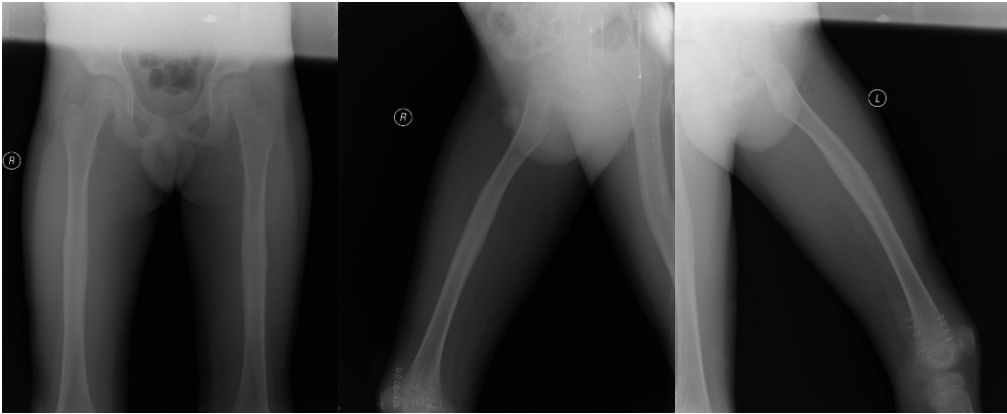




Postop 1. ay



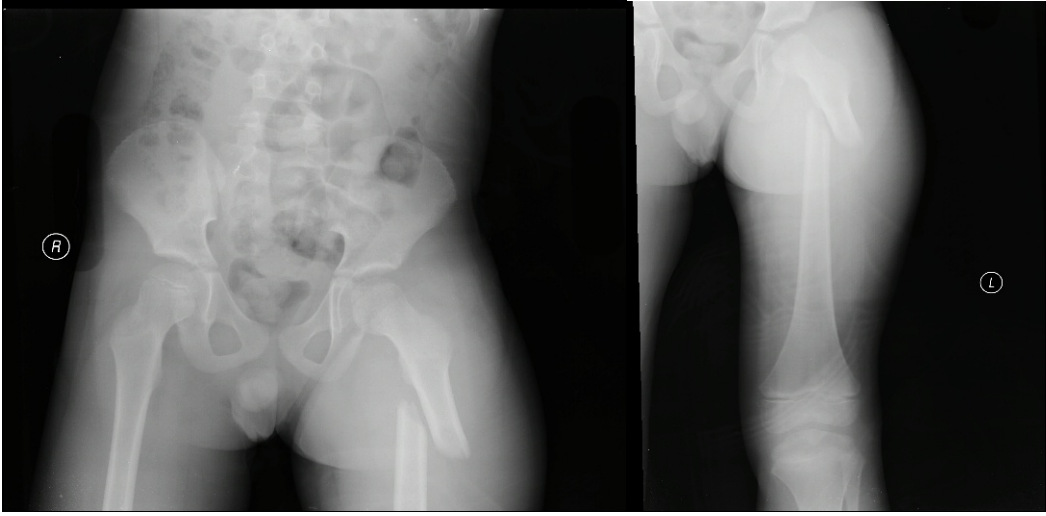
Postop 6. ay



Postop 6. ay çiviler çıkarıldıktan sonraki grafiler

### **Olgu 3:**

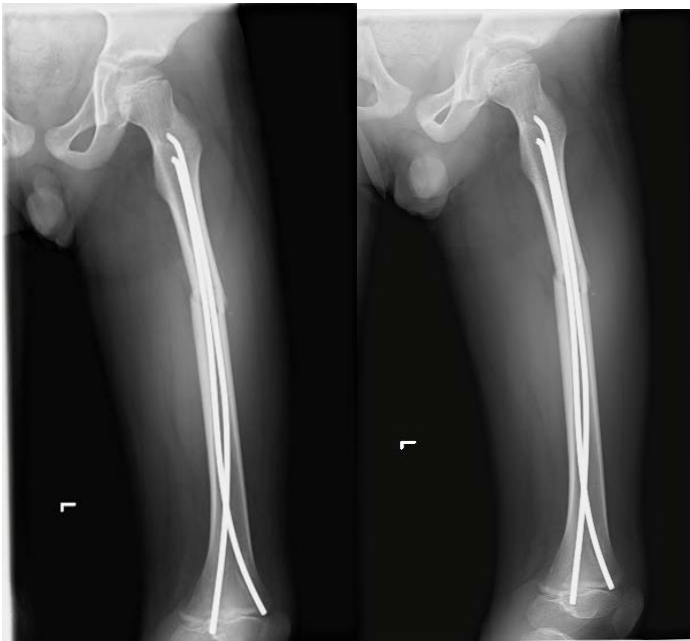
10 yaşında erkek hasta basit düşme sonrası kapalı, sol proksimal 1/3 cisim, transvers femur kırığı şikayetiyle kliniğimize başvurdu. Hasta acilde değerlendirildikten sonra pelvis destekli uzun bacak atele alındı. Yaralanmadan yaklaşık 12 saat sonra opere edildi. Kapalı redüksiyonla retrograd titanyum intrameduller elastik çivi uygulandı. 2 gün hastanede yatırıldı. Herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Atel yapılmadı. 5. haftada tam yük vermesine izin verildi. 8. ayda çivileri çıkarıldı. Tutulan tarafta 6mm uzunluk saptandı. 22 ay takip edildi. Flynn kriterlerine göre mükemmel sonuç elde edildi.



Geliş grafileri



Postop 1. gün



Postop 45. gün



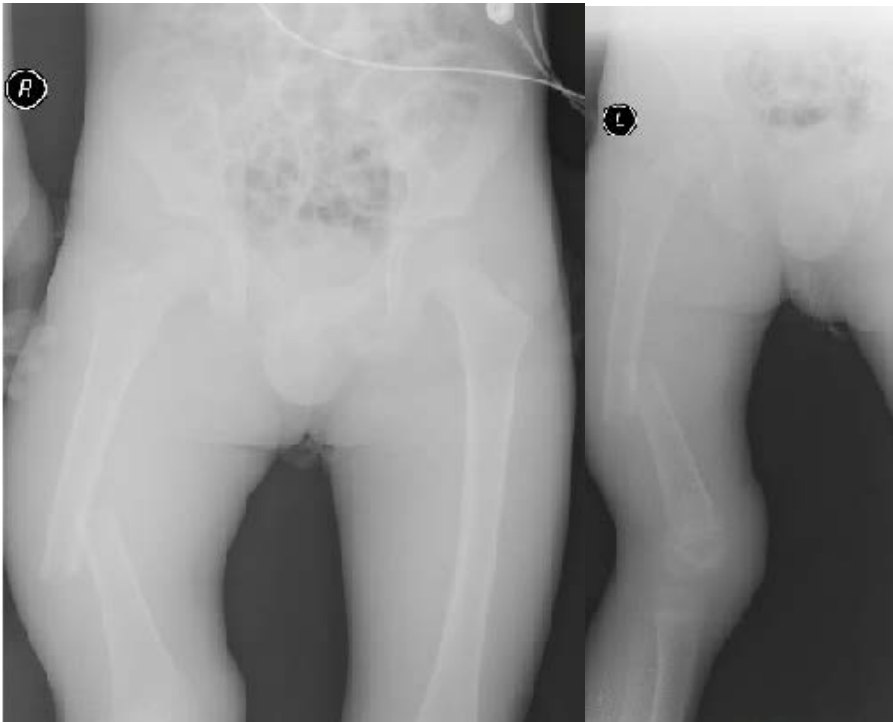
Postop 6.ay



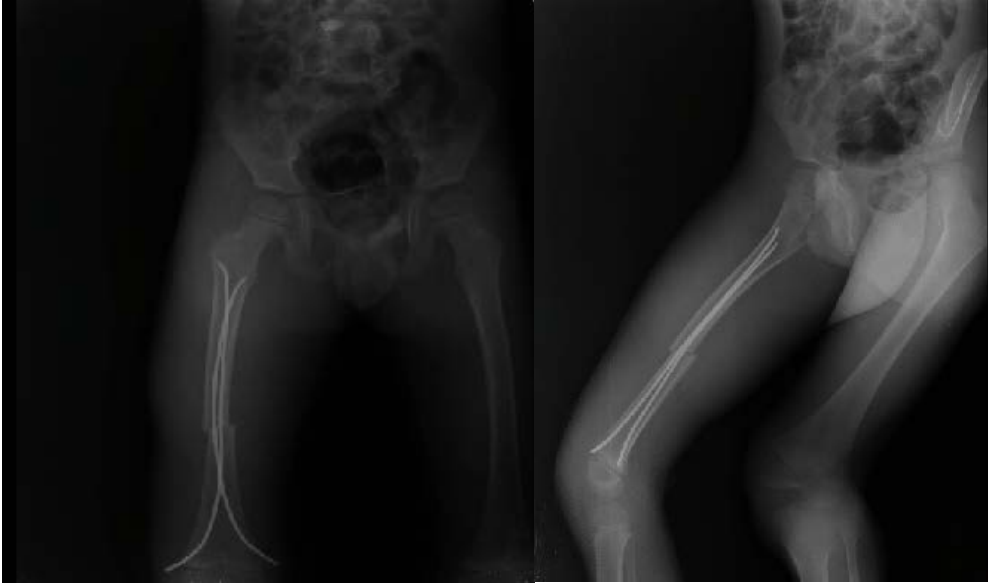
Postop 8.ay çiviler çıkarıldıktan sonraki grafileri

#### **Olgu 4:**

5 yaşında erkek hasta araç dışı trafik kazası sonrası izole kapalı, sağ orta 1/3 cisim, transvers femur kırığı şikayetiyle kliniğimize başvurdu. Hasta acilde değerlendirildikten sonra pelvis destekli uzun bacak atele alındı. Yaralanmadan yaklaşık 20 saat sonra opere edildi. Kapalı redüksiyonla retrograd titanyum intrameduller elastik çivi uygulandı. 3 gün hastanede yatırıldı. Herhangi bir komplikasyon gelişmedi. 3. haftada ateli çıkarıldı. 6. haftada tam yük vermesine izin verildi. 10. ayda çivileri çıkarıldı. Tutulan tarafta 13mm uzunluk saptandı. 26 ay takip edildi. Flynn kriterlerine göre başarılı sonuç elde edildi.



