

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

**ÇOCUK FEMUR VE TİBİA DİYAFİZ KIRIKLARINDA ENDER  
İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ İLE TEDAVİ EDİLEN HASTALARIMIZIN  
KLİNİK SONUÇLARI**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Albert ÇAKAR**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fethi CEYLAN**

**Van, 2010**

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

|                                                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| İÇİNDEKİLER .....                                                         | I    |
| TEŞEKKÜR .....                                                            | III  |
| ÖZET .....                                                                | IV   |
| SUMMARY .....                                                             | VI   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                     | VIII |
| TABLOLAR DİZİNİ .....                                                     | XIII |
| RESİMLER DİZİNİ .....                                                     | XI   |
| 1.GİRİŞ VE AMAÇ .....                                                     | 1    |
| 2.GENEL BİLGİLER.....                                                     | 3    |
| 2.1. Anatomi.....                                                         | 3    |
| 2.1.1. Femur anatomisi ve femurun kanlanması.....                         | 3    |
| 2.1.2. Tibia anatomisi ve tibia'nın kanlanması.....                       | 5    |
| 2.2. Çocuk Femur ve Tibia Diyafiz Kırıklarının Yaralanma Mekanizması..... | 8    |
| 2.2.1. Femur kırığı.....                                                  | 8    |
| 2.2.2. Tibia kırığı .....                                                 | 8    |
| 2.3. Çocuk Kırıklarının Genel Özellikleri.....                            | 9    |
| 2.4. Çocuk Kırıklarında Klinik Bulgular ve Tanı.....                      | 9    |
| 2.4.1. Klinik bulgular .....                                              | 11   |
| 2.4.2. Radyolojik inceleme.....                                           | 13   |
| 2.5. Kırık Tanımı ve Tipleri .....                                        | 13   |
| 2.5.1. Kırık tanımı .....                                                 | 13   |
| 2.5.2. Kırık tipleri ve sınıflandırılması.....                            | 13   |

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.6. Kırık İyileşmesi .....</b>                       | <b>18</b> |
| <b>2.6.1. İnflamatuar dönem .....</b>                    | <b>19</b> |
| <b>2.6.2. Onarım evresi .....</b>                        | <b>21</b> |
| <b>2.6.3. Remodeling evresi .....</b>                    | <b>22</b> |
| <b>2.7. Çocuk Kırıklarında Tedavi Yöntemleri.....</b>    | <b>23</b> |
| <b>2.7.1. Femur kırıklarında tedavi yöntemleri .....</b> | <b>23</b> |
| <b>2.7.1.1. Traksiyon ve alçılama.....</b>               | <b>25</b> |
| <b>2.7.1.2. Erken alçılama .....</b>                     | <b>26</b> |
| <b>2.7.1.3. Eksternal fiksator.....</b>                  | <b>26</b> |
| <b>2.7.1.4. Rijit kanal içi çivileme .....</b>           | <b>27</b> |
| <b>2.7.1.5. Plaklı tespit .....</b>                      | <b>27</b> |
| <b>2.7.1.6. Esnek kanal içi çivileme.....</b>            | <b>28</b> |
| <b>2.7.2. Tibia kırıklarında tedavi yöntemleri.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>2.8. Çocuk Kırıklarının Komplikasyonları.....</b>     | <b>30</b> |
| <b>2.8.1. Akut komplikasyonlar .....</b>                 | <b>31</b> |
| <b>2.8.2. Erken komplikasyonlar .....</b>                | <b>32</b> |
| <b>2.8.3. Geç komplikasyonlar .....</b>                  | <b>33</b> |
| <b>3. MATERYAL VE METOD.....</b>                         | <b>35</b> |
| <b>4. BULGULAR.....</b>                                  | <b>42</b> |
| <b>5. OLGU ÖRNEKLERİ .....</b>                           | <b>48</b> |
| <b>6. TARTIŞMA .....</b>                                 | <b>57</b> |
| <b>7. SONUÇ.....</b>                                     | <b>62</b> |
| <b>8. KAYNAKLAR .....</b>                                | <b>63</b> |

## **TEŞEKKÜR**

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocam, anabilim dalı başkanımız Doç. Dr. Ali DOĞAN'a, asistanlığım boyunca eğitime katkıları bulunan hocalarım Yrd. Doç. Dr. Savaş GÜNER'e ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fethi CEYLAN'a, asistanlık eğitimimin başlarında da olsa tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam, Prof. Dr. Fuat AKPINAR'a, eğitimimde büyük katkısı olan ve tecrübelerini biz asistanlardan esirgemeyen değerli hocamız Prof. Dr. Ahmet SEBİK'e eğitimimde emeği geçen hocamız Yrd. Doç.Dr. Ali Murat KALANDER'e, rotasyonlarım esnasında her zaman desteklerini benden esirgemeyen bütün değerli hocalarıma, asistanlık eğitimim boyunca birlikte çalıştığım ve yardımlarını esirgemeyen değerli asistan arkadaşlarıma, serviste ve ameliyathanede birlikte çalıştığım hemşire ve personel arkadaşlarıma, her konuda yardımını esirgemeyen klinik sekreterlerimize, bu günlere gelmemde her zaman maddi ve manevi olarak çok büyük desteklerini gördüğüm aileme çok teşekkür ederim.



## ÖZET

Çocuk femur ve tibia kırıklarının tedavi yaklaşımı, konservatif olmakla birlikte dört yaşından büyük olgularda cerrahi gerekmektedir. 2005- 2009 yılları arasında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.D.'da takibi yapılan, çocuk femur ve tibia diyafiz kırığı olan ve elastik intramedüller Ender çivisi uygulanmış 32 hastanın, femur ve tibiadan oluşan 36 kırığı çalışma kapsamına alındı. Yaş ortalaması 8.4 olan olguların 26'sı erkek, 6'sı kız çocuğu idi. Olguların 32'si kapalı, 4'ü açık kırık olup, 29'u femur, 7'si tibia kırığından oluşmaktaydı.

Tüm olgularda kaynama meydana gelmiştir. Ek patolojilerden dolayı hastanede yatma süresi göz önüne alınmayınca, operasyon sonrası hastanede kalma süreleri ortalama 7 gündür.

Olguların takibinde yeniden kırılma, enfeksiyon, çivi giriş yeri irritasyonu ve eklem hareket kısıtlılığı görülmemiştir. Bir olgu, Ender çivilerinin eğilmesi sonrası tekrar ameliyat edilmiştir.

Olgularda ortalama çivi çıkarma süresi 5-32 ay arası olup, ortalama 13.9 ay olarak saptanmıştır. Çivi çıkarma süresindeki aralığın geniş olması, bazı olguların kontrollere gelmemesinden kaynaklanmaktadır.

Olgular kontrollerinde klinik ve radyolojik olarak değerlendirildi. Klinik olarak; ekstremité uzunluğu, iç-dış rotasyon farkı ve eklem hareket açıklığına bakıldı.

Klinik olarak değerlendirmede; 24 olguda uzunluk farkı 5-13 mm, 8 olguda kısalık farkı 5-20 mm, 15 olguda dış rotasyon farkı 2-8 derece, 3 olguda iç rotasyon farkı 2-6 derece olduğu saptandı.

Radyolojik olarak değerlendirmede, varus-valgus ve ön-arka açılanma değerlendirildi. Radyolojik değerlendirmede; 9 olguda valgus deformitesi 2-8 derece, 10 olguda varus deformitesi 4-10 derece olduğu saptandı.

Olgulardan postoperatif olarak Winguist-Hansen sınıflamasına göre stabil kabul edilenler postoperatif olarak 3. günden sonra koltuk değnekleri ile mobilize edildi.

Yük vermeye 3. haftasından sonra kallus dokusu oluşması ile başladı. İnstabil olan olgularda ise femur kırıklarında pelvis destekli atele, tibia kırıklarında uzun bacak atele alınarak iki hafta takip sonrası mobilize edildi.

Kallus dokusunun oluşması ve yük verme sonrası, olgularda okula dönüş mümkün olmuştur.

Olgular Flynn kriterlerine göre; uzunluk farkı, açısal deformite ve klinik olarak ağrının olup olmaması şeklinde yorumlanmış olup, buna göre 29 kırıklı olguda mükemmel sonuç, 7 kırıklı olguda iyi sonuç elde edilmiş olup, kötü sonuç elde edilmemiştir.

Çalışma sonucunda olguların sonuçları göz önüne alınarak Ender çivilerinde, uygulama kolaylığı, enfeksiyon olmaması, yeniden kırık görülmemesi, erken mobilizasyon, hastanede kalma süresinin kısa olması, özellikle maliyetinin düşük olması nedeni ile diğer cerrahi teknikler ve elastik titanyum intramedüller çivilemeye iyi bir alternatif olacağı söylenebilir.

## SUMMARY

Although the treatment approach in femoral and tibial fractures in children is conservative, surgery is required in children older than 4 years of age. Thirty-six fractures of 32 children with femoral and tibial diaphyseal fractures followed-up in Yüzüncü Yıl University, Medicine School, Orthopedics and Traumatology Department after the application of elastic intramedullary Ender screws between 2005 and 2009 were included in the study. Twenty-six of the cases that mean age was 8.4 were boys, and 6 were girls. Thirty-two of the cases were closed fractures, and 4 were open fractures; 29 were femoral, and 7 were tibial fractures.

Healing occurred in all cases. The mean period of stay in hospital was 7 days when stay because of additional pathologies was not considered.

No re-fracturing, infection, irritation in the entry location of screws, and joint movement restriction was not seen during the follow-up period of the cases. One case was re-operated because of bending of the Ender screws.

The period for removal of screws ranged between 5 and 32 months, and 13.9 months in the average. The wide range for the removal of the screws arises from the failure of some cases attending controls.

Cases were evaluated with clinical and radiological examinations in the control visits. Clinically, length of the extremity, difference between internal and external rotations and range of motion of the joint were considered.

In the clinical evaluation, it was found that difference of length was 5-13mm in 24 cases and difference in shortening was 5-20mm in 8 cases; and external rotation difference was 2-8 degrees in 15 cases and internal rotation difference was 2-6 degrees in 3 cases.

In the radiological evaluation, varus-valgus and anterior-posterior angling was assessed. It was found in the radiological evaluation that varus deformity was 2-8 degrees in 9 cases, and varus deformity was 4-10 degrees in 10 cases.

Those considered as stable postoperatively according to Winguist-Hansen classification, were mobilized with clutches after day 3 postoperatively.

Loading was started after the third week with starting of callus formation. Unstable cases however, were mobilized after a follow-up period of two weeks with pelvic-supported brace in femoral fractures, and bracing the longer leg in tibial fractures.

Returning school of the cases was allowed after the formation of callus tissue and loading (successfully).

Cases were interpreted according to Flynn criteria with difference of length, angular deformity, and presence or absence of clinical pain; accordingly, excellent results were obtained in 29 cases with fractures, and good results were obtained in 7 cases, and no bad results were seen.