Geliş grafileri



Postop 1. gün



Postop 45. gün



Postop 6. ay



Postop 10. ayda çiviler çıkarıldıktan sonraki grafisi

### **Olgu 5:**

7 yaşında erkek hasta araç içi trafik kazası sonrası kapalı, sol proksimal 1/3 cisim, oblik femur kırığı ve eşlik eden sol ön kol çift kırığı şikayetiyle kliniğimize başvurdu. Hasta acilde değerlendirildikten sonra pelvis destekli uzun bacak atel ve sol uzun kol atele alındı. Yaralanmadan yaklaşık 15 saat sonra opere edildi. Kapalı redüksiyonla retrograd titanyum intrameduller elastik çivi uygulandı. Ön kol çift kırığına kapalı redüksiyon ve uzun kol alçı yapıldı. 4 gün hastanede yatırıldı. Herhangi bir komplikasyon gelişmedi. 3.haftada ateli çıkarıldı. 5. haftada tam yük vermesine izin verildi. 9. ayda çivileri çıkarıldı. Tutulan tarafta 5mm uzunluk saptandı. 42 ay takip edildi. Flynn kriterlerine göre mükemmel sonuç elde edildi.

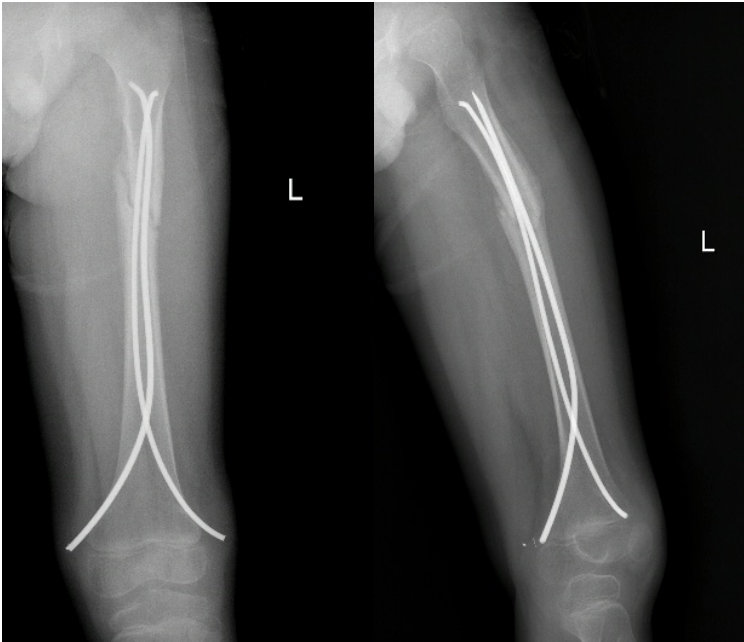


Geliş grafileri

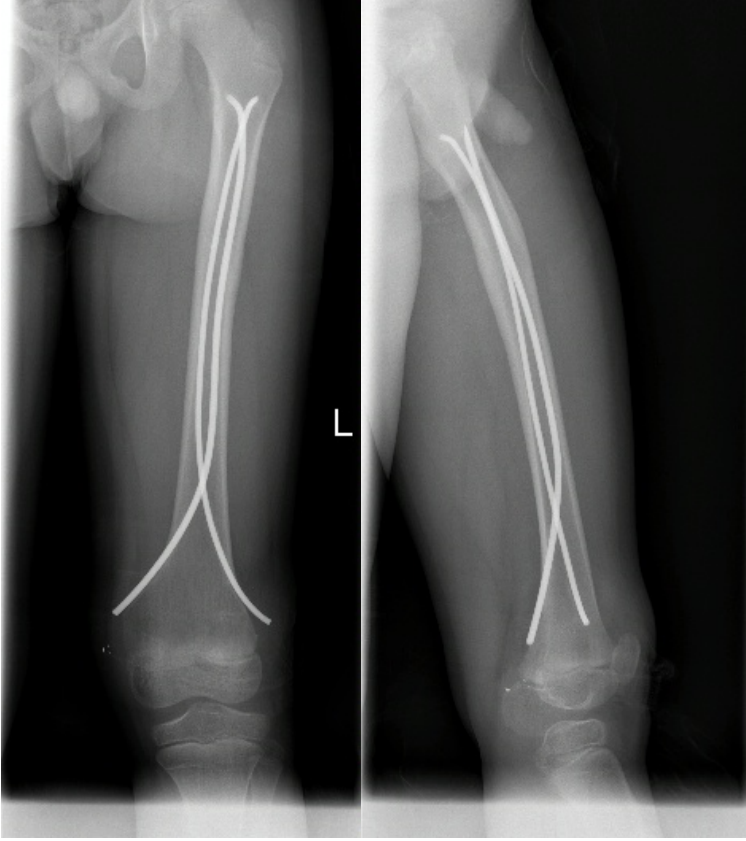




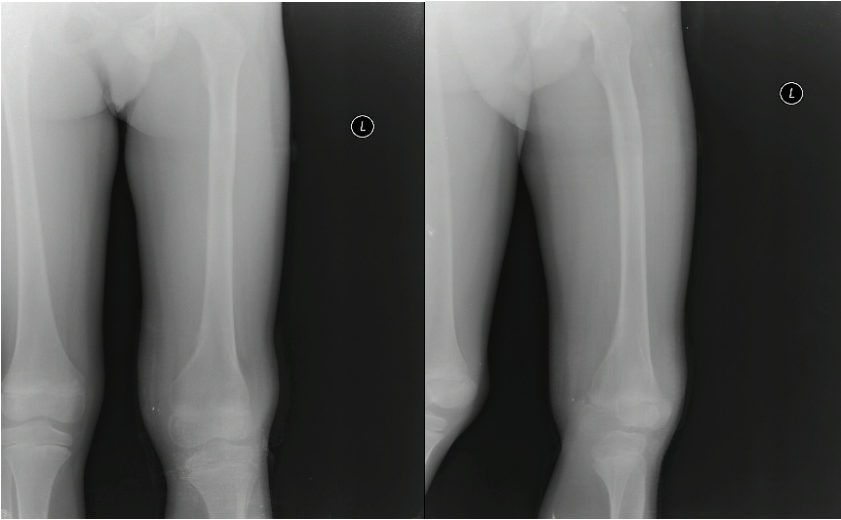
Postop 1. gün



Postop 45. gün



Postop 6.ay



Postop 9. ay çiviler çıkarıldıktan sonraki grafipler

## 6. TARTIŞMA

Doğumdan ergenliğe geçiş zamanına kadar uzanan bir dönem içerisinde femur kırıkları tedavisinde birçok farklı yöntem uygulanabilir. 6-12 yaş dışındaki çocuk kırıklarında hemen herkes tarafından kabul edilen yöntemler vardır. Oysa 6-12 yaşlar arası dönemde kabul edilebilir farklı tedavi seçenekleri çoktur. Bu tedavi yöntemleri arasında pelvipedal alçılama, plak ile açık redüksiyon, eksternal fiksasyon ve titanyum elastik çivileme en sık kullanılan yöntemler arasındadır ( Sanders ve ark., 2001; Anglen ve Choi, 2005). Çocuklardaki femur cisim kırıklarında açık kırıklar, çoklu travma, eşlik eden kafa yaralanmaları, yanıklar ve nörovasküler yaralanma durumlarında cerrahi tedavi endikasyonunun olduğu konusunda görüş birliği vardır. Ancak, çocuklardaki izole femur kırıklarında da ameliyatın düşünülebileceği konusunda giderek daha fazla sayıda yayın ile karşılaşılmaktadır. Fonksiyonlara erken dönüş, eklem sertliğinin daha az veya hiç olmaması, yara nedbesinin diğer cerrahi yöntemlere göre daha az olması; enfeksiyon, tekrar kırılma, yanlış kaynama gibi komplikasyonların az olması, çoklu travmalı hastalarda erken harekete olanak vermesi, hastanede kalış süresi ve maliyeti azaltması gibi sonuçları nedeniyle intramedüller çivileme çocuklarda da tercih edilmeye başlamıştır (Heinrich ve ark., 1994; Carey ve Galpin, 1996). Biz de kliniğimizde Eylül 2009-Ocak 2013 tarihleri arasında 5-15 yaş grubundaki femur cisim kırıklı hastalarımıza uyguladığımız esneyebilen titanyum çivi sonuçlarımızı inceledik.

Intramedüller elastik çiviler, özellikle 6-12 yaş aralığındaki hastalarda, pediatrik femur cisim kırığı tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir seçenek haline gelmiştir. Tipik olarak, vücut ağırlığı 45,36 kilogram'dan (100 libre) düşük olan hastalarda horizontal ya da kısa oblik kırıklar gibi kırık uzunluğu stabil olan durumlarda başarılı biçimde kullanılmıştır. 1990'lı ve 2000'li yıllarda yapılan çalışmalarda bildirilen düşük komplikasyon riski ve hareketliliğe hızlı dönüş hem cerrahlar hem de hastalar için elastik çivileri cazip hale getirmiş olsa da, elastik çivi ile tedavi edilen hastalarda, çivinin çıkartılması için genellikle başka bir ameliyat gerekmektedir. Ayrıca, bazı hasta

gruplarında intramedüller çivi kullanımını sınırlayacak çeşitli teknik sorunlar ve komplikasyonlar gözlenmektedir.

Yapılan çalışmalarda çocuklarda 2.5 ile 17 yaş arasında titanyum elastik çivi ile intramedüller tespitin uygulanabildiği görülmektedir. Khazzam ve ark. (2009) 66 femur kırığı tedavi sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında yaş aralığı 2.9 ile 15 yaş, ortalama yaşı da 8 bulmuşlardır. Moroz ve ark. (2006) 234 femur kırığı ile yaptığı çalışmada yaş aralığı 3 ile 18, ortalama yaşı da 10.3 olarak bulmuşlardır. Houshian ve ark. (2004) 31 femur kırığı ile yaptığı çalışmada yaş aralığı 4 ile 11 ortalama yaşı da 6 olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda hastaların ortalama yaşı ( $\pm$ SS)  $7.94\pm 3.57$  (dağılım 5-15) idi. Son yıllarda intramedüller çivilemenin 6 yaşından önce kullanımının arttığı görülmektedir. Antegrad çivileme komplikasyonlarından dolayı özellikle sekiz yaşından önce önerilmemektedir.

Çocuk ve adölesanlarda açık femur cisim kırıklarını ele alırken, bir açık kırık oluşması için gerekli enerji miktarını dikkate almak önemlidir. Eksternal yaranın kapatılabildiği ve yeterli debridmanın yapılabildiği açık kırığı olan hastalarda esnek veya rijit çivi ile intramedüller çivilemenin hemen yapılması uygundur. Bu yaralanmalar daha uzun kaynama zamanı ve daha yüksek komplikasyon oranı ile ilişkili olduğundan geniş açık yaralanmaların intramedüller çivilemesine karar verilirken her olgu ayrı olarak düşünülmelidir (Flynn ve Schwend, 2004).

Çivilemenin hemen veya geç dönemde gerçekleştirilmesi kararı, büyük ölçüde yumuşak dokuların durumuna (yani kapatma olanaklı mı veya yumuşak doku kapatılması gerekli mi?), yaranın durumuna, eşlik eden damar yaralanması ve/veya kemik kaybı ve kırık paternine bağlıdır. Yumuşak doku kapatılması olanaklı değilse ve/veya yara çok kirli ise eksternal fiksasyon uygulanmalıdır. Yara kapatılabildiğinde, fiksasyon uygulanabilir. Kesin yumuşak doku kapatılması elde edinceye kadar tekrarlayan irrigasyon ve debridman her 48-72 saatte bir uygulanmalıdır (Hosalkar ve ark., 2011). Çocuklardaki femur açık kırıklarında Gustilo-Anderson evre 3B'ye kadar intramedüller çivileme uygulayan yazarlar vardır (Heinrich ve ark., 1994; Galpin ve ark., 1994; Cramer ve ark., 2000; Bar-On ve ark., 1997). Çalışmamızda bir hastada tip 1 açık kırık vardı ve kırık hattı

üzerinden mini open açılarak floroskopi eşliğinde kör el tekniği kullanılarak kırık açık redükte edildi.

Intramedüller çivileme yapılan kırıkların çoğunun transvers olduğu görülmektedir (Heinrich ve ark., 1994; Flynn ve ark., 2001; Cramer ve ark., 2000). Flynn ve ark. (2001) titanyum elastik çivi ile yaptıkları çalışmada en uygun kırık türünün 1/3 orta cisimde, transvers kırık olduğunu; Linhart ve Roposch (1999) elastik intramedüller çivileme yaptıkları 17 kırığın 11'inin komplike, altısının uzun oblik olduğunu bildirmişlerdir. Hastalarımızın kırık türünün % 55.9'u orta 1/3 cisim, % 47.1'i transvers kırıktı ve literatürle uyum gösteriyordu.

Bu yöntemle hastanede kalış süresini ortalama 5- 10 gün arasında bildiren yazarlar vardır. Ho ve ark. (2006) ortalama 5.3 gün, Mazda ve ark. (1997) ortalama 11 gün, Luhmann ve ark. (2003) ortalama 3.4 gün bulmuşlardır. Kliniğimizde hastanede kalma süresi ortalama 3.77 gündü (dağılım 1-10).

Alt ekstremitte uzunlukları arasında eşitsizlik, femur cisim kırıklarında en sık görülen komplikasyondur. Bu durum özellikle uzama şeklinde görülür ve 2-10 yaşları arasında siktir (Heinrich ve ark., 1994; Carey ve Galpin 1996). Bu yaş aralığında femur diafiz kırıklarındaki hipereminin ardından ve fizyel stimülasyona bağlı olarak ortalama 1-2 cm arasında uzama görülebileceği ileri sürülmüştür. Bazı yazarlar aynı ekstremitede tibiada da uzama olacağını bildirmişlerdir; özellikle, femur 1/3 proksimalindeki oblik parçalı kırık tiplerinde daha fazla büyüme görülmüştür (Galpin ve ark., 1994). Daha ileri yaştaki ve ergenlik çağındaki çocuklarda yapılan intramedüller çivilemede bacak uzunlukları arasında anlamlı eşitsizlik saptanmamıştır (Fein ve ark., 1989; Ziv ve ark., 1984). Clement ve Colton (1986) uzama miktarının erkek çocuklarda daha fazla olduğunu ve kırık tipi ve yaralanma şekli ile ilgisinin olmadığını ileri sürmüşlerdir. MacEwen ve arkadaşları (1993) fleksibl intramedüller stabilizasyon yaptıkları olguların %15'inde 6 mm kısalık saptamışlardır. Heinrich ve ark. (1994) hastalarının %22'sinde 5 mm üzerinde uzama, %11'inde 5 mm altında kısalık olduğunu bildirmişlerdir. Stans ve ark. (1999) elastik çivi, traksiyon ve alçılamanın da bulunduğu çok sayıda yöntemi karşılaştırdıkları çalışmalarında en fazla kısalığı erken alçılama grubunda görmüşlerdir, bunu eksternal

fiksator grubu izlemiştir. Uzunluk ise sadece eksternal fiksator grubunda gözlenmiştir. Literatürde femur kırığı için titanyum elastik çivileme yapılan çalışmalarda Lieger ve ark. (1988) 123 hastanın ikisinde 2cm'den fazla uzunluk, Ho ve ark. (2006) 94 hastanın birinde 2cm'den fazla kısalık, birinde 2cm'den fazla uzunluk, Rathjen ve ark. (2007) 81 hastanın birinde 2cm'den fazla eşitsizlik bildirmişlerdir. Anastasopoulos ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada hastalarının %50'sinde bacak uzunluk farkı saptamışlardır. Çalışmamızda olguların sağlam tarafa göre alt ekstremitte uzunluk farkları 6'sında (%19.35) yoktu. Olgularımızın 10'unda 2cm altında kısalık (%32.25), 15'inde 2cm altında (%48.40) uzunluk saptandı. Bilateral femur kırığı olan 3 hastamızın 2'sinde eşitsizlik yok iken birinde diğer ekstremitesine göre 21mm eşitsizlik saptandı

Çocuklarda femur cisim kırıklarında sık karşılaşılan başka bir komplikasyon da yanlış kaynamadır. Herndon ve arkadaşları (1989) traksiyonla tedavi edilen 24 hastanın yedisinde yanlış kaynama geliştiğini, intramedüller çivi ile tedavi edilen 21 çocukta ise yanlış kaynamayla karşılaşmadıklarını bildirmişlerdir. Carey ve Galpin'in (1996) antegrad elastik intramedüller çivi uygulamalarında klinik olarak anlamlı rotasyonel ve açılmalarda saptanmamış radyografik takipte ise koronal ve sagittal planda beş dereceden az açılma görülmüştür. Galpin ve ark. (1994)'nin antegrad ve retrograd titanyum elastik çivi ile yaptıkları çalışmada açılma şekil bozukluğu bakımından 37 hastanın 35'inde mükemmel iyileşme bildirilmiştir. Anastasopoulos ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan, 7-13,5 yaş aralığındaki 36 hastanın dahil edildiği çalışmada, ortalama 25.5 aylık izlem süresinde, tüm hastalarda başarılı kaynama gözlenmiştir. Ancak, klinik olarak yanlış kaynama saptanmayan veya ağrı gibi yakınmalar bildirmeyen hastaların radyografik incelemesinde, çocukların % 44'ünde kırık bölgesinde yanlış hizalanma saptanmıştır. Sagan ve arkadaşları (2010), 4-15 yaş aralığında 70 hastayı dahil ettikleri çalışmalarında, 16 hastada yanlış kaynama (yan grafide 15°'den veya ön-arka grafide 10°'den daha büyük açılma) saptamıştır. Ayrıca, ağırlığın öne açılma oluşmasında önemli bir belirleyici olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada, elastik çivileme ile tedavi edilen ve 15°'den büyük öne açılma saptanan hastaların ortalama ( $\pm$ standart sapma [SS]) ağırlığı 46.5 ( $\pm$ 13.5) kg iken, öne açılma saptanmayan hastaların ortalama ( $\pm$ SS) ağırlığı 36.8 ( $\pm$ 18.5) kg olarak bildirilmiştir (Sagan ve ark., 2010). Biyomekanik değerlendirme sonuçları da