As a conclusion of this study, it can be said by considering the results obtained in the cases that Ender screws a good alternative for other surgical techniques and elastic titanium intramedullary screwing with ease of application, absence of infection, absence of re-fracturing, early mobilization, short hospitalization period, and particularly low costs.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.Femur ossifikasyon merkezleri.....                                                | 3  |
| Şekil 2.Genç bir erişkinde femur epifizyal çizgilerin önden görünümü.....                 | 4  |
| Şekil 3. Genç bir erişkinde femur epifizyal çizgilerin arkadan görünümü .....             | 4  |
| Şekil 4.Tibia ossifikasyon merkezlerinin görünümü .....                                   | 6  |
| Şekil 5.Genç bir erişkinde tibia ve fibulanın epifizyal çizgilerinin önden görünümü ..... | 7  |
| Şekil 6.Femur kırıklarında Winqvist -Hansen Sınıflaması .....                             | 17 |
| Şekil 7.Kırık iyileşmesi dönemleri .....                                                  | 19 |

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No:

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4 1. Olguların cinsiyet dağılımı .....                        | 42 |
| Tablo 4 2. Olguların kırık etyolojisine göre dağılımı .....         | 43 |
| Tablo 4 3. Olguların kırık lokalizasyonları.....                    | 43 |
| Tablo 4 4. Olguların Winqvist sınıflamasına göre kırık tipleri..... | 44 |
| Tablo 4 5. Flynn kriterleri.....                                    | 45 |

## RESİMLER DİZİNİ

### Sayfa No:

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Resim 1. Ender çakma-çıkarma seti.....                                 | 36 |
| Resim 2. Tibia, iç-dış rotasyonun klinik olarak değerlendirilmesi..... | 39 |
| Resim 3. Femur, iç-dış rotasyonun klinik olarak değerlendirilmesi..... | 40 |

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çocuk kırıklarına konservatif yaklaşım, özellikle 0-4 yaş arasında güncelliğini koruyan bir tedavi yöntemidir. Kapalı redüksiyon ve alçılı tespit ile 0-4 yaş arası çocuk kırıkları önemli oranda tedavi edilebilir (1,2).

Konservatif tedaviden ne zaman cerrahi tedaviye geçmek gerekir? Hangi yerleşimde, hangi yaşta, kaç derece açılanma ve kaç derece rotasyon kabul edilebilir? Bu konularda çalışmacılar arasında fikir birliği yoktur. Her klinisyen kendi tecrübelerini ortaya koymaya çalışmıştır.

Çocuk femur ve tibia diyafiz kırıkları, acil ortopedi kliniklerine yapılan başvuruların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Dört-sekiz yaş arası çocuklarda; yatak istirahati, traksiyon ve alçılama gibi konservatif tedavi yöntemleri uygulanabilir. Fakat açılanma, rotasyon bozukluğu, kısalık gibi sorunlar ile eklem sertlikleri ve çocuğun okuluna erken dönememesi; bu dönemde cerrahi tedavinin seçilmesi için önemli sebeplerdir.

Hasta bakımının kolaylaşması, erken hareket ve rehabilitasyonun sağlanması, çocuğun eğitimine daha kısa sürede dönmesi sonucu; çocuk ve aile üzerindeki beklenen olumlu etkileri göz önüne alındığında cerrahi tedavi tercihi ağırlık kazanmaktadır.

Plak vida osteosentezi ve eksternal fiksator gibi diğer cerrahi tedavilerle karşılaştırıldığında; enfeksiyon, yeniden kırılma, yanlış kaynama, kaynamama, eklem sertliği ve yara skarının daha az olması yanında okula erken dönme gibi faktörler nedeniyle intramedüller çivileme çocuklarda tercih edilmeye başlanmıştır (3).

1982’de Liger ve arkadaşları ile Heinrich ve arkadaşları, hastalarında elastik intramedüller çivileri kullanarak başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (3). Mann ve arkadaşları ise ilk kez 1986’da Ender çivilerini çocuk femur diyafiz kırıklarında kullanmışlardır (4).

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 (5).

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 ve tibia diyafiz kırıklarında uygulamış olduğumuz elastik paslanmaz çelik olan Ender çivilerinin sonuçlarını değerlendirdik. Sonuçlarımızı, literatürde femur ve tibia diyafiz kırıklarında uygulanan, titanyum elastik intramedüller çivilerle yapılan tedavi sonuçları ile karşılaştırdık.

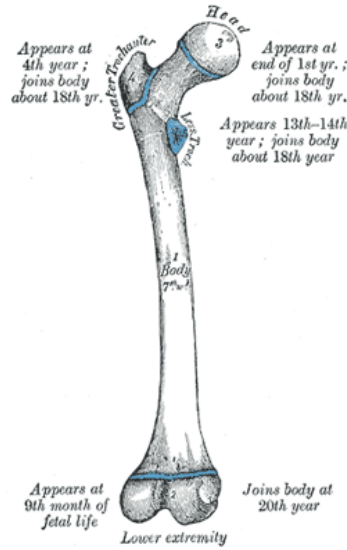


## 2. GENEL BİLGİLER

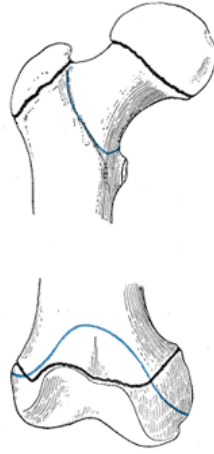
### 2.1. Anatomi

#### 2.1.1. Femur anatomisi ve femurun kanlanması

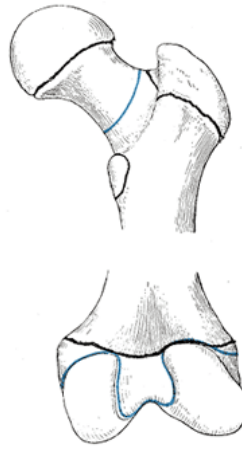
Femur, ilk olarak gestasyonun 14. haftasında mezankimal doku kondensasyonu şeklinde ortaya çıkar. Enkondral kemikleşme 8. haftada başlar ve büyüme hızlanır. Primer kemikleşme merkezi, femur cismi olmakla birlikte sekonder merkezlerin kemikleşmesi 6. ayda üst epifizde, sonradan femur başı ve trokanter 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 1.Femur ossikasyon merkezleri (Henry Gray. Anatomy of the Human Body. II. Osteology s.45)



Şekil 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 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 endokondral kemikleşmeyle başlar, medüller kavite oluşması ile meydana gelir ve bu süreç büyük bir kemikleşme merkezi oluşturur. Böylece spongioz kemik oluşumu hayatın

18. aynaya kadar devam eder, daha sonra erişkin tipte lamellar kemiğe dönüşür. Bu longitudinal ve periferik büyüme iskelet oluşmasına 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 gider. Büyüme ile hem kollodiyafizer açısı hem de boynun anteversiyon açısı azalır. Erken çocuklukta kollodiyafizer açısı  $150^\circ$  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 (6).

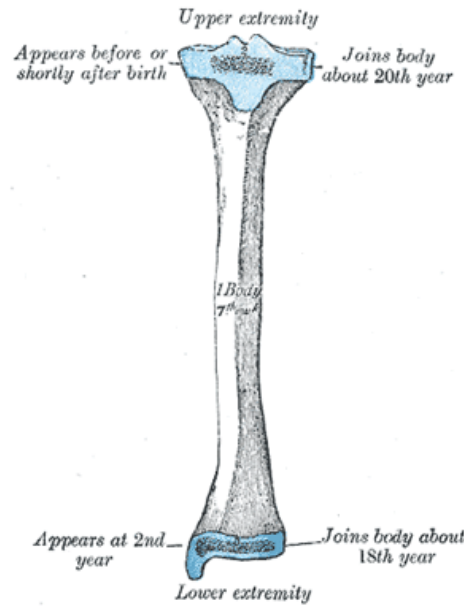
Femur cisminde kan akımı hem endosteal, hem de periosteal kan damarları vasıtasıyla olur. Endosteal akım femura tipik olarak posteriomedialden giren iki besleyici damardan oluşur. Periosteal kapillerler kortikal kemiğin dış % 25 ile 30'unu beslerler ve femur cismine kasların bağlantı bölgelerinde daha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

### **2.1.2. Tibia anatomisi ve tibiaanın kanlanması**

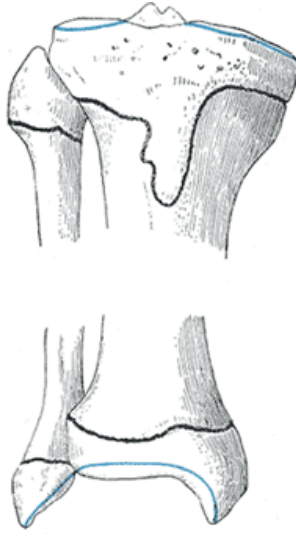
Proksimal tibia kemikleşme çekirdeği hayatın 2. ayında oluşmakla birlikte tibia tüberkülünün sekonder kemikleşme merkezi 10 ile 14 yaşları arasında ortaya çıkar. Bu, yaklaşık 15 yaşında proksimal tibia epifiziyile birleşir. Fibula; gestasyonun 8. haftasında

kemikleşirken, proksimal sekonder kemikleşme merkezi 4 yaşında ve distal epifiz 2 yaşında ortaya çıkar. Proksimal epifizin kapanması 16 ile 18. yaşlar arasında olurken, distal epifiz genellikle 16 yaşında kapanır.

Proksimal tibia epifiz kapanmasının santralden başlayıp periferik ilerlediği düşünülmektedir (7). Ancak yapılan çalışmalarda, 12 ile 20 yaş arası olguların radyografik olarak incelemesinde proksimal tibia fizinin posteriorda birleşiyor gibi görüldüğü ve ardından da anterior füzyonun olduğu gösterilmiştir (8). Eklem kapsülü, popliteus tendonunun proksimal tibiadan distal femur epifizinin posterior cephesine geçmesine izin veren bir defektle, dizi tam almayan bir şekilde çevreler. Kapsül tibia epifizinin içine girer ve lateral-medial kolateral ligamentler sırasıyla distalde, fibula başına ve proksimal medial tibia metafizine yapışır.



Şekil 4-Tibia ossifikasyon merkezlerinin görünümü (Henry Gray. Anatomy of the Human Body II. Osteology s.11)



Şekil 5- Genç bir erişkinde tibia ve fibulanın epifizyal çizgilerinin önden görünümü. (Henry Gray Anatomy of the Human Body. II. Osteology s.11)

Tibia transvers planda tepesi öne bakan bir üçgen kesite sahiptir. Tibianın anteromedial yüzeyinde pes anserinusun distaline hiçbir kas ve bağ yapışmaz. Bu anteromedial yüzey subkütandır ve kolayca palpe edilebilir. Anterolateral yüzey ise kalın bir kas örtüsüne sahiptir ve bacağın anterior kompartmanının medial duvarını oluşturur. Tibialis anterior, ekstansör hallucis longus ve nörovasküler demet bu alana komşudur. Posteriorıda tibia, semimembranosus, popliteus, soleus, tibialis posterior ve fleksör digitorum longus kaslarından bağlantılarla birlikte geniş bir yumuşak doku örtüsüne sahiptir. Tibianın anterolateral ve posterior yüzeyleri yumuşak doku örtüsünden dolayı palpe edilemez.

Cilt altında palpe edilen fibula proksimal ucuna lateral kolateral bağ ve biceps femoris kası yapışır. Peroneal sinir fibula başının distalinde anteriora döner ve sonrasında derin ve yüzeysel dallarına ayrılır. Ağırlıklı olarak kaslardan oluşan geniş bir yumuşak doku örtüsü fibula diyafizini sarar. Lateral malleol fibulanın distal bölgesidir. Distal tibia ve talus ile eklemlenerek ayak bileği ekleminin stabilitesine katkıda bulunur. Bacağın orta bölgesinde tibia ve fibula, tibianın lateral kristası ve fibulanın anteriomedial sınırı arasından geçen kalın bir interosseal membran ile birbirine bağlıdır. Anterior tibial arter ve ven bacağın anterior kompartmanına girmek için interosseal membran üzerinde seyreder.