vücut ağırlığı yüksek hastalarda elastik çivi kullanımında dikkatli olunması gerektiğini düşündürmektedir. Li ve arkadaşları (2008), bir kadavra modelinde kırık tespiti sonrasında 4-nokta eğilme yükünün başarısızlığını göstermişler ve 40-45 kg'dan daha yüksek ağırlıkların çivide kalıcı sagittal ve koronal deformasyon oluşturabilecek bir yüke neden olabileceğini bildirmişlerdir (Li ve ark., 2008). Literatürde bundan başka Wall ve arkadaşları (2008) sagittal planda 15 derece, koronal planda 10 derecenin üzerini yanlış kaynama kriteri olarak kabul etmiş ve buna göre 56 femurun 13'ünde açısal deformite saptamışlardır. Rathjen ve arkadaşları (2007) 81 femurun 12'sinde 5 derece ve üzerinde açısal deformite, Narayanan ve arkadaşları (2004) 78 hastanın 8'inde sagittal planda 20 derecenin üzerinde, koronal planda 10 derecenin üzerinde açısal deformite saptamışlardır. Çalışmamızda tüm hastalarımızda başarılı kaynama gözlenmiştir. Bilateral femur kırığı olan hastanın sağ femurda 15 derece varus, solda 5 derece valgus deformitesi saptandı. Sagittal planda 10 derece ve altında prokuvartum saptanan üç (%8.8) femur, rekuvertum saptanan üç (%8.8) femur vardı. Sonuçlarımızı literatürle karşılaştırdığımızda ve yanlış kaynama kriteri olarak sagittal planda 15 derece, koronal planda 10 derece üzerini kabul ettiğimizde 34 femurun yalnız birinde (%2.9) yanlış açısal kaynama olduğunu söyleyebiliriz. Wall ve arkadaşları (2008)'nin çalışmasında bu oran 13/56 (%23.2), Ho ve arkadaşları (2006)'nin çalışmasında 15/94 (%16), Sagan ve arkadaşları (2010)'nin çalışmasında 16/70 (%22.9) olarak bulunmuştur. Sonuçlarımızın literatürden daha iyi olduğunu görüyoruz. Bunu da olgularımızın %71'inin 5-8 yaş aralığında olmasına ve düşük vücut ağırlığına sahip olmalarına bağlıyoruz. Ancak çalışmamızın eksiği olarak söyleyebileceğimiz bir nokta, geriye dönük dosya taraması yaptığımızdan, kayıtlarımızda hastaların boy ve kiloları ile ilgili verilerine rastlayamadık.

Elastik intramedüller materyallerin, rotasyonel stabiliteyi koruması diğerlerine göre sınırlıdır; özellikle segmental, uzun oblik, uzun spiral ve parçalı stabil olmayan kırıklarda kısıtlılığı ve rotasyon sorunlarını önleyemeyebilir; bazen kırığın rotasyon kontrolü için pelvipedal alçı veya diğer ilave tespit yöntemleri gerekebilir ( Heinrich ve ark., 1992; Flynn ve ark., 2002). Çalışmamızda 34 femurun 30'una (% 88.2) postoperatif dönemde pelvis destekli atel uygulandı. Atelde kalış süresi ortalaması ( $\pm$ SS) 2.91 $\pm$ 1.85 hafta olarak bulduk.

Çalışmamızda klinik muayenede anlamlı rotasyonel deformite görülmemesine karşın, BT ölçümleri yapılan ve tek taraflı femur kırığı olan 28 hastanın femur anteversiyon değerleri (18.5 [6-47] derece), karşı taraftaki femurdan (22.5 [9-38] derece) anlamlı derecede düşüktü ( $p<0.001$ ) ve sağlam ekstremiteye göre göreceli bir retroversiyon saptandı. Bu durum hastalarda fonksiyonel ve kozmetik bir bozukluk yakınmasına yol açmamıştır. Ancak objektif olarak gösterilen bu göreceli retroversiyonun, çocuklarda uzun dönemde kozmetik ve fonksiyonel yönden ne tür sorunlar çıkaracağını bilmiyoruz. Karşı taraf normal kalçaya göre 10 derecenin üzerinde retroversiyon görünen 6 hasta vardı. Hastaların 3'ünde uzun oblik, 1'i uzun spiral, 2'si transvers kırıktı. Bilateral femur kırığı olan bir hastada her iki kalçada 0 derecenin altında mutlak retroversiyon saptandı (-9.-11). Bu bulgular, literatürde de belirtildiği gibi, uzun oblik, uzun spiral, parçalı ve segmenter kırık örneklerinde elastik intramedüller tespitin ameliyatta elde edilen rotasyonel stabiliteyi koruyamayacağını düşündürmektedir (Flynn ve ark., 2001; Flynn ve ark., 2002). Olgularımızda, tespit sırasında patellanın ve trokantör majörün anatomik pozisyonları kontrol edilmiş ve tespit sonrası rotasyonun düzeltildiğinden klinik olarak emin olunmuş olmasına rağmen karşılaştığımız bu rotasyonel sorunlar, belirtilen komplike kırık örneklerinde elastik tespitin rotasyonel bakımdan yetersiz olduğunu düşündürmektedir. Bundan başka vücut ağırlığı ile de rotasyonel deformitenin ilişkisini bildiren çalışmalar vardır. Sagan ve arkadaşları (2010) elastik çivi tedavisi sonrasında hastaların % 47'sinde torsiyonel yanlış hizalanma olduğunu bildirmiştir. Biyomekanik değerlendirme sonuçları da vücut ağırlığı yüksek hastalarda elastik çivi kullanımında dikkatli olunması gerektiğini düşündürmektedir. Salem ve arkadaşları (2010), benzer biçimde, femur kırıklarında elastik çivileme uygulanan 68 çocuğun % 50 kadar büyük oranda 15°'den büyük torsiyonel farklılık oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu hastalardan 31'inde eksternal torsiyon ve sadece dördünde klinik out-toeing (başparmağın dışa açılanması) gözlenmiştir. Bu tip kırıklarda ve vücut ağırlığı yüksek hastalarda kalça, diz ve ayak bileğini içine alan breyslerin ya da alçı-atel tespitlerinin ameliyattan sonra en az üç hafta süreyle kullanılmasının yararlı olabileceğini düşünüyoruz.

Göreceli ve mutlak femoral anteversiyon açısı değişikliklerinin, büyüme tamamlandıktan sonra kalça osteoartritine yol açıp açmadığı konusunda çelişkili görüşler



vardır (Tonnis ve Heineck, 1999; Eckhoff ve ark., 1994; Hubbard ve ark., 1988 ). Azalmış femoral anteversiyon veya retroversiyonu olan hastalarda kalçada sıkışma ve labrum yırtıkları oluşabileceği ve femoral retroversiyonun femur başı epifiz kaymalarına yol açabileceği bildirilmiştir (Tonnis ve Heineck, 1999). Eckhoff ve arkadaşları (1994) ise kadavra çalışmasında, diz osteoartritinin azalmış femoral anteversiyon ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle, erişkinlik dönemine azalmış femoral anteversiyon değerleri ile giren olgular ileride diz osteoartriti gelişmesi bakımından risk altındadır. Bu bilgiler ışığında, femoral anteversiyonda azalma saptanan olguların, belirtilen potansiyel sorunlar bakımından büyüme tamamlanana kadar, hatta sonrasında da izlenmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Titanyum elastik çiviler ile tespit sonrası bilinen başka bir komplikasyon ise çivinin dışarıda bırakılan kısmının oluşturduğu ağrı ve ciltte oluşan erozyonlardır. Yumuşak doku irritasyonunu engellemek için, çivinin sadece küçük bir kısmı distal metafizel korteksin dışında bırakılmalı ve çiviler asla yumuşak dokunun içine doğru eğilmemelidir (Luhmann ve ark., 2003). Luhmann ve arkadaşları (2003) femur dışında bırakılan çivi miktarının 2.5 cm'den küçük olması durumunda ve mümkün olan en geniş çapta çivi kullanımı ile teknik sorunların en aza indirilebileceğini belirtmişlerdir. Biz üç hastamızda çivinin cilt altı irritasyonuna neden olan komplikasyonla bir hastamızda kırık hattı cilt altı yüzeysel enfeksiyonu ile karşılaştık birinde de çivinin kısaltılması için yeniden cerrahi revizyon gereksinimi duyuldu.

Çocuk femur cisim kırığının intramedüller fiksasyonunu takiben postoperatif immobilizasyon ve yük vermeye geçişle ilgili literatürde fikir birliği yoktur. Özellikle, bir yük paylaştırıcı iç atel olarak hareket eden esnek çivilerin kullanımına ilişkin uzlaşma yoktur. Flynn ve arkadaşları (2001), diz "immobilizer"ı kullanımının radyografik olarak bir kallus görünene (yaklaşık postoperatif 4 ila 6 hafta) kadar ağrıyı yatıştırmaya yardımcı olduğunu, kuadriseps kasları zayıf olan bacaklarda destek sağladığını ve dizde yumuşak doku irritasyonunu azalttığını saptamıştır (Flynn ve ark., 2001). Şüpheli stabilite (yani, stabil olmayan kırık tipi, şüpheli fiksasyon kalitesi, belirsiz hasta uyumu) olan hastalarda, 1-2 ay boyunca kalça alçısı veya menteşeli diz-bilek-ayak ortezinin tedaviye eklenmesinin

uygun olduğu bildirilmiştir. Luhmann ve arkadaşları (2003), parçalı kırığı olan, çivi ile yeterli kırık stabilizasyonuna olanak vermeyen dar kanal çapı ve belirgin yumuşak doku hasarı olan esnek intramedüller çivi ile tedavi edilen 39 hastalık bir olgu serisinde postoperatif immobilizasyonu kullanmıştır. Bu çalışmada, artan hasta boyutu postoperatif immobilizasyon için bir endikasyon olarak değerlendirilmemiştir. Hastalar, radyografik olarak bir kallus saptanana kadar (kırık sonrası 20 gün), uzun bacak ateli veya menteşeli diz-bilek-ayak ortezi ile immobilize edilmiştir (Luhmann ve arkadaşları 2003). Kanal yeterli biçimde olduğundan ve statik kilitli ve rijit bir implantın gücünü sağladığından rijit çivi sonrasında immobilizasyon daha nadir uygulanmaktadır (Keeler ve ark., 2009). Fiksasyonda kullanılan çivi tipinden bağımsız olarak, ameliyat sonrası hemen yk verme ve yk vermenin progresyonu bireyselleştirilmelidir. Kallus oluşumu bir kez başladıktan ve ilerleyici iyileşmenin radyolojik ve klinik bulguları gözlendikten sonra, hastanın tam yük vermesine izin verilmektedir (Hosalkar ve ark., 2011). Bizim çalışmamızda kallus ortalama ( $\pm$ SS)  $4.94 \pm 1.12$  haftada grlmştir ve tam yüke izin verme süresi ( $\pm$ SS)  $5.21 \pm 1.45$  hafta olarak bulunmuştur. Hiçbir hastada çivi çıkarıldıktan sonra yeniden kırık görülmemiştir.

Çocuk femur cisim kırığı tedavisinde postoperatif fizik tedavi uygulamalarına ilişkin kanıt yoktur. AAOS klinik kılavuz çalışma grubu, postoperatif dönemde fonksiyonların düzelmesine yardımcı olacak fizik tedavi girişimleri ile ilgili önerilerde bulunmamıştır (Kocher ve ark., 2009). Çocuklar ve gençlerin sportif aktiviteleri giderek artmaktadır ve bir hastanın atletik aktiviteye ne zaman döneceğini belirlemek önem taşımaktadır. Klinisyenler; ROM, gç ve propriyosepsiyon gelişimini hızlandırmak amacıyla fizik tedavi önerme eğiliminde olabilirler. Genel olarak, spora dönüş kas gücü ve hareket optimizasyonu ile solid kemik iyileşmesini takiben, fiksasyondan yaklaşık 12-16 hafta sonra olmalıdır (Hosalkar ve ark., 2011). Biz hiçbir hasta için fizik tedavi protokolü uygulamadık.

Yumuşak doku irritasyonu veya ağrı, diz efüzyonu, veya diz ROM kısıtlılığına neden olan implantlar, kallus oluştuktan ve kırık hattı radyolojik olarak saptanamaz hale geldikten sonra çıkartılabilir (Flynn ve Schwend 2004). AAOS klinik kılavuz çalışma

grubu, femur cisim kırığı tedavisi sonrası asemptomatik hastalarda implant çıkarılması ile ilişkili öneride bulunmamıştır (Kocher ve ark., 2009). Yumuşak doku irritasyonu dışında, pediatrik hastalarda çıkartılmayan implantlar ile ilişkili çeşitli komplikasyonlar bildirilmiştir. Ancak, implantın erken dönemde çıkartılması yeniden kırığa yol açabilir (Flynn ve ark., 2004). İmplantın çıkarılması, özellikle rijit çivilerin çıkarılması, geniş diseksiyon uyguladığında proksimal femurda osteonekroz riski ile ilişkilidir (Buford ve ark., 1998). Flynn ve arkadaşları (2001) yaptıkları 58 olguyu içeren çok merkezli çalışmalarında çivi rutin olarak altıncı ayda çıkarılmış, yalnız beş olguda yumuşak doku iritasyonundan dolayı çivilerin erken çıkarılması gerekmiş; fakat bunun stabiliteyi etkilemediği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda çivi çıkarılma süresini ortalama ( $\pm$ SS)  $270.32 \pm 69.11$  gün olarak bulduk.

## 7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çocuklarda femur cisim kırıklarının tedavisi için elastik intramedüller çivileme etkili bir yöntemdir. Tüm hastalarda zamanında kırık iyileşmesi sağlanır. Özellikle kafa travması, göğüs travması, batın içi patoloji ya da diğer bir uzun kemik kırığının eşlik ettiği politravmalı olgularda elastik intramedüller fiksasyon hastanın bakımını kolaylaştırması, kısa sürede sosyal çevresine dönüşünü sağlaması, minimal yumuşak doku ve cilt skarına neden olması ile tavsiye edilebilecek bir yöntemdir. Ancak, operatif işlemler komplikasyonsuz değildir, angüler ve rotasyonel deformitelerle karşılaşılabilir. Bu nedenle endikasyonun seçiminde ve hastanın takibinde dikkatli olunmalı, saptanan komplikasyonlara zamanında müdahale edilmelidir. Angüler deformiteler çocuk kemiklerinin remodelasyon yeteneğinden dolayı düzelebilirken, rotasyonel deformiteler kalıcı olabilmektedir.

## 8. KAYNAKLAR

Altay, MA, Erturk, C, Cece, H, Isikan, UE (2010) *Mini-open versus closed reduction in titanium elastic nailing of paediatric femoral shaft fractures: a comparative study.* Acta Orthop Belg. 77: 211-7.

Altıok H, Lubicky JP, DeWald CJ, Herman JE. (2005) *The superior mesenteric artery syndrome in patients with spinal deformity.* Spine (Phila Pa 1976). Oct 1;30(19):2164-70. Am J Orthop; 38:E49–E55.

Anastasopoulos, J., Petratos, D., Konstantoulakis, C., Plakogiannis, C., & Matsinos, G. (2010). *Flexible intramedullary nailing in paediatric femoral shaft fractures.* Injury, 41(6), 578-582.

Anglen JO, Choi L. (2005) *Treatment options in pediatric femoral shaft fractures.* J Orthop Trauma;19:724-33.

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası.(2002) Cilt 55, Sayı 2,

Aronson, DD, Singer, RM, Higgins, RF (1987) *Skeletal traction for fractures of the femoral shaft in children. A long-term study.* J Bone Joint Surg Am. 69: 1435-9.

Arslan H, Kapukaya A, Kesemenli C, Subaşı M, Kayıkçı C. (2003) *Floating knee in children.* J Pediatr Orthop. Jul-Aug;23(4):458-63.

Astion, DJ, Wilber, JH, Scoles, PV (1995) *Avascular necrosis of the capital femoral epiphysis after intramedullary nailing for a fracture of the femoral shaft. A case report.* J Bone Joint Surg Am. 77: 1092-4.

Atanda, A, Jr., Wahlgren, CM, Piano, G, Sullivan, CM (2009) *Repair of a vascular injury associated with a pediatric femur fracture.* Am J Orthop (Belle Mead NJ). 38: E61-3.

Barlas, K, Beg, H (2006) *Flexible intramedullary nailing versus external fixation of paediatric femoral fractures.* Acta Orthop Belg. 72: 159-63.

Bar-On E, Sagiv S, Porat S. (1997) *External fixation or flexible intramedullary nailing for femoral shaft fractures in children. A prospective, randomised study.* J Bone Joint Surg [Br]; 79:975-8.

Blount WP. (2000) *Fractures in children are different.* 1976. Clin Orthop Relat Res. Jul;(376):3-5; discussion 2.

Boman, A, Gardell, C, Janarv, PM (1998) *Home traction of femoral shaft fractures in younger children.* J Pediatr Orthop. 18: 478-80.

Borden S. (1974) *Traumatic bowing of the forearm in children.* J Bone Joint Surg Am. Apr;56(3):611-6.

Boresi, AP, Schmidt, RJ, Sidebottom, OM. (1993) *Linear stress-strain-temperature relations,* in *Advanced Mechanics of Materials*, BORESI, A. P., SCHMIDT, R. J., SIDEBOTTOM, O. M., Editors, Wiley & Sons: New York. p.: 85-105.

Brond AR, Rubin TC. (1990) *Fracture Healing.* In: *Surgery of the Musculoskeletal System.* Churchill Livingstone, New York 1: 93–114.

Brouwer KJ, Molenaar JC, van Linge B. (1981) *Rotational deformities after femoral shaft fractures in childhood. A retrospective study 27-32 years after the accident.* Acta Orthop Scand. Feb;52(1):81-9.

Bucholz W. R., Heckman D.J. (2001) *Rockwood and Green's Fractures in Adults.* Volume 1; Section1; General principles. Chapter 8: Bone and joint healing. Fifth edition. p:245-27

Buckley, SL (1997) *Current trends in the treatment of femoral shaft fractures in children and adolescents.* Clin Orthop Relat Res, 60-73.

Buckwalter J.A., Glimcher M.M., Cooper R.R., Recker R. (1995) *Bone biology: II.formation, form, modeling, remodeling and regulation of cell function.* JBJS; vol 77A, p:1276-1289

Buechsenschuetz, KE, Mehlman, CT, Shaw, KJ, Crawford, AH, Immerman, EB (2002) *Femoral shaft fractures in children: traction and casting versus elastic stable intramedullary nailing*. J Trauma. 53: 914-21.

Buford, D, Jr., Christensen, K, Weatherall, P (1998) *Intramedullary nailing of femoral fractures in adolescents*. Clin Orthop Relat Res, 85-9.

Carey, TP, Galpin, RD (1996) *Flexible intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures*. Clin Orthop Relat Res, 110-8.