Popliteal arter proksimal tibiaya yakın geçer ve posterior kapsülle fibröz bağlantıları vardır. Proksimal tibia epifizi seviyesinde dallara ayrılır ve popliteal arterin hareketliliğini azaltan, lateral ve medial inferior geniküler arter dallarını verir. Soleus kasının distalinde 3 ana dala ( peroneal arter, anterior tibial arter, posterior tibial arter) ayrılır. Trifurkasyonun hemen distalinde anterior tibial arter interosseöz membranı penetre ederek bacağın anterior kompartmanına girer. Bu dallanma bölgesinde de damarın hareketliliği azalır. Diğer fiksasyon noktaları; adduktor kanalın terminal yüzündeki, eklem kapsülünün posteriorundaki ve peroneal kasın derin parçasındaki bağ dokusu septalarıdır. Bu multipl sabitleme düzeyleri ve arterin proksimal tibia epifizine yakınlığı, yüksek oranda arter yaralanmasına yol açar.

## **2.2. Çocuk Femur ve Tiba Diyafiz Kırıklarının Yaralanma Mekanizması**

### **2.2.1. Femur kırığı**

Femur cisim kırıklarında yaralanma mekanizması büyük oranda yaşla ilişkilidir. Yürüme çağından önce görülen femur cisim kırıklarının önemli bir nedeni, çocuk istismarı olup, bu yaş grubu kırıklarının % 70 ile 80'inden sorumludur (9). Bir ile dört yaş arası çocuklardaki femur cisim kırıklarının % 30'undan da istismar söz konusudur. Bu nedenle bu yaş gruplarında uygun bir hikaye varlığında istismar şüphesi yüksek olmalı ve diğer yaralanmalar açısından da fizik muayene yapılmalıdır. Dört-yedi yaş arasında bisiklet kazaları femur kırıklarının %50'sinin sebebi iken, genç erişkin dönemde motorlu araç kazaları gibi yüksek enerjili yaralanmalar ilk sırada yer almaktadır (9,10).

### **2.2.2. Tibia kırığı**

Dört yaş altındaki çocuklarda, yüksekten ya da bisikletten düşme sonucu dolaylı mekanizma ile spiral ya da oblik kırıklar oluşur. Dört yaş üzeri çocuklarda ise genelde araç dışı trafik kazaları sonucu, tam ya da parçalı kırıklara rastlanır (11). Sportif etkinliklerde yine bu yaş grubunda önemli nedenlerdendir (12). Açık kırıklar tüm tibia kırıklarının %8'ini oluşturur

ve genellikle motorsiklet kazaları sonucu oluşur (13). Çocuk istismarı ise tüm kırıkların %5'inden azının sebebidir (14).

Çocuğun yaşına ve yaralanma mekanizmasına göre tibia diyafiz kırıkları, iki alt gruba ayrılır. Altı yaş altındaki çocuklarda, düşme ya da bükülme yaralanması sonucu dolaylı travmayla oblik ya da spiral kaymamış veya az kaymış, fibulanın sağlam olduğu kırıklar oluşur. Altı-onbir yaş arası çocuklarda ise, doğrudan travma ile transvers kaymış ve fibulanın kırığa eşlik ettiği yaralanmalar görülür. Onbir yaş üzerinde ise genelde yüksek enerjili travmalarla oluşan erişkin tipi kaymış kırıklar görülür. Genel olarak kırıkların %59'u 1/3 alt diyafiz bölgesinde görülür. Erkek çocuklarda daha sıktır (11).

### 2.3. Çocuk Kırıklarının Genel Özellikleri

Çocuklarda kas iskelet sisteminde, değişik yaş gruplarında birbirleri ve erişkinler arasında anatomik, biyomekanik ve fizyolojik farklılıklar vardır (15).

**Biyomekanik Farklılıklar:** Çocuk kemiği daha az mineralize ve daha vaskülerizedir. Biyomekanik açıdan belirgin bir şekilde erişkin kemiklerinden farklı olmasının yanında, çocuk hastalarda değişik yaş gruplarının biyomekanik özellikleri farklıdır (15,16). Bükülme kuvveti, esneklik modülü ve enerji absorpsiyonu en sık değerlendirilen biyomekanik parametrelerdir. Çocuk kemiklerinde, yaş ile ters orantılı olarak; bükülme kuvveti ve esneklik modülü düşük, buna karşılık enerji absorpsiyon yeteneği yüksektir (16).

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

**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. Kemiğin uzunlamasına büyümesini sağlar ve yaralanmaları önemli büyüme kusurları yaratabilir (17).

**b. Epifiz:** Eklem yüzeyinin şeklini ve hacmini belirler. Yaralanmalarında önemli büyüme bozuklukları olabilmektedir (17).

**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 (17,18). Osteojenik olması nedeni ile kallus dokusunun daha hızlı oluşmasını sağlayarak kırık iyileşmesini hızlandırır ve kolaylaştırır (18,19).

**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 (19,20).

Çocuk kemiklerinde erişkine oranla kan akımının fazla olması, inflamatuvar yanıtın daha hızlı ve etkili olması kaynamayı etkileyen önemli faktörlerden biridir (20,21).

**b. Remodeling:** Temel mekanizması çok iyi bilinmemekle birlikte, kırık hattı ve epifiz çizgisi olmak üzere iki seviyede olur (22). 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 (22). Bu farklı yanıt epifizin her iki tarafına eşit yük binene kadar devam eder (23,24).



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 (22,25).

**c. Büyümenin Uyarılması:** Diğer bir fizyolojik fark kırık sonrası artmış kan akımına bağlı büyümenin uyarılmasıdır. Çocuklarda diyafiz kırıkları sonrası ilgili alt ekstremitede kan akımının arttığı ve tüm alt ekstremitede büyümenin uyarıldığı kabul edilmektedir (26,27).

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 ekstremitte eşitsizliği ortalamaları 9-12 mm olarak bildirilmiştir. Çok az hastada eşitsizlik 20 mm ve üstünde, seyrek olarakta 60-65 mm gibi yüksek olabilmektedir (27).

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

### **2.4.1. Klinik bulgular**

Ortopedik cerrah için femur ve tibia kırığı tanısını koymak genellikle sorun yaratmaz. Yürüyememe, uyluk üzerinde ve bacakta 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.

### **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.

#### **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, kolum 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 açılmasına angulasyon, kırık uçlarının kendi eksenini etrafında dönmesine ise rotasyon denir.

**3. Krepitasyon:** Kırık uçlarının birbirine sürtünmesi sonucu palpasyonda hissedilen bir kırırtı hissidir. Tesadüfen 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 aynı gerekçelerle olup olmadığını aramak tıbbi bir hatadır.

**5. Palpasyon belirtileri ve kısıklık:** Kırık şüphesi bulunan bir kemik, palpasyonla çok dikkatli incelenmelidir. Kemikler cilde en yakın kısımlarından palpe edilirler. Komşu eklemler de dikkatlice muayene edilmelidir. Kemikte kısıklık 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. Radyografiler kırık şekli, parçalanma derecesi, deplasman, açılanma ve kısıalma derecesi açısından değerlendirilmelidir. Bu bilgi yaralanma mekanizmasının, kemiğe ve yumuşak dokulara etki etmiş olan kuvvetlerin anlaşılması yönünden önemlidir. Edinilmiş bu bilgi tedavi planında kullanılır. Radyografiler, femur ve tibia diyafiz kırıkları için ilgili kemiğin, distal ve proksimal eklemlerini içerecek şekilde ön-arka ve yan olmalıdır. Nadiren karşı tarafın radyografisinde çekilmesi gerekir, ancak ayıksız, tam olmayan kırıklar her zaman kolaylıkla görülmez ve bu durumda karşılaştırılmalı radyografiler şarttır. Stres kırıkları genelde erken safhada görülmez ve bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme veya kemik sintigrafisi ile doğrulanmalıdır (28,29).

### **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. Yeni doğan döneminde doğum travmaları, çocuklarda düşme, dövülme ve trafik kazaları, gençlerde spor ve trafik kazaları, kırık yapan başlıca nedenlerdir (30,31).

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

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

- Normal kemikte (travmatik) kırık
- Hastalıklı kemikte (patolojik) kırık
- Stress (yorgunluk) kırığı

#### **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 hattı
- Multiple kırık hattı

## **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 eklemde de çıkık olması)

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

- Spongiöz bölge kırıkları
- Kortikal bölge kırıkları

#### **Femur Kırıklarında Winquist-Hansen Sınıflandırması**

Tip 0: Kırıklarda parçalanma yoktur.

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

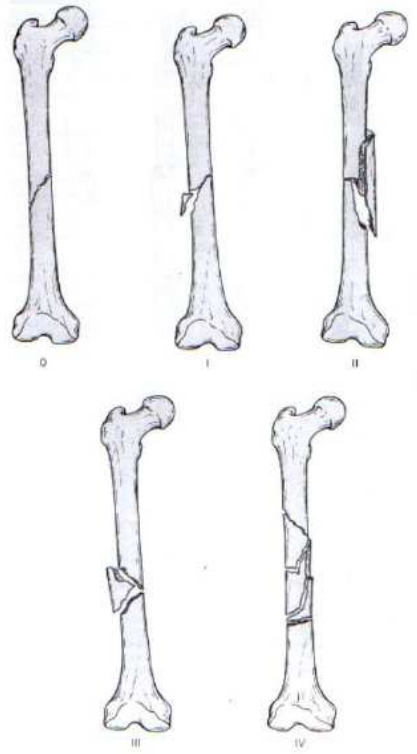
Tip II: Kelebek fragman daha büyüktür fakat korteksin en az %50'si intaktır. Kortikal temas %50-75 arasındadır.

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 6: Femur kırıklarında Winquist -Hansen sınıflaması (Acta Orthop Traumatol Turc 2005;39(5):381-386)

#### **Açık Kırıklarda Gustillo-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 (32). Bugüne kadar tam olarak aydınlatılamamış iki şekilde incelenir:

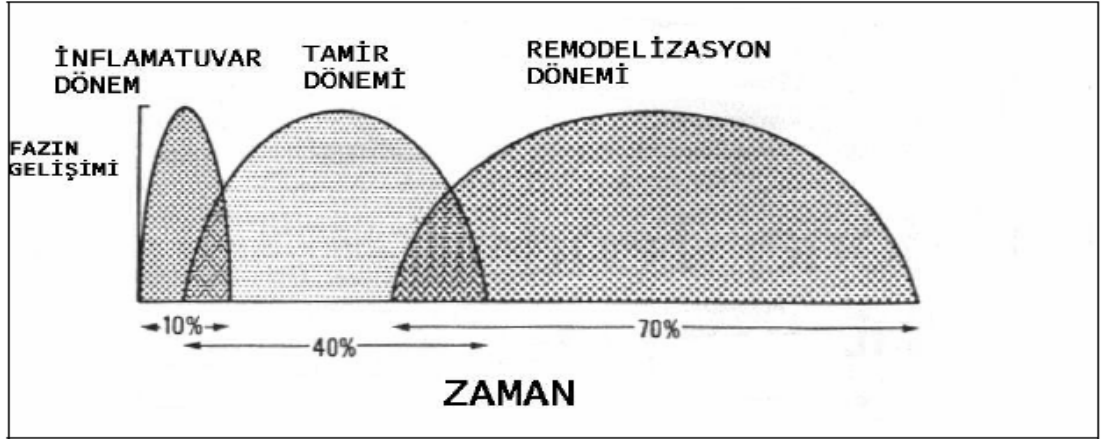
### 1-Primer Kırık İyileşmesi

### 2-Sekonder Kırık İyileşmesi

**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 ayrılamaz. Her evre daima kendinden bir önceki veya bir sonraki evre içinde bulunur. Histolojik görünüme göre yapılan sınıflamalarda ufak farklılıklar hariç, genel olarak aynı bulgular kabul edilip benzer sıralamalar yapılmıştır (33). En uzun süren dönem, remodelizasyon dönemidir. Kırık iyileşme dönemleri şekil-6 da gösterilmiştir.





Şekil 7-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 (32). 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), İnterlökün-1 (IL-1)] salarlar (33). Bu faktör ve proteinler, kırık iyileşmesinde önemli olan hücre göçü, periosteal hücre çoğalması ve onarım dokusu matriksinin sentezi için gereklidirler (33,35). Yani kırık hematoma; 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 (34).

Kırık oluştuktan hemen sonra vazokonstriksiyon 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 (33). Kırık bölgesindeki hematoma 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 matriksi 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 (35)

### **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, kılcal damarlarla hematoma içine giren fibroblastlardır. Üçüncü günde karşı 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 ortamdan uzaklaştırılması da kırık iyileşmesini yavaşlatmaktadır (36).

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 olduğu 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. Remodeling evresi**

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 remodalizasyon 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 elektrik ile 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 (33,36,37). 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. Remodalizasyon 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. Çocuk Kırıklarında Tedavi Yöntemleri**

### **2.7.1. Femur kırıklarında tedavi yöntemleri**

Çocuk femur kırıkları pek çok bakımdan yetişkin kırıklarından ayrılır (38). Kaynamama ve kaynama geçikmesi çocuklarda seyrek olarak görülür. Blount 1955’te çocuk kırıkları kitabında yeniden şekillenme potansiyelini vurgulamış ve cerrahinin gereksiz ve hatta kaçınılması gereken bir tedavi şekli olduğunu belirtmiştir. Daha sonraları Chigot, Esteve ve Rang konservatif tedavinin başarısız olduğu durumlarda cerrahi tedaviyi önermişlerdir. Kırık biyolojisinin daha iyi aydınlatılması, anestezi ve ağrı kontrolündeki ilerlemeler, daha

iyi gereç ve ameliyathane cihazlarının kullanıma girmesi, sınırlı girişimsel yöntemlerin yaygınlaşması, enfeksiyonla mücadelede yol alınması, çocuk ve ebeveynler üzerindeki sosyal ve ekonomik etkenler gibi sıralanabilecek nedenler yüzünden çocuk femur kırıklarına cerrahi tedavide bakış açısı anlamlı derecede değişmiştir (39,40).

Çocuk femur kırıklarının tedavisi için değişik yöntemler tanımlanmıştır (39,40,41). Bunlar; pavlik bandajı, erken pelvipedal alçı, traksiyonu izleyen pelvipedal alçı, eksternal fiksatorle tespit, esnek kanal içi çiviler, kilitli kanal içi çiviler ve plak ile tespit olarak sayılabilir. Çocuğun yaşı, kilosu, yaralanma mekanizması, kırığın açık veya kapalı oluşu, eşlik eden diğer yaralanmalar ve sosyal etkenler tedavi seçeneğini belirleyen önemli etkenlerdir ( 42 ).

### **0-1 yaş**

Yeni doğan bebeklerde bir yaşına kadar kalın periost tabakasından dolayı femur kırıkları nispeten stabildir. Üstelik bu yaş grubunda yeniden şekillenme olasılığı çok yüksektir. Stabil kırıklarda basit atelleme, anstabil kırıklarda ise Pavlik bandajı tercih edilir. Bu yöntem ilk olarak Stannard ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (43). Özellikle proksimal ve orta cisim kırıklarında uygundur. 2 cm'e kadar kısalık ve 30°' ye kadar koronal ve sagittal açılanma varlığında gövde alçısı gerekli olabilir. Traksiyon nadiren gerekli olabilir. Modifiye Bryant yönteminde ciltten uygulanan traksiyon dizler ekstansiyonda iken kalça eklemine 45°-60° açı ile uygulanır. Yine bu yaş grubunda erken alçılama uygulanacak tedavi yöntemlerinden biridir (44).

### **1-6 yaş**

Bu yaş grubu çocuklar genellikle erken pelvipedal alçılama ile tedavi edilir (45). Bu dönemde kaynama hızlıdır, dolayısıyla tesbit süresi kısadır. Osteogenesis imperfekta gibi metabolik hatağa sekonder kırık varlığında ise esnek çivilerle kanal içi tespit tercih edilmelidir.

## **6-10 yaşı**

Bu yaşı grubundaki hastaların kırıkları kırığın şekli ve sosyal şartlara bağılı olarak değışik yöntemlerle tedavi edilebilir. Stabil kırıklar için erken alçılama uygun bir tedavi yöntemi olabilir (46). Ancak bu yaşı grubunda kaynama süresi daha uzundur. Bu yaşı grubunda bu tedavi yöntemi sosyal sorun teşkil ettiğı için cerrahi seçenekler ilk tedavi yöntemi olarak tercih edilmelidir (47). Bu yaşı grubundaki kırıklarda yüksek enerjili yaralanmalar sebebi ile yoğun yumuşak doku ve periost hasarı oluşması sonrası erken kapalı redüksiyonun sağlanıp korunması zordur. Alçı ile tedavi edilecek olan hastalarda istirahat konumunda iken 3 cm'den fazla kısalık varsa alçı 2-3 haftalık iskelet traksiyonu sonrası uygulanmalıdır (48). Bu tip kırıklarda diğeri tedavi yöntemleri; esnek kanal içi çivileme veya eksternal fiksator ile tedavidir ki, bu yöntemler hastaların erken mobilizasyonuna olanak sağlar. Multibl kırıklı ve kafa travmalı, yoğun bakım gerektiren durumlarda esnek kanal içi çivileme, diğeri cerrahi tedavi yöntemlerine tercih edilmelidir (47,49). Kanal içi çivilemeye uygun olamayan metafiz veya çok parçalı diafiz kırıkları için plakla tespit ve eksternal fiksator yöntemlerinden biri tercih edilebilir.

## **10 yaşı üzeri**

Bu dönemde çocuklar okul ve sosyal yaşama kısa zamanda dönmesine olanak sağlayacak cerrahi yöntemlerle tedavi edilmelidir. Bu yaşı döneminde azalmış yeniden şekillenme potansiyelinden dolayı tüm eksenlerdeki dizilimin en iyi şekilde sağlanması gerekir. Bu dönemde piriformis fossadan uygulanacak kanal içi çivileme femur başını besleyen damarlarda hasara ve avasküler nekroza yol açabileceğı akıldan çıkarılmamalıdır (50).

### **2.7.1.1. Traksiyon ve alçılama**

İskelet traksiyonu, tüm çocukluk çağıının femur kırıklarında uygulanabilecek güvenli ve kolay bir tedavi yöntemidir. Genel olarak traksiyon ile tedavinin gereklilikleri; 6 yaşı altı çocukta 3 cm kısalıkla beraber olan anstabil kırık, 6 yaşı altı grupta alçı ile uygun dizilimin sağlanamadığı hastalar ve 6-10 yaşı arası çocukların ailelerinin cerrahi istemediğı ve çoklu

yaralanmaların eşlik etmediği kırıklardır. İzlem grafilerinde kallus oluşumu saptandıktan sonra ilave 4-8 hafta süresince pelvipedal alçı uygulanır.

#### **2.7.1.2. Erken alçılama**

Pek çok travma ile uğraşan merkezde hemen ya da yaralanmayı takiben birkaç gün içinde erken alçılama uygulaması ilk başvuru olan tedavi şekli olmuştur (51,46). Alçı içinde kabul edilebilir dizilim oranları; 10° varus/valgus veya 20° ön/arka açılanmalarıdır (52). Alçı içerisinde femur uzunluğunun korunması pek mümkün değildir. Kısılığa karşı en etkin unsur ise periost ve kaslardan oluşan yumuşak doku bütünlüğünden yararlanmaktır. O nedenle nötral konumda veya femurun uzun eksenini boyunca itme ve çekme ile 3 cm'den fazla kısıllığın gözlenmesi yumuşak doku bütünlüğünün kaybolduğu anlamına gelir ki bu olgular hemen alçılama için uygun değildirler (46). Kaynama sonrası femurun aşırı uzamasından dolayı alçı içerisinde bir miktar kısıllık kabul edilebilir. Genel olarak radyolojik kontroller sırasında kısıllığın 2.5 cm'yi geçmemesi tavsiye edilir.

İzlem boyunca bazı hastalarda kısıllık gelişebilir. Bu durumda alçı çıkarılıp, tedaviye tercihen traksiyon, eksternal fiksator ya da diğer cerrahi yöntemlerle devam edilmelidir. Her ne kadar 1-10 yaş arası hastaların alçı ile tedavi edilebileceği bildirilmişse de tüm hastalar için alçılama uygun değildir. Diğer sistem yaralanmalarının özellikle kafa travmasının eşlik ettiği yaralanmalar sonrası spastisite gelişen çocukta kırığın alçı içinde kontrolü zordur. Bununla birlikte özellikle 6-10 yaş arası çocuklar fizik olarak genç erişkinlere benzerler. Bu hastalarda alçı ile kırığa hakim olunması ya da alçılı çocuğun taşınması hasta ve aileler için sıkıntılı durumdur. Günümüzde ebeveynlerin çalıştığı düşünülürse 35-50 kg'dan ağır çocukların alçı ile tedavisi kabul görmemektedir (52).

#### **2.7.1.3. Eksternal fiksator**

Çocuk femur kırıklarında uygulanacak eksternal tespit bir anlamda taşınabilir traksiyon cihazı olarak düşünülmelidir. Eksternal fiksator uygulamasının ilk gerekliliği açık kırıklar ya



da yanıklarda olduğu gibi kapalı yöntemlerin uygulanamadığı hastalar, çok parçalı kırıklar, yoğun yumuşak doku hasarının olduğu durumlardır. Diğer geçerli bir gereklilik ise uygulamanın diğer cerrahi müdahalelere göre daha kısa olup kanama tehlikesinin az olmasından dolayı çoklu yaralanmalı hastalardır (42,53,54). Halkalı fiksatorlerden ziyade unipolar eksternal fiksator genellikle yeterlidir. Proksimal veya distal metafiz-diyafiz bileşkesinde ise kırığı daha iyi kontrol için ilizarov eksternal fiksatorler tercih edilebilir (41).

Eksternal fiksator kullanımı sonrası karşılaşılan en sık sorun ise; çivi yolu enfeksiyonu, geçikmiş kaynama ve yeniden kırılma oranının yüksek olmasıdır (49). Kaba görünümünden dolayı aileleri rahatsız etmesi, diz sertliği ve hipertrofik skar dokusu bu teknikte karşılanması olası diğer sorunlardır.

#### **2.7.1.4. Rijit kilitli kanal içi çivileme**

Bu tip cihazlar aşırı yük taşıma ve denge olanağı sağlarlar. Dizilim bozukluğu gelişmesi tehlikesi rijit kanal içi çivilerde daha azdır. Anstabil kırıklarda proksimal ve distalden uygulanacak kilitleme ile gerekli anatomik dizilim sağlanabilir (39). Genç hastalarda özellikle antegrad uygulamalarda femur başının dolanımının bozularak avasküler femur başı nekrozu gelişmesine neden olabilir (55). Bir diğer önemli tehlike ise trokanterik apofizde büyüme geriliği ve koksa valga gelişmesidir. Güncel yaklaşım ise iskelet büyümesi tamamlanmış ya da proksimal büyüme plağının kapanmak üzere olduğu hastalarda rijit kanal içi çivilerin kullanılması, küçük çocuklarda ise tercih edilmemesi gerektiğidir.

#### **2.7.1.5. Plaklı tespit**

Çocuk femur kırıkları için bir diğer cerrahi tedavi seçeneği plaklı tespittir. Plakla tespit subtrokanterik ve distal metafiz bölgesindeki kanal içi esnek çivileme için uygun olmayan kırıklar için uygun bir seçenek olabilir. Ayrıca özellikle kafa travmalı hastalarda plakla tespit eksternal fiksatöre nazaran daha iyi bir tespit sağlar (42). Genellikle 4.5 mm'lik dinamik sıkıştırma plakları kullanılır. Bu plaklar anatomik yerleştirme ve erken hareket

vermeye olanak tanır. Ameliyat sırasında fazla kan kaybı, ek yumuşak doku hasarına neden olmasından dolayı kaynamama, infeksiyon tehlikesinin artması, ciltteki uzun kesi izi, plağın çıkarılması için ikinci kez cerrahi girişim ve çıkarıldıktan sonra yeniden kırık tehlikesi bu tekniğin olumsuz yanlarıdır (56).