Carpenter J.E., Hipp J.A., Gerhart T.N., Rudman C.G., Hayes W.C., Trippel S.B. (1992) *Failure of growth hormone to alter the biomechanics of fracture-healing in a rabbit model*. JBJS; vol 74A, p: 359-367

Carvell JE. (1983) *The relationship of the periosteum to angular deformities of long bones. Experimental operations in rabbits*. Clin Orthop Relat Res. Mar;(173):262-74.

Casas, J, Gonzalez-Moran, G, Albinana, J (2001) *Femoral fractures in children from 4 years to 10 years: conservative treatment*. J Pediatr Orthop B. 10: 56-62.

Clement DA, Colton CL. Overgrowth of the femur after fracture in childhood. An increased effect in boys. J Bone Joint Surg [Br] 1986;68:534-6.

Collin May, Yi-Meng Yen, Adam Y. Nasreddine, Daniel Hedequist, Michael T. Hresko, Benton E. Heyworth (2013) *Complications of plate fixation of femoral shaft fractures in children and adolescents*. Journal of Children's Orthopaedics June, Volume 7, Issue 3, pp 235-243

Cramer KE, Tornetta P 3rd, Spero CR, Alter S, Miraliakbar H, Teefey J. (2000) *Ender rod fixation of femoral shaft fractures in children*. Clin Orthop;(376):119-23.

Crues RL. (1984) *Healing of bone, tendon and ligament In: Fractures*. Philadelphia, Lippincott Company, 1:147-167,

Currey JD, Butler G. (1975) *The mechanical properties of bone tissue in children*. J Bone Joint Surg Am. Sep;57(6):810-4.

Della Rocca, GJ, Crist, BD (2006) *External fixation versus conversion to intramedullary nailing for definitive management of closed fractures of the femoral and tibial shaft.* J Am Acad Orthop Surg. 14: S131-5.

Drummond DS, Salter RB, Boone J. (1969) *Fat embolism in children: its frequency and relationships to collagen disease.* Can Med Assoc J. 1969 Aug 23;101(4):200-3.

Eckhoff DG, Kramer RC, Alongi CA, Van Gerven DP. (1994) *Femoral anteversion and arthritis of the knee.* J Pediatr Orthop;14:608-10.

Ege R. Travmatoloji (Kırıklar ve eklem yaralanmaları). Bizim Büro Basımevi. Cilt:1; Kırık iyileşmesi bölüm 3. syf:55-94

Eidelman, M, Ghayeb, N, Katzman, A, Keren, Y (2010) *Submuscular plating of femoral fractures in children: the importance of anatomic plate precontouring.* J Pediatr Orthop B. 19: 424-7.

Einhorn TA.( 1998) *The cell and molecular biology of fracture healing.* Clin Orthop Relat Res. Oct;(355 Suppl):S7-21.

Fein LH, Pankovich AM, Spero CM, Baruch HM. (1989) *Closed flexible intramedullary nailing of adolescent femoral shaft fractures.* J Orthop Trauma;3:133-41.

Flynn, JM, Hresko, T, Reynolds, RA, Blasier, RD, Davidson, R, Kasser, J (2001) *Titanium elastic nails for pediatric femur fractures: a multicenter study of early results with analysis of complications.* J Pediatr Orthop. 21: 4-8.

Flynn, JM, Luedtke, LM, Ganley, TJ, Dawson, J, Davidson, RS, Dormans, JP, Ecker, ML, Gregg, JR, Horn, BD, Drummond, DS (2004) *Comparison of titanium elastic nails with traction and a spica cast to treat femoral fractures in children.* J Bone Joint Surg Am. 86-A: 770-7.

Flynn, JM, Schwend, RM (2004) *Management of pediatric femoral shaft fractures.* J Am Acad Orthop Surg. 12: 347-59.



Frech-Dorfler, M, Hasler, CC, Hacker, FM (2010) *Immediate hip spica for unstable femoral shaft fractures in preschool children: still an efficient and effective option.* Eur J Pediatr Surg. 20: 18-23.

Fredericson M, Bergman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. (1995) *Tibial stress reaction in runners. Correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system.* Am J Sports Med. Jul-Aug;23(4):472-81.

Fricka, KB, Mahar, AT, Lee, SS, Newton, PO (2004) *Biomechanical analysis of antegrade and retrograde flexible intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures using a synthetic bone model.*J Pediatr Orthop. 24: 167-71.

Galano, GJ, Vitale, MA, Kessler, MW, Hyman, JE, Vitale, MG (2005) *The most frequent traumatic orthopaedic injuries from a national pediatric inpatient population.* J Pediatr Orthop. 25: 39-44.

Galpin RD, Willis RB, Sabano N. (1994) *Intramedullary nailing of pediatric femoral fractures.* J Pediatr Orthop 1;14:184-9.

Garner, MR, Bhat, SB, Khujanazarov, I, Flynn, JM, Spiegel, D (2011) *Fixation of length-stable femoral shaft fractures in heavier children: flexible nails vs rigid locked nails.*J Pediatr Orthop. 31: 11-6.

Gautier, E, Ganz, K, Krugel, N, Gill, T, Ganz, R (2000) *Anatomy of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications.*J Bone Joint Surg Br. 82: 679-83.

Gomez B.A.:Anatomy, Review of orthopaedics; W.B. Saunders Comp., Philadelphia, second edition, p:466-470

Gonzalez-Herranz, P, Burgos-Flores, J, Rapariz, JM, Lopez-Mondejar, JA, Ocete, JG, Amaya, S (1995) *Intramedullary nailing of the femur in children. Effects on its proximal end.*J Bone Joint Surg Br. 77: 262-6.

Goodwin, R, Mahar, AT, Oka, R, Steinman, S, Newton, PO (2007) *Biomechanical evaluation of retrograde intramedullary stabilization for femoral fractures: the effect of fracture level.*J Pediatr Orthop. 27: 873-6.

Green, JK, Werner, FW, Dhawan, R, Evans, PJ, Kelley, S, Webster, DA (2005) *A biomechanical study on flexible intramedullary nails used to treat pediatric femoral fractures*. J Orthop Res. 23: 1315-20.

Greene, WB (1998) *Displaced fractures of the femoral shaft in children. Unique features and therapeutic options*. Clin Orthop Relat Res, 86-96.

Gülşen M. (1997); *Temel İlizarov kursu ders notları*; Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Adana,

Hägglund G, Hansson LI, Norman O. (1983) *Correction by growth of rotational deformity after femoral fracture in children*. Acta Orthop Scand. Dec;54(6):858-61.

Hedequist, D, Bishop, J, Hresko, T (2008) *Locking plate fixation for pediatric femur fractures*. J Pediatr Orthop. 28: 6-9.

Hedequist, D, Starr, AJ, Wilson, P, Walker, J (1999) *Early versus delayed stabilization of pediatric femur fractures: analysis of 387 patients*. J Orthop Trauma. 13: 490-3.

Heinrich, S. D., Drvaric, D. M., Darr, K., & MacEwen, G. D. (1994). *The operative stabilization of pediatric diaphyseal femur fractures with flexible intramedullary nails: a prospective analysis*. Journal of Pediatric Orthopaedics, 14(4), 501-507.

Hensinger RN. (1998) *Complications of fractures in children, in Skeletal Trauma in Children*, In: Gren NE, Swiontkowski MF, eds. Phila: WB Saunders Co; p. 121-47

Herndon WA, Mahnken RF, Yngve DA, Sullivan JA. (1989); *Management of femoral shaft fractures in the adolescent*. J Pediatr Orthop 9:29-32.

Heyworth, BE, Galano, GJ, Vitale, MA, Vitale, MG (2004) *Management of closed femoral shaft fractures in children, ages 6 to 10: national practice patterns and emerging trends*. J Pediatr Orthop. 24: 455-9.

Heyworth, BE, Suppan, CA, Kramer, DE, Yen, YM (2012) *Management of pediatric diaphyseal femur fractures*. Curr Rev Musculoskelet Med.

Hinton, RY, Lincoln, A, Crockett, MM, Sponseller, P, Smith, G (1999) *Fractures of the femoral shaft in children. Incidence, mechanisms, and sociodemographic risk factors.* J Bone Joint Surg Am. 81: 500-9.

Ho, C. A., Skaggs, D. L., Tang, C. W., & Kay, R. M. (2006). *Use of flexible intramedullary nails in pediatric femur fractures.* *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 26(4), 497-504.

Hoffer MM, Garrett A, Brink J, Perry J, Hale W, Nickel VL. (1971) *The orthopaedic management of brain-injured children.* J Bone Joint Surg Am. Apr; 53(3):567-77.

Hosalkar, HS, Pandya, NK, Cho, RH, Glaser, DA, Moor, MA, Herman, MJ (2011) *Intramedullary nailing of pediatric femoral shaft fracture.*J Am Acad Orthop Surg. 19: 472-81.

Hougaard K. (1989) *Femoral shaft fractures in children: a prospective study of the overgrowth phenomenon.* Injury. May;20(3):170-2.

Houghton GR, Rooker GD. (1979) *The role of the periosteum in the growth of long bones. An experimental study in the rabbit.* J Bone Joint Surg Br. May;61-B(2):218-20.

Houshian S, Gothgen CB, Pedersen NW, Harving S. (2004) *Femoral shaft fractures in children. Elastic stable intramedullary nailing in 31 cases.* Acta Orthop Scand; 75:249–251.

Hubbard DD, Staheli LT, Chew DE, Mosca VS. (1988) *Medial femoral torsion and osteoarthritis.* J Pediatr Orthop;8: 540-2.

Humberger, FW, Eyring, EJ (1969) *Proximal tibial 90-90 traction in treatment of children with femoral-shaft fractures.* J Bone Joint Surg Am. 51: 499-504.