#### **2.7.1.6. Esnek kanal içi çivileme**

Son 14 yıl içersinde esnek çivileme 5 yaş üzeri çocuklarda uygulanan en sık tedavi yöntemi olmuştur (40,49). Esnek kanal içi çiviler dizilimi sağlarken kırık hattında bir miktar harekete izin vermelerinden dolayı içten atelleme olarak da değerlendirilebilir. Esnek kanal içi çivilerin en olumlu yanı trokanter major, femur boynu ve femur başının kanlanmasına zarar vermeden kolay uygulanabilir olmalarıdır. Esnek çiviler teknik olarak sıklıkla distal femur metafizinden retrograd olarak uygulanır. Antegrad uygulamada ise trokanter tepesinden gönderilebilirlerse de bu alanda büyüme sorunlarına yol açabilirler. Bir diğer seçenek ise trokanter apofizin hemen distalinden lateral femur korteksinden uygulamaktır. Suprakondiler bölgeden medialden ve lateralden oymasız olarak gönderilen iki adet C şekilli esnek çivi ile eğer 3 nokta teması sağlanabilirse genellikle yeterli tespit sağlanabilir (47). Tam yüklenmeye genellikle 4-6 hafta sonra kallusun görülmesinden sonra başlanabilir

Bu teknik için en uygun kırık tipi; diyafiz orta kısmındaki transvers ve kısa oblik kırıklardır. Bu kırık tiplerinde esnek çivilerle yapılan tespitle, eksternal fiksatörlerden daha kısa zamanda kaynama elde edilir. Esnek intramedüller çivilemenin faydası; kırık etrafında bir miktar harekete izin vermesi ile kallus oluşumunu uyarmasıdır. Gerekli şartlar sağlandığında elde edilen stabilite alçı gibi ek tespit gerektirmez. Ancak; anstabil çok parçalı kırıklarda sağlanan stabilite yeterli olmayıp dizilim bozukluğu gelişebilir (49). Uzun oblik kırıklar, çok parçalı kırıklar ve metafiz-diyafiz bileşkesindeki kırıklar esnek kanal içi çivileme için uygun olmayan kırıklardır. Bu tür tespitte diz çevresinde çivi giriş yerinde bursa oluşumu sıktır. Kaynama sağlandıktan sonra tespit cihazının çıkarılması ile sorun giderilir (40).

### 2.7.2. Tibia kırıklarında tedavi yöntemleri

Tibia ve fibulanın kaymış kırıkları, genelde 10 yaş üzeri çocuklarda görülür ve yüksek enerjili travmalarla oluşur. Genel anestezi altında kapalı yerleştirme ve diz 30°-45° fleksiyonda uzun bacak alçı uygulanmalıdır. Ayak bileğinin 15°-20° plantar fleksiyonda olması redükte edilmiş kırığın arkaya açılanmasını önleyebilir (56). Tibia kırıklarında cerrahi tedavi seyrek olgularda gerekir. Kırığın anstabil olması, kapalı olarak yerleştirilememesi, çok parçalı olması ve konservatif tedavi sonrası kısalık gelişeceği düşünülüyorsa, çoklu yaralanmalarda, açık kırıklarda ve büyük çocuklarda cerrahi seçenekler uygulanabilir (57).

Cerrahi tedavi yöntemleri, esnek kanal içi çivilerle tespit, eksternal fiksator ya da plak vida ile kemik tespitidir.

Basit ya da illizarov eksternal fiksatorler özellikle yumuşak doku yaralanmasının ağır olduğu çocuk tibia kırıklarında en tercih edilen tedavi yöntemidir (58).

Tibia kırıklarında birincil açık yerleştirme ve plak vida ile katı tespit çok uygulanan bir yöntem değildir. Periostun sıyrılması, infeksiyon ve kaynamama tehlikesinin olması, plağın çıkarılması için ikinci bir girişim gerektirmesi yöntemin olumsuz yanlarıdır (59).

Çok parçalı, dengesiz ve özellikle metafiz yerleşimli tibia kırıklarında biyolojik köprülü plaklama yöntemi uygulanabilir (60). Bu yöntemde kırık hatlarını açmadan kırığın proksimal ve distalinden yapılan sınırlı kesilerden kırık yerleştirilip periost üstünden plakla tespit uygulanabilir. Bu yöntemde anatomik yerleştirme yerine kabul edilebilir dizilim tercih edilir. Yumuşak dokulara az hasar verildiğinden ve kırık hattı açılmadığından iyileşme kısa sürede yoğun kallus dokusuyla gerçekleşmektedir. Yöntemin olumsuz yanları; plakların pahalı olması, uygun dizilimi sağlamada güçlük, yöntemin uzun bir öğrenme süresinin olması ve plağın çıkarılması için ikinci bir ameliyat gerektirmesidir (60).

Esnek kanal içi çiviler son yıllarda giderek daha tercih edilir hale gelmiş olan bir tedavi yöntemidir. İki titanyum çivi tibia proksimalinden, medial ve lateralden açılan kemik

pencerelerden gönderilir, skopi altında kırık kapalı olarak yerleştirilir ya da kırık hattı sınırlı bir kesi ile açılıp yerleştirme parmak ile kontrol edilerek esnek çiviler distal kırık parçasına doğru gönderilir. Ameliyat süresi kısa, teknik olarak kolay, erken dönemde yüklenmeye izin veren fakat pahalı bir tedavi yöntemidir. Esnek çivilerin çıkarılması ikinci bir ameliyata ihtiyaç gösterir (61).

Tibia kırıklarında intramedüller olarak oymadan uygulanan esnek paslanmaz çelik olan Ender çivileri günümüzde halen popüleritesini korumaktadır. Özellikle yumuşak doku ve kompartmanlarda problem oluşturma ihtimalinin azlığı ve intramedüller kan akımını oyucu gerektiren diğer çiviler kadar bozmaması önemli avantajlarından. Açık kırıklarda bile uygulandığında eksternal fiksatörler kadar bir enfeksiyon oranı ve hatta eksternal fiksasyondan daha düşük komplikasyon oranları bildirilmiştir. Ender çivileri oldukça esnek olup harekete izin verir ve eksternal kallus oluşumunu sağlarlar. Titanyum esnek çivilerde olduğu gibi ameliyat süresi kısa, teknik olarak kolay, erken dönemde yüklenmeye izin veren bri tedavi yöntemidir. Titanyum elastik çivilerden en önemli avantajı, tedavinin çok düşük maliyete sağlanmasıdır.

## **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**

#### **a. Vasküler yaralanmalar**

Çocuklarda vasküler yaralanmaların çoğu penetran yaralanmalara bağlıdır. Daha az kısmı ise trafik kazalarına ve yüksekten düşmelere bağlı olmaktadır (62). 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 (63).

#### **b. Periferik sinir yaralanmaları**

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

#### **c. 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 (63). Kompartman hacminin azalmasına ya da kompartman içeriğinin artmasına 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 (64). 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 (64).

### **2.8.2. Erken komplikasyonlar**

#### **a- Yağ embolisi:**

Solunumla ilgili problemlere ve ölüme neden olabilen yağ embolisi, yetişkinlere göre 10 kat daha az görülmektedir (65). 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 (66).

#### **b- 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 (62).

### **c- 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 (67).

### **d- 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 (68).

## **2.8.3. Geç komplikasyonlar**

### **a- Femur cisim kırıklarında aşırı büyüme:**

Çocuk femur kırıklarından sonra aynı ekstremitede hem femur hemde 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 (69).

### **b- 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 (70). 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 (69).

### **c- 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 (71). Bu hastalarda yapılacak olan konservatif tedavi, kaslardaki spastisite nedeniyle kısalık, açılanma ve yanlış kaynama gibi komplikasyonları artırır.

### **d- 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 (72). Yumuşak doku yaralanması ve enfeksiyonun eşlik ettiği, parçalı, kemik kayıplı kırıklar ve cerrahi tedavi yapılan olgularda kaynamama sık görülmektedir.



### **3. MATERYAL VE METOD**

Çalışmamızda, 2005- 2009 yılları arasında ‘‘Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği’nde ameliyat edilen toplam 32 hastanın, 29’u femur, 7’si tibia 36 uzun kemik kırığı değerlendirilmeye alındı. Hastaların değerlendirilmesinde esas alınan metodlar aşağıda sistematik şekilde açıklanmıştır.

#### **a. Femur kırıklarına yaklaşım:**

Femur kırıklarında proksimal 1/3 ve orta 1/3 bölge kırıkları için giriş bölgesi femur distal epifizinin proksimal bölgesidir. Uygulanan yöntemin özelliği olarak epifiz hattından yaklaşık 2-2.5 cm proksimali skopi ile anteroposterior görüntüde ince K telleri ile giriş yeri belirlenir. Belirleme işleminin, skopi ile görülmesi epifiz hattına girilmemesi açısından hata olasılığını azaltır.

Femur distal 1/3 diafiz kırıklarında ise giriş bölgesi, femur proksimali trokanter fossadan uygulanabilmektedir. Bu bölgeden uygulamalarda trokanter major epifiz hattına zarar vermemek için dikkatli olunmalıdır.

#### **b. Tibia kırıklarına yaklaşım:**

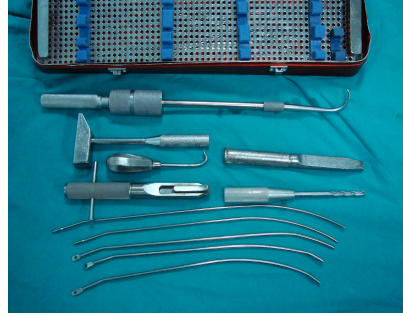
Tibia kırıklarında kabul gören giriş bölgesi proksimalden distale doğrudur. Tibial tüberkül epifiz hattının distalinden yaklaşık 2 cm lateral ve medialden olmak üzere iki adet giriş bölgesi açılarak çiviler yerleştirilir.

#### **c. Hasta pozisyonu**

Hasta kırık bölgesi ve kırık lokalizasyonuna göre, skopi kontrolünün görüşü kolaylaştırması açısından uygun şekilde ameliyat masasına supin pozisyonunda alınır.

#### **d. Çivi özellikleri**

Operasyon sırasında uygulanacak cerrahi alet ve çivinin hazırlığı önemlidir. En çok ihtiyaç duyulan cerrahi aletler; bistüri, elevatör, cerrahi makas, el matkabı, matkap ucu, çekiç ve Ender çakma-çıkartma seti olarak özetlenebilir. Resim1



Resim1: Ender Çakma-Çıkarma Seti (femur ve tibia)

Uygun boy ve kalınlıkta Ender çivilerinin hazırlığı gereklidir. Çocuk kırıklarında, kemik medüller alana uygun olarak yaş, kilo göz önünde bulundurularak 3.5 tibia Ender çivisi ve 4.5 femur Ender çivisi skopi kontrolünde kemik boyuna uygun olarak ayarlanır. Kırık redüksiyonun kolay sağlanabilmesi için çivi uçları 30°-45° eğilerek hazırlanır.

#### **e. Femur kırıklarına teknik yaklaşım:**

Femur proksimal 1/3 ve orta 1/3 kırıklarında, femur distal epifiz proksimalinden giriş için medial ve lateralden cilt ve ciltaltı 1.5-2 cm oblik insizyonla geçilir. Giriş bölgesinin özelliğine göre ciltaltı ve kas dokular künt uçlu bir makas yardımı ile kemik korteksine kadar disseke edilir. Geniş bir disseksiyon yapılmamalıdır. Kemik korteksine ulaşıldığında, periost uygulanacak bölgenin anatomik yapısı göz önünde bulundurularak ve hareket alanı geniş tutulmamak şartı ile periost sıyrıcı ile sıyrılarak, elevatörler ile giriş bölgesi ortaya konulur. Skopi yardımı ile epifiz hattı görülerek ve K teli ile belirlendikten sonra, el matkabı yardımı ile uygun kemik bölgesi dirillendirilerek kortekse uygun boyutlarda giriş deliği açılır. Kırık olan kemik boyuna uygun olan çivi hazırlanarak, açılan giriş deliğine yerleştirilip karşı korteks engeli ile karşılaşana kadar ilerletilir. Karşı kortekse intramedüller olarak dayanan çivi, ucundaki eğimin yönü değiştirilerek yönlendirilir. Bu hareket sırasında dikkatli

davranılmalı aksi durumda giriş bölgesinde yeni bir kırık oluşturulabilir. Çivi intramedüller alanda ilerletilerek kırık hattına geldiği sırada skopi ile kontrol edilerek, kırık redüksiyonu için gerektiği kadar rotasyon yaptırılır. Proksimal kırık parçası intramedüller alana çivi ucu yönlendirilerek redüksiyon sağlanmaya çalışılır. Redüksiyon sağlanamaması durumunda kırık hattından mini cilt insizyonu ile girilerek kırık hattına ulaşıldıktan sonra parmak ile çivi yönlendirilerek kırık redüksiyonu sağlanır. Distal medial veya lateralden aynı yöntemlerle uygulanan 2. çivi gönderilir. Kırık rotasyonuna engel olmak ve 3 nokta prensibine uymak açısından çivilerin ucunda verilmiş olan eğimlerden biri femur boynuna, diğeri trokanter majora yönlendirilerek rotasyona engel olmaya çalışılır. Skopi kontrolü ve diğer ekstremiteler ile karşılaştırılarak redüksiyon ve rotasyonel kontrol yapıldıktan sonra sırasıyla ciltaltı ve cilt sütürasyonu ile ameliyat sonlandırılır.

Distal 1/3 kırıklarında proksimalden antegrad uygulamada, trokanter major tipi seviyesinden longitudinal olarak cilt insizyonu ile girilerek ciltaltı ve katlar anatomik olarak geçildikten sonra fossa trokanterikaya ulaşılır, trokanter major epifize zarar vermemek için dikkatli olunmalıdır. Fossa trokanterikadan bir yardımcı ile uygun giriş yeri intramedüller alanda olacak şekilde açılır. Giriş deliğinden uygun boy ve kalınlıkta hazırlanan çivi, intramedüller olarak ilerletilir, karşı kortekse dayanınca çivinin yönü değiştirilerek intramedüller olarak rahat ilerlemesi sağlanır. Kırık hattına çivinin ulaşması sırasında skopi ile kontrol yapılarak, kırık redüksiyonu için çivinin önceden eğim verilmiş ucu rotasyon yaptırılarak distal kırık fragmanı intramedüller alana yönlendirilir. Skopi kontrolünde denemeye rağmen redüksiyonda başarılı olunamazsa, kırık hattından cilt insizyonu ile girilerek kırık hattına ulaşıp parmak ile çivi ucu yönlendirilerek redüksiyon sağlanıp distale ilerletilir. Çiviler, distalde distal epifize zarar vermemek için uygun uzaklıkta tutulmalı ve eğim verilmiş uçların biri medial diğeri lateral kortekse yönlendirilmelidir. Trokanterik fossada çivinin dışarıda kalacak uzunluğu dikkatli şekilde ayarlanmalıdır. İkinci çivinin gönderilmesi sırasında ilk gönderilen çivinin distale yer değiştirmemesi için dikkatli olunmalıdır. Gönderilen çivilerin dışarıda kalması gereken uzunluk miktarı, çıkarma sırasında kolaylık olması açısından yeterli olmalı ve aynı zamanda sıkışma yaparak abduksiyon kısıtlılığına neden olmayacak şekilde ayarlanmalıdır. Ekstremiteler de rotasyonel

kontrol klinik olarak diğ er ekstremit e ve skopi kontrol u sonrası uygun olduğu görülerek cilt kesi yerleri anatomiye uygun şekilde sütüre edilerek ameliyat sonlandırılır.

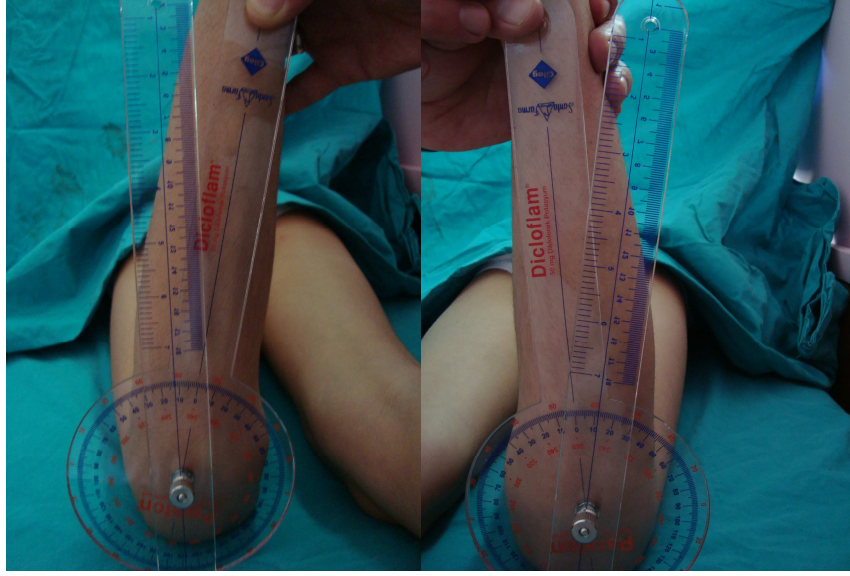
#### **f. Tibia kırıklarına teknik yaklaşım:**

Tibial tüberkül epifiz hattına zarar vermemek için distalden ve tibial tüberkülün 2 cm medialinden, cilt insizyonu ile kemik dokuya ulaşıldıktan sonra, el matkabı yardımı ile korteks matkap ucu ile delerek intramedüller alana ulaşılır. Uygun boyda açılan giriş deliklerinden, kemik boyuna uygun olarak hazırlanan 3.5 mm veya 4.5 mm'lik tibia veya femur ender çivileri uçlarına 30 -45  eğim verilerek giriş deliğinden intramedüller alana gönderilerek, karşı kortekse dayanma sonrasında çiviye rotasyon yaptırılarak intramedüller alanda kolay ilerlemesi sağlanır ve kırık hattına geldiğinde skopi ile kontrol edilerek kırığın kapalı şekilde redüksiyon sonrası çivi distal fragmanın intramedüller alanına ilerletilir. Cilt insizyonu sonrası lateral korteksten açılan giriş delikleri; medialdeki giriş deliği ile aynı düzlemde olmamalıdır. Aksi takdirde horizontal kırık oluşabilir. Medial ve lateralden gönderilen çivilerin uçları rotasyona engel olması açısından, distalde medial ve laterale yönlendirilir. Diğer ekstremit e ve skopi kontrol u ile uygun redüksiyon görülerek cilt insizyon yerleri ciltaltı ve cilt sütürasyonu ile ameliyat sonlandırılır. Kapalı redüksiyon sağlanamadığı durumda, kırık hattından mini cilt insizyonu ile girilerek, çivi parmak ucu ile yönlendirilerek redüksiyon sağlanır.

#### **g. Olguların değerlendirilmesi**

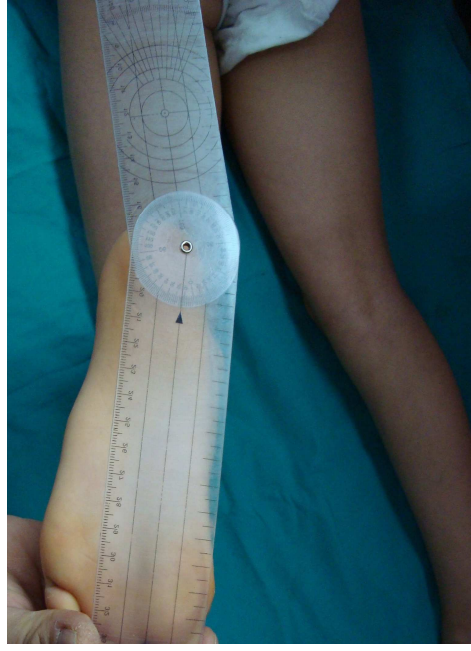
Olgular; klinik muayene ve radyografik olarak değerlendirildi. Klinik muayenede; tedavisi tamamlanmış veya sürmekte olan femur ve tibia kırıklı olgular, eklem hareket açıklığı, ekstremit e uzunluğu ve rotasyon açısından muayene edildi. Muayenede femur kırıklı olgularda; spina iliaca anterior superior ve medial malleol

arası uzunluk farkı ölçülerek ekstremiteler uzunluğu belirlendi. Rotasyon açısından her iki ekstremiteler karşılaştırılmalı olarak hasta prone pozisyonda muayene masasına alınıp, diz ekleminin 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 belirlendi (73). Resim 2



Resim 2: Femur iç-dış rotasyonunun klinik olarak ölçülmesi

Tibia da klinik muayene; bilateral heriki tibia uzunluk farkı için, spina ilaca anterior superior ve medial malleol arası ve her iki tibia eklem çizgisinden medial malleol arası ölçülerek uzunluk farkı değerlendirildi. Rotasyon açısından; hasta muayene masasına prone pozisyonda yatırılarak diz eklemlerinden 90° fleksiyona alınarak, uyluk eksenini ile topuk ve ikinci metatarsı birleştiren ayak eksenini arasındaki açı ölçülerek, iç-dış rotasyon açısı bilateral olarak değerlendirildi (74). Resim 3



Resim 3: Tibia iç-dış rotasyonun klinik olarak değerlendirilmesi

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

Tibia kırıklı olguların dosyalarındaki mevcut radyografileri ve kontrolleri sırasında bilateral tibia anteroposterior ve ilgili ekstremite lateral radyografisi supin pozisyonda alındı. Tibia anteroposterior radyografide; anatomik aksı çizilerek valgus-varus açılanması ve lateral radyografide ise kırık hattındaki ön-arka açılanma çizimlerle belirlendi.

Olguların istatistiksel analizinde; üzerinde durulan özellikler bakımından tanımlayıcı istatistikler; sürekli değişkenler için ortalama ve standart sapma olarak ifade edilirken, kategorik değişkenler için sayı ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Sürekli değişkenler bakımından yapılan karşılaştırmalarda Student t testi kullanılmıştır. Bu değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemede Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmış, kategorik

değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemede ise Ki-kare testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi, % 5 olarak alınmış ve hesaplamalar SPSS (ver: 16) istatistik paket programında yürütülmüştür.

#### **h. Hastaların preoperatif değerlendirilmesi**

Hastalar ilk başvuru sonrası ilk 24 saat içinde veya ek patoloji varsa genel durumun düzelmesi sonrası opere edilmiştir. Operasyon öncesi açık kırık olması durumunda ilk geldiği andan itibaren yara yeri debridmanı ve tetanoz profilaksisi yapıldı. İlgili ekstremitenin distal ve proksimal eklemleri tespit edilecek şekilde atele alındı.