Inan, M., Altintas, F., & Duru, I. (2009). *The evaluation and management of rotational deformity in cerebral palsy.* Acta Orthop Traumatol Turc, 43(2), 106-112.

Jaarsma, R. L., Pakvis, D. F. M., Verdonshot, N., Biert, J., & Van Kampen, A. (2004). *Rotational malalignment after intramedullary nailing of femoral fractures*. Journal of orthopaedic trauma, 18(7), 403-409.

Jacobsen, F. Stig M.D. (1997) *Periosteum: Its Relation to Pediatric Fractures*. [Editorial] Journal of Pediatric Orthopaedics B. 6(2):84-90, April

Jeanmart, L., Baert, A. L., & Wackenheim, A. (1983). *Computer Tomography of Neck, Chest, Spine, and Limbs*. Springer-Verlag.

Jencikova-Celerin, L, Phillips, JH, Werk, LN, Wiltrout, SA, Nathanson, I (2008) *Flexible interlocked nailing of pediatric femoral fractures: experience with a new flexible interlocking intramedullary nail compared with other fixation procedures*. J Pediatr Orthop. 28: 864-73.

Jensen J.E., Jensen T.G., Smith T.K. (1982) *Nutrition in orthopaedic surgery*. JBJS; vol 64A: p:1263-1272

Johnson K.D., Jonston D.W.C., Parker B. ( 1987) *Comminuted femoral shaft fractures*. Orthopaedic Clinics of North America; vol:18, no:1, p:133-147

Kalhor, M, Beck, M, Huff, TW, Ganz, R (2009) *Capsular and pericapsular contributions to acetabular and femoral head perfusion*. J Bone Joint Surg Am. 91: 409-18.

Kanlic, EM, Anglen, JO, Smith, DG, Morgan, SJ, Pesantez, RF (2004) *Advantages of submuscular bridge plating for complex pediatric femur fractures*. Clin Orthop Relat Res, 244-51.

Kasser JR, Beaty JH. (2001) Femoral Shaft Fractures. Chapt. 22 in: Fractures in Children, Vol. III, 5th ed., Rockwood, Wilkins and Beaty eds. Lippincott, Williams and Wilkins. Phila. PA.; 941-80.

Keeler, KA, Dart, B, Luhmann, SJ, Schoenecker, PL, Ortman, MR, Dobbs, MB, Gordon, JE (2009) *Antegrade intramedullary nailing of pediatric femoral fractures using an interlocking pediatric femoral nail and a lateral trochanteric entry point*. J Pediatr Orthop. 29: 345-51.

Kempf, I, Grosse, A, Beck, G (1984) *Closed locked intramedullary nailing*. J Bone Joint Surg Br. 67-A: 709-20.

Kenwright J., Gardner T. (1998) *Mechanical influences on tibial fracture healing*. Clin. Orthop.; vol:355: p:179-190

Kenwright J., Goodship A.E. (1989) *Controlled mechanical stimulation in the treatment of tibial fractures*. Clin. Orthop.; vol:241: p:36-47

Kesemenli CC, Subasi M, Arslan H, Tüzüner T, Necmioglu S, Kapukaya A. (2004) *Is external fixation in pediatric femoral fractures a risk factor for refracture?* J Pediatr Orthop. Jan-Feb;24(1):17-20.

Khan SN. (2000.) *Bone growth factors*. Orthop Clin North Am. 31(3): 375–388,

Khazzam, M., Tassone, C., Liu, X. C., Lyon, R., Freeto, B., Schwab, J., & Thometz, J. (2009). *Use of flexible intramedullary nail fixation in treating femur fractures in children*. Am J Orthop, 38(3), E49-E55.

Kılıçoğlu S. (2002) *Mikroskopi düzeyinde kırık iyileşmesi*. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası 55(2):143-150,

Kirby, RM, Winkquist, RA, Hansen, ST, Jr. (1981) *Femoral shaft fractures in adolescents: a comparison between traction plus cast treatment and closed intramedullary nailing*. J Pediatr Orthop. 1: 193-7.

Kocher, MS, Sink, EL, Blasler, RD, Luhmann, SJ, Mehlman, CT, Scher, DM, Matheney, T, Sanders, JO, Watters, WC, 3rd, Goldberg, MJ, Keith, MW, Haralson, RH, 3rd, Turkelson, CM, Wies, JL, Sluka, P, Hitchcock, K (2009) *Treatment of pediatric diaphyseal femur fractures*. J Am Acad Orthop Surg. 17: 718-25.

Kocher, MS, Sink, EL, Blasler, RD, Luhmann, SJ, Mehlman, CT, Scher, DM, Matheney, T, Sanders, JO, Watters, WC, 3rd, Goldberg, MJ, Keith, MW, Haralson, RH, 3rd, Turkelson, CM, Wies, JL, Sluka, P, McGowan, R (2010) *American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on treatment of pediatric diaphyseal femur fracture*. J Bone Joint Surg Am. 92: 1790-2.

Lanotti JP, Goldstein S, Kuhn J, et al. (2000) *The formation and growth of skeletal tissues*. In: Buckwalter JA, Einhorn TA, Simon SR, eds. American Academy of Orthopaedic Surgeons; p.78-104

Lavine L.S., Grodzinsky A.J. (1987) *Current concepts review: electrical stimulation of repair of bone*. Journal of Bone and Joint Surgery; vol 69A, p:626-630

Lee, SS, Mahar, AT, Newton, PO (2001) *Ender nail fixation of pediatric femur fractures: a biomechanical analysis*. J Pediatr Orthop. 21: 442-5.

Leung K.S., Sher A.H., Lam T.S.W. (1989) *Energy metabolism in fractures healing*. Journal of Bone and Joint Surgery; vol:71B, p:567-660

Li, Y, Stabile, KJ, Shilt, JS (2008) *Biomechanical analysis of titanium elastic nail fixation in a pediatric femur fracture model*. J Pediatr Orthop. 28: 874-8.

Linhart WE, Roposch A. (1999) *Elastic stable intramedullary nail-ing for unstable femoral fractures in children: preliminary results of a new method*. J Trauma;47:372-8.

Loder, RT (1987) *Pediatric polytrauma: orthopaedic care and hospital course*. J Orthop Trauma. 1: 48-54.

Loder, RT, O'Donnell, PW, Feinberg, JR (2006) *Epidemiology and mechanisms of femur fractures in children*. J Pediatr Orthop. 26: 561-6.

Luhmann, SJ, Schootman, M, Schoenecker, PL, Dobbs, MB, Gordon, JE (2003) *Complications of titanium elastic nails for pediatric femoral shaft fractures*. J Pediatr Orthop. 23: 443-7.

MacEwen GD, Heinrich SD, Drvaric D, Dorr K. (1993) The North American experience of flexible intramedullary nails using the non C technique. J Bone Joint Surg [Br];(75 Suppl II):162.

Mahar, AT, Lee, SS, Lalonde, FD, Impelluso, T, Newton, PO (2004) *Biomechanical comparison of stainless steel and titanium nails for fixation of simulated femoral fractures*. J Pediatr Orthop. 24: 638-41.

Mani, US, Sabatino, CT, Sabharwal, S, Svach, DJ, Suslak, A, Behrens, FF (2006) *Biomechanical comparison of flexible stainless steel and titanium nails with external fixation using a femur fracture model.* J Pediatr Orthop. 26: 182-7.

Marsh J.L., Buckwalter J.A., Evarts C.M. (1994) *Nonunion, delayed union, malunion and avascular necrosis. Complications in orthopaedic surgery.* Philadelphia: JB Lippincott; 183-211

Matsen FA 3rd, Veith RG. (1981) *Compartmental syndromes in children.* J Pediatr Orthop;1(1):33-41.

Mazda, K, Khairouni, A, Pennecot, GF, Bensahel, H (1997) *Closed flexible intramedullary nailing of the femoral shaft fractures in children.* J Pediatr Orthop B. 6: 198-202.

Mehlman, CT, Nemeth, NM, Glos, DL (2006) *Antegrade versus retrograde titanium elastic nail fixation of pediatric distal-third femoral-shaft fractures: a mechanical study.* J Orthop Trauma. 20: 608-12.

Metaizeau, J. P. (2004). *Stable elastic intramedullary nailing for fractures of the femur in children.* Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 86(7), 954-957.

Mileski, RA, Garvin, KL, Crosby, LA (1994) *Avascular necrosis of the femoral head in an adolescent following intramedullary nailing of the femur. A case report.* J Bone Joint Surg Am. 76: 1706-8.

Mileski, RA, Garvin, KL, Hurman, WW (1995) *Avascular necrosis of the femoral head after closed intramedullary shortening in an adolescent.* J Pediatr Orthop. 15: 24-6.

Miller M. D. (1996.) *Bone.* In: Miller M (Ed) *Review of Orthopaedics.* Saunders, Philadelphia. 1– 22,

Moroz, LA, Launay, F, Kocher, MS, Newton, PO, Frick, SL, Sponseller, PD, Flynn, JM (2006) *Titanium elastic nailing of fractures of the femur in children. Predictors of complications and poor outcome.* J Bone Joint Surg Br. 88: 1361-6.

Morris, S, Cassidy, N, Stephens, M, McCormack, D, McManus, F (2002) *Birth-associated femoral fractures: incidence and outcome*. J Pediatr Orthop. 22: 27-30.

Narayanan, UG, Hyman, JE, Wainwright, AM, Rang, M, Alman, BA (2004) *Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures, and how to avoid them*. J Pediatr Orthop. 24: 363-9.

Newton, PO, Mubarak, SJ (1994) *Financial aspects of femoral shaft fracture treatment in children and adolescents*. J Pediatr Orthop. 14: 508-12.