#### 4. BULGULAR

2005- 2009 yılları arasında ‘‘Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği’’nde femur ve tibia diyafiz kırığı nedeni ile opere edilen, toplam 32 hastanın, femur ve tibia da oluşan 36 kırığı değerlendirilmeye alındı. Rutin kontrollerinde veya kontrole çağrılarak değerlendirilen, yaşları 4 ile 15 arasında değişen 26’sı erkek, 6’sı kız 32 çocuğun, 36 kırığı çalışmaya alınmıştır. Kırıklardan 29’u (%80.6) femur, 7’si (%19.4) tibia kırığı olup ve kırıkların % 52.8’i sağ, %47.2’si sol taraftaydı. Dört olguda birden fazla kemik kırığı mevcut olup, bunlardan 2’si bilateral femur, 2’si aynıtaraft femur ve tibia kırığından oluşmaktadır.

Olguların; cinsiyetlerine ve kırık ekstremité sayısına göre dağılımı Tablo 4.1.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Olguların cinsiyet ve kırık sayısına göre dağılımı

| Cinsiyet           | Olgu sayısı | Kırık sayısı |
|--------------------|-------------|--------------|
| <b>Erkek</b> n(%)* | 26 (81.25)  | 29 (80.6)    |
| <b>Kız</b> n(%)    | 6 (18.75)   | 7 (19.4)     |
| <b>Toplam</b> n(%) | 32 (100)    | 36 (100)     |

\*Satır yüzdesi

Opere edilen kırıkların 32’si (%88.9) kapalı, 4’ü (%11.1) açık femur ve tibia diyafiz kırığından oluşmaktadır. Çalışma vakalarındaki çocukların en küçüğü 4 yaşında, en büyüğü ise 15 (ortalama 8.4) yaşındadır.

Kırık etiyojisine göre dağılımında; olguların 27’si (%75) trafik kazası sonrası ilk sırada yer almaktadır. Yedisi yüksekten düşme, 1’i düşme ve 1’i ateşli silah yaralanması sonrası meydana gelen femur veya tibia diyafiz kırığıdır. Olguların kırık etyolojilerine göre dağılımı Tablo 4.2.’de gösterilmiştir.



Tablo 4.2. Olguların kırık etyolojisine göre dağılımı

| Etyoloji                        | Olgu sayısı n(%)* |
|---------------------------------|-------------------|
| <b>Trafik kazası</b>            | 27 (75)           |
| <b>Yüksekten düşme</b>          | 7 (19.4)          |
| <b>Düşme</b>                    | 1 (2.8)           |
| <b>Ateşli silah yaralanması</b> | 1 (2.8)           |
| Toplam                          | 36 (100)          |

\*Satur yüzdesi

Kırık lokalizasyonuna göre sınıflandırıldığında; kırıkların 11'i (%30.6) proksimal 1/3, 20'si (%55.6) orta 1/3 ve 5'i (%13.8) distal 1/3 diyafizde bulunmuştur. Olguların kırık lokalizasyonları Tablo 4.3 de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Olguların kırık lokalizasyonları

| Kırık lokalizasyonu  | Olgu sayısı n(%)* |
|----------------------|-------------------|
| <b>Proksimal 1/3</b> | 11 (30.6)         |
| <b>Orta 1/3</b>      | 20 (55.6)         |
| <b>Distal 1/3</b>    | 5 (13.8)          |
| Toplam               | 36 (100)          |

\*Satur yüzdesi

Diğer bir kırık tipi sınıflaması, Winqvist sınıflamasına göre yapılmış ve mevcut diyafiz kırıklarının; 21'i (% 58.4) Tip I, 8'i (% 22.2) Tip II, 3'ü (% 8.3) Tip III ve 4 ü (11.1) Tip IV şeklinde olup Olguların Winqvist sınıflamasına göre kırık tipleri Tablo 4.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Olguların Winqvist sınıflamasına göre kırık tipleri

| Kırık tipi     | Olgu sayısı n(%)* |
|----------------|-------------------|
| <b>Tip I</b>   | 21 (58.4)         |
| <b>TipII</b>   | 8 (22.2)          |
| <b>Tip III</b> | 3 (8.3)           |
| <b>Tip IV</b>  | 4 (11.1)          |
| Toplam         | 36 (100)          |

\*Satır yüzdesi

Radyografik değerlendirmelerde; 9 (%25) olguda valgus deformitesi 2-8 derece ( $1.14 \pm 2.14$ ), 10 (%27.8) olguda varus deformitesi 4-10 derece ( $2.06 \pm 3.56$ ) olarak saptandı.

Olguların klinik olarak yapılan muayenlerinde; 24 (%66.7) olguda uzunluk farkı 5-13mm ( $0.47 \pm 0.4$ ), 8 (%22.2) olguda kısalık farkı 5-20 mm ( $0.25 \pm 0.51$ ), 15 (%41.7) olguda dış rotasyon farkı 2-8 derece ( $1.97 \pm 2.61$ ), 3 (%8.3) olguda iç rotasyon farkı 2-6 derece ( $0.28 \pm 1.08$ ) olarak saptandı.

Kırıklar açık ve kapalı olarak değerlendirildiğinde; 32 si (% 88.9) kapalı ve 4 ü (%11.1) açık kırık olup, açık kırıklar Gustilo- Anderson sınıflamasına göre değerlendirilmiştir. Femur veya tibia açık diyafiz kırıklı olgu sayıları; 2'si 1.derece, 1'i 2.derece ve 1'i 3.derece olarak saptanmıştır.

Tedavi edilen kırıkların 18'i (%50) kapalı redüksiyon ve 18'i (%50) açık redüksiyon ile tedavi edilmiş, 18'ine (%50) retrograd ve 18'ine (%50) antegrad olarak uygulama yapılmıştır.

Hastaların istatistiksel sonuçları Flynn kriterlerine göre; uzunluk farkı açısal deformite ve klinik olarak ağrının olup olmaması şeklinde yorumlanmış olup, buna göre 29 (%80.5)

kırıklı olguda mükemmel sonuç, 7 (%19.5) kırıklı olguda iyi sonuç elde edilmiş olup, kötü sonuç bulunmamıştır (75).

Hastaların istatistiksel sonuçları Flynn kriterlerine göre Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Flynn kriterleri

|                  | Mükemmel Sonuç | İyi Sonuç | Kötü Sonuç |
|------------------|----------------|-----------|------------|
| Uzunluk Farkı    | <1.0 cm        | <2.0 cm   | >2.0 cm    |
| Açısal Deformite | < 5°           | < 10°     | > 10°      |
| Ağrı             | Yok            | Yok       | Yok        |
| Toplam           | 29 (% 80.5)    | 7 (%19.5) | 0 (%0)     |

Travma sonrası doğrudan hastanemize başvurmuş olan hastalarda uyguladığımız değerlendirme ve tedavi şemasının ana hatları aşağıda belirtilmiştir.

- 1- Hastanın yaşamsal sorunlarını, ilgili bölümlerin acil konsultan hekimlerince değerlendirilmesi ile eşzamanlı olarak kliniğimiz hekimi tarafından değerlendirilmiştir. Açık kırığı olan olgularda yara değerlendirilip gerekli debridman yapılmış daha sonra servise alınana kadar alçı atele alınmıştır.
- 2- Gerekli olgularda tetanoz profilaksisi yapılmış ve açık kırıklarda antibiyotik profilaksisine başlanmıştır.
- 3- Acil kapsamlı müdahale gerektirmeyen açık kırıklarda acil ameliyathane koşulları uygunsa ameliyathanede, genel anestezi altında ya da acil müdahale salonunda yara debridmanı ve irrigasyonu yapılmıştır.
- 4- Kapalı ve açık kırıklarda cerrahi endikasyonu konularak ve hastanın ek patolojileride göz önünde bulundurularak aynı gün ya da daha sonraki günlerde ameliyata karar verilmiştir.

5- Bütün hastalara preoperatif olarak antibiyotik profilaksisi ve postoperatif antibiyoterapi uygulanmıştır. Kapalı kırıklarda 50-100 mg/kg sefazolin sodyum profilaksisi ve postoperatif antibiyoterapi uygulanmıştır. Açık kırıklarda, 50-100 mg/kg sefazolin sodyum/7 gün, 15 mg/kg metronidazol/5 gün ve 4-6 mg/kg gentamisin/3 gün antibiyoterapi uygulanmıştır. Olgularda taburcu sonrası uygun görülen hastalarda ortalama 5 gün süre ile oral antibiyoterapi uygulanmıştır.

Hastaların postoperatif ve kırık tespiti sonrası rutin kontrollerinde hiçbir hastada retrograd olarak tespit edilen femur ve tibia diyafiz kırıklarında Ender çivilerinin distal yada proksimale migrasyon olmadığı tesbit edildi. Ancak antegrad olarak tespit sağlanan hastalardan iki tanesinde, Ender çivisinin proksimalde fossa piriformisten intramedüller sahaya migre olduğu görüldü. Çıkarma sırasında çivilere ulaşamadığı için lateral korteksten 2x1 cm'lik kemik korteks çıkarılarak intramedüller alandan Ender çivileri proksimale ilerletilerek çıkarıldı. Postoperatif dönemde hastalarda herhangi bir enfeksiyon bulgusu ve insizyon yerlerinde cilt nekrozu görülmemiştir. Bir olgu, postoperatif 3. haftasında mobilizasyon sırasında düşme sonrası, Ender çivisinin 30° varus pozisyonunda eğilmesi nedeni ile yeniden opere edildi. Ender çivileri çıkarılarak retrograd, lateralden bir adet ve medialden iki adet Ender çivisi ile tespit yeniden sağlandı. İki olguda tibia diyafiz segmenter kırık olması nedeni ile Ender çivileri ile dizilim sağlandıktan sonra kısalık gelişme ihtimaline karşı unilateral Girgin eksternal fiksator ile tespit desteklendi. Postopeatif 3. ayında eksternal fiksator çıkarılarak Ender çivileri ile takibi yapıldı. Kelebek fragmanlı ve subtrokanterik alana yakın proksimal 1/3 kırıklı olgularda rotasyona engel olmak açısından iki hafta boyunca pelvis destekli atelde takip edilmiştir. Tibia distal 1/3 oblik kırığı ve kırık distalinde torus tarzında kırığı olan bir hastada üç hafta uzun bacak atelde ve dört hafta boyunca da yüklenme ile PTB (Patellar Tendon Bearing) alçı ile takibi yapılarak kallus dokusunun görülmesi üzerine alçı çıkarılarak yük verilmiştir. Atel desteğine gerek duyulmayan ve stabil olduğu düşünülen bütün hastalar postoperatif 2 ile 3. günden itibaren koltuk değnekleri ile yük vermeden yürütölmeye başlanmıştır.

Kapalı kırık olan ve tip1 açık kırığı olan hastaların hiçbirinde kan ve kan ürünleri transfüzyonuna ihtiyaç duyulmamıştır. Tip 3 açık kırığı ve ek patolojisi olan 6 olgu için kan transfüzyonu uygulanmıştır. Postoperatif sürede açık ve kapalı redüksiyon uygulanan

hastaların hemoglobin ve hemotokrit değerlerinde anlamlı fark görülmemiştir. Hastalar ortalama erkeklerde 2-42 günde (ortalama 7), kızlarda 3-41 günde (ortalama 14) taburcu edilmiştir. Ek patolojisi mevcut olan olguların yatış süreleri göz önünde bulundurulmadığı takdirde ortalama postoperatif süre 7 gündür. Özellikle ezilme tarzı yaralanmalar sonrası; cilt defektinin olması ve sonrasında split thickness graft uygulaması ve yine 1 olguda ateşli silah yaralanmasına bağlı vasküler ve yumuşak doku hasarı ortalama postoperatif sürenin uzun olmasının nedenidir.