Nork, SE, Hoffinger, SA (1998) *Skeletal traction versus external fixation for pediatric femoral shaft fractures: a comparison of hospital costs and charges*. J Orthop Trauma. 12: 563-8.

Ogden, JA (1974) *Changing patterns of proximal femoral vascularity*. J Bone Joint Surg Am. 56: 941-50.

Park S.H., O'Connor K., Mc Kellop H. (1998) *The influence of active shear or compressive motion on fracture healing*. JBJS; vol: 80A, p:868-878

Pate, O, Hedequist, D, Leong, N, Hresko, T (2009) *Implant removal after submuscular plating for pediatric femur fractures*. J Pediatr Orthop. 29: 709-12.

Pekler R.R., Friedlaender G.E. (1997) *Fracture healing: radiation induced alteration*. Clin. Orthop.; vol:341, p:267-282

Perez, A, Mahar, A, Negus, C, Newton, P, Impelluso, T (2008) *A computational evaluation of the effect of intramedullary nail material properties on the stabilization of simulated femoral shaft fractures*. Med Eng Phys. 30: 755-60.

Perona PG, Light TR. (1990) *Remodeling of the skeletally immature distal radius*. J Orthop Trauma;4(3):356-61.

Podeszwa, DA, Mooney, JF, 3rd, Cramer, KE, Mendelow, MJ (2004) *Comparison of Pavlik harness application and immediate spica casting for femur fractures in infants*. J Pediatr Orthop. 24: 460-2.



Poolman, RW, Kocher, MS, Bhandari, M (2006) *Pediatric femoral fractures: a systematic review of 2422 cases*. J Orthop Trauma. 20: 648-54.

Prather JL, Nusynowitz ML, Snowdy HA, Hughes AD, McCartney WH, Bagg RJ. (1977) *Scintigraphic findings in stress fractures*. J Bone Joint Surg Am. Oct;59(7):869-74.

Raikin S.M., Landsman J.C., Alexander V.A., Froimson M.I., Plaxton N.A. (1998) *Effect of nicotine on the rate and strength of long bone fracture healing*. Clin. Orthop.; vol:353, p:231-237

Raney, EM, Ogden, JA, Grogan, DP (1993) *Premature greater trochanteric epiphysiodesis secondary to intramedullary femoral rodding*. J Pediatr Orthop. 13: 516-20.

Reeves, RB, Ballard, RI, Hughes, JL (1990) *Internal fixation versus traction and casting of adolescent femoral shaft fractures*. J Pediatr Orthop. 10: 592-5.

Rhineland, FW (1998) *Effects of medullary nailing on the normal blood supply of diaphyseal cortex*. 1973. Clin Orthop Relat Res, 5-17.

Ricci, WM, Gallagher, B, Haidukewych, GJ (2009) *Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: current concepts*. J Am Acad Orthop Surg. 17: 296-305.

Roman A.H., Brighton C.T., Esterhai J.L. (1998) *Pathophysiology of delayed healing*. Clin. Orthop.; vol:355S, p:31-40

Sagan, ML, Datta, JC, Olney, BW, Lansford, TJ, McIff, TE (2010) *Residual deformity after treatment of pediatric femur fractures with flexible titanium nails*. J Pediatr Orthop. 30: 638-43.

Salem, KH, Keppler, P (2010) *Limb geometry after elastic stable nailing for pediatric femoral fractures*. J Bone Joint Surg Am. 92: 1409-17.

Sanders, JO, Browne, RH, Mooney, JF, Raney, EM, Horn, BD, Anderson, DJ, Hennrikus, WL, Robertson, WW (2001) *Treatment of femoral fractures in children by pediatric orthopedists: results of a 1998 survey*. J Pediatr Orthop. 21: 436-41.

Saseendar, S, Menon, J, Patro, DK (2010) *Treatment of femoral fractures in children: is titanium elastic nailing an improvement over hip spica casting?* J Child Orthop. 4: 245-51.

Schenk R. K. (2003) *Biology of fracture*. In: Browner B, Jupiter J, Levine A, Trafton P (Eds) Skeletal Trauma. Saunders, Philadelphia, Vol 1: 29-74,

Shapiro F. (1981) *Fractures of the femoral shaft in children. The overgrowth phenomenon*. Acta Orthop Scand. Dec;52(6):649-55.

Shemshaki, HR, Mousavi, H, Salehi, G, Eshaghi, MA (2011) *Titanium elastic nailing versus hip spica cast in treatment of femoral-shaft fractures in children*. J Orthop Traumatol. 12: 45-8.

Shepherd L.E., Zalavras C.G., Jaki K., Shean C., Patzakis M.J. (2003) *Gunshot femoral shaft fractures: Is the current classification system reliable?; Clinical Orthopaedics and related research.*; vol:408, p:101-109

Siffert, RS (1981) *Patterns of deformity of the developing hip*. Clin Orthop Relat Res, 14-29.

Sink, EL, Faro, F, Polousky, J, Flynn, K, Gralla, J (2010) *Decreased complications of pediatric femur fractures with a change in management*. J Pediatr Orthop. 30: 633-7.

Sink, EL, Hedequist, D, Morgan, SJ, Hresko, T (2006) *Results and technique of unstable pediatric femoral fractures treated with submuscular bridge plating*. J Pediatr Orthop. 26: 177-81.

Skaggs, DL, Friend, L, Alman, B, Chambers, HG, Schmitz, M, Leake, B, Kay, RM, Flynn, JM (2005) *The effect of surgical delay on acute infection following 554 open fractures in children*. J Bone Joint Surg Am. 87: 8-12.

Stanitski, DF (1999) *Limb-length inequality: assessment and treatment options*. J Am Acad Orthop Surg. 7: 143-53.

Stannard, JP, Christensen, KP, Wilkins, KE (1995) *Femur fractures in infants: a new therapeutic approach*. J Pediatr Orthop. 15: 461-6.

Stans AA, Morrissy RT, Renwick SE. (1999) *Femoral shaft fracture treatment in patients age 6 to 16 years*. J Pediatr Orthop; 19:222-8.

Stephen, DJ, Kreder, HJ, Schemitsch, EH, Conlan, LB, Wild, L, McKee, MD (2002) *Femoral intramedullary nailing: comparison of fracture-table and manual traction. a prospective, randomized study*. J Bone Joint Surg Am. 84-A: 1514-21.

T.C. Sağlık Bakanlığı İlaç ve Eczacılık Genel Müdürlüğü, *İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu*. 1995, T.C. Sağlık Bakanlığı: Ankara.

Tan, V, Pepe, MD, Glaser, DL, Seldes, RM, Heppenstall, RB, Esterhai, JL, Jr. (2000) *Well-leg compartment pressures during hemilithotomy position for fracture fixation*. J Orthop Trauma. 14: 157-61.

Tonnis D, Heinecke A. (1999) *Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip*. J Bone Joint Surg [Am];81:1747-70.

Travmatoloji R. EGE 2001. p. 1048-58

Trueta, J (1957) *The normal vascular anatomy of the human femoral head during growth*. J Bone Joint Surg Br. 39-B: 358-94.

Türkiye Klinikleri J. Pediatr Sci 2006,2(4):98-104

Uhthoff, HK, Bardos, DI, Liskova-Kiar, M (1981) *The advantages of titanium alloy over stainless steel plates for the internal fixation of fractures. An experimental study in dogs*. J Bone Joint Surg Br. 63-B: 427-84.

Us A. K. Kırıklar hakkında genel bilgiler. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü Ders Notları, Ankara, (2005)

Uzun, M., Dirik, Y., Erturer, E., Ozturk, I., & Aksoy, B. (2004). *Radiographic and functional results of osteosynthesis with locked unreamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures in adults*. Acta Orthop Traumatol Turc, 39(5), 381-386.

Vanlaningham, CJ, Schaller, TM, Wise, C (2009) *Skeletal versus skin traction before definitive management of pediatric femur fractures: a comparison of patient narcotic requirements*. J Pediatr Orthop. 29: 609-11.

Wall, EJ, Jain, V, Vora, V, Mehlman, CT, Crawford, AH (2008) *Complications of titanium and stainless steel elastic nail fixation of pediatric femoral fractures*. J Bone Joint Surg Am. 90: 1305-13.

Wallace ME, Hoffman EB. (1992) *Remodelling of angular deformity after femoral shaft fractures in children*. J Bone Joint Surg Br. Sep;74(5):765-9.

Westh, RN, Menelaus, MB (1981) *A simple calculation for the timing of epiphysial arrest: a further report*. J Bone Joint Surg Br. 63-B: 117-9.

White A.A., Panjabi M.M., Southwick W.O. (1977) *The four biomechanical stages of fracture repair*. Journal of Bone and Joint Surgery,; vol:59A, p:188-192

Wilkins K. Travma. In: Lynn Staheli (Ed) *Pediatric Ortopedi*. Çeviri editörü Yalçın S, Avrupa Tıp Kitapçılık, İstanbul, 203-260, 2005.

Wilkins KE. (2005) *Principles of fracture remodeling in children*. Injury. Feb;36 Suppl 1:A3- 11.

WMA, *Declaration Of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*, in *59th WMA General Assembly*, ASSOCIATION, W. M., Editor. October 2008: Seoul.

Zionts LE, McCampbell EJ, Szentfulopi T, Goodman RM, Harvey JP Jr. (1983 ) *Deep-vein thrombosis in children following trauma. A report of two cases.* J Bone Joint Surg Am. Jul;65(6):839-40.

Ziv I, Blackburn N, Rang M. (1984) *Femoral intramedullary nailing in the growing child.* J Trauma;24:432-4.