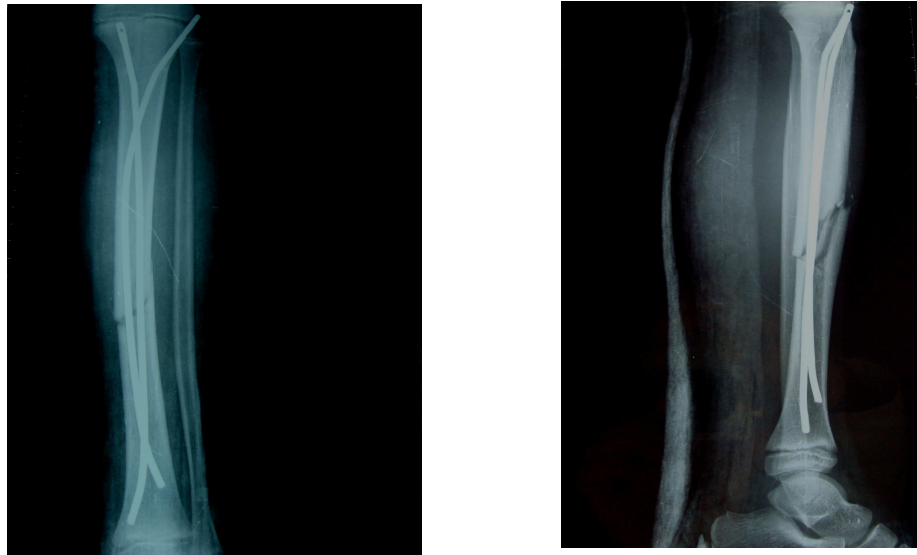
İmplantı çıkarılan ve kontrol edilen hastaların hiçbirinde kaynamama bulgusu görülmemiştir.

## 5. OLGU ÖRNEKLERİ

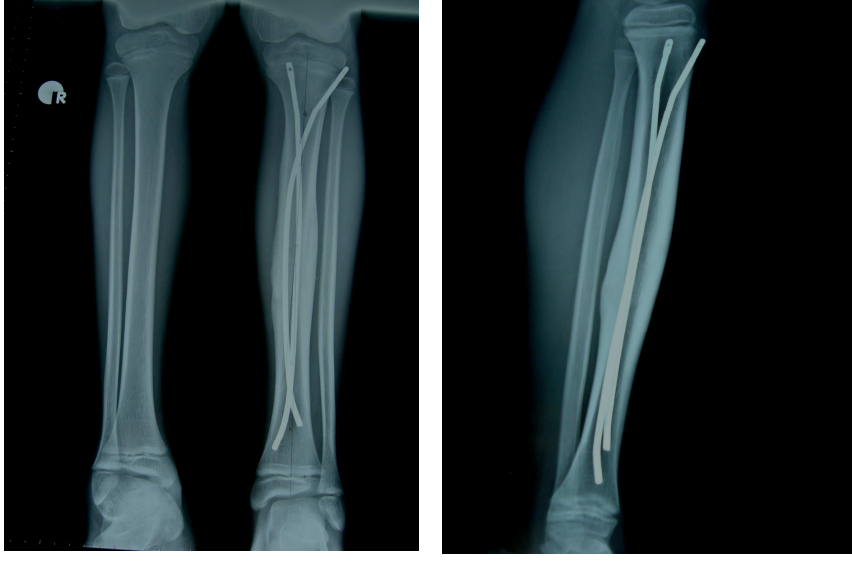
### OLGU-1



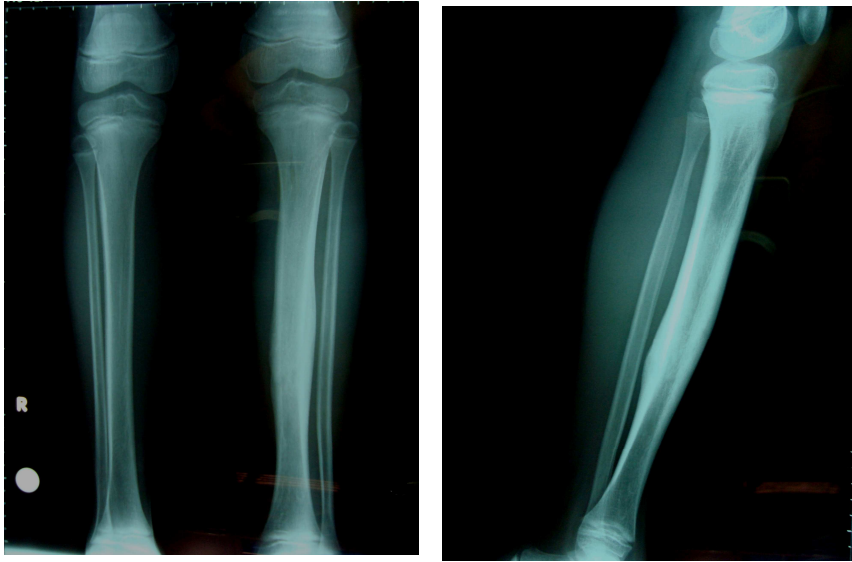
(F.Ç.) On bir yaşında erkek, yüksekten düşme sonrası sol tibia orta 1/3 spiral kırığı.



(F.Ç.) Postoperatif 1. gün. Kapalı redüksiyon ve iki adet Ender intramedüller çivi ile osteosentez.



(F.Ç.) postoperatif 5. ay kaynama mevcut.

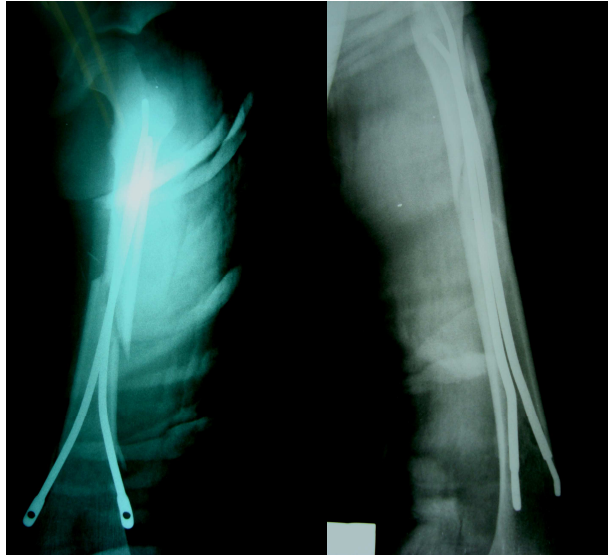


(F.Ç.) postoperatif 5. ay kaynama görülmesi üzerine çiviler çıkarılmış. Klinik ve radyolojik değerlendirmede; sol tibiada 7 mm uzunluk, 4 derece valgus mevcut. İç-dış rotasyon deformitesi yok.

## OLGU 2

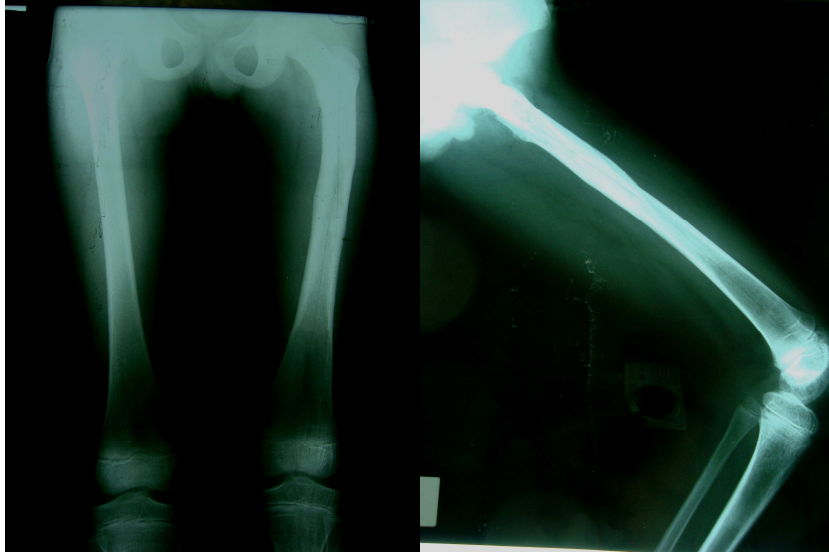


(R.K.) 7 yaşında erkek, yüksekten düşme, sol femur segmenter kırık.



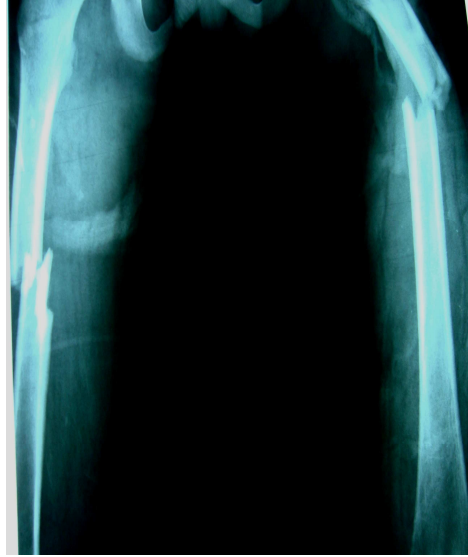
(R.K.) Preoperatif ve postoperatif 1. gün radyografileri



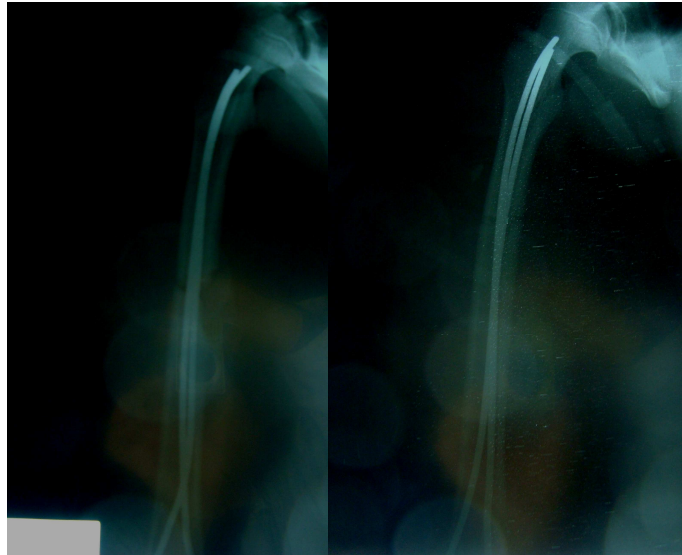


(R.K.) İmplant çıkarıldıktan sonraki radyografileri, sol alt ekstremitte 10 mm ve sol femurda 8 derece varus açılanması mevcut.

### OLGU-3



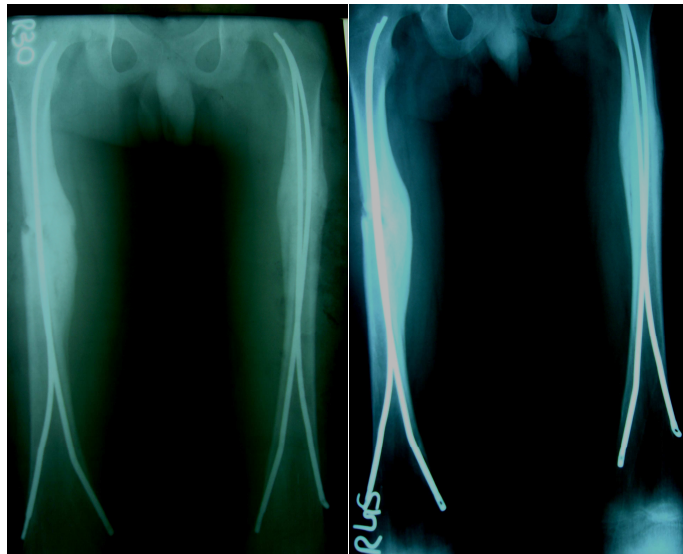
(E.İ.) Sekiz yaşında erkek hasta. Araç dışı trafik kazası sonrası bilateral femur cisim kırığı.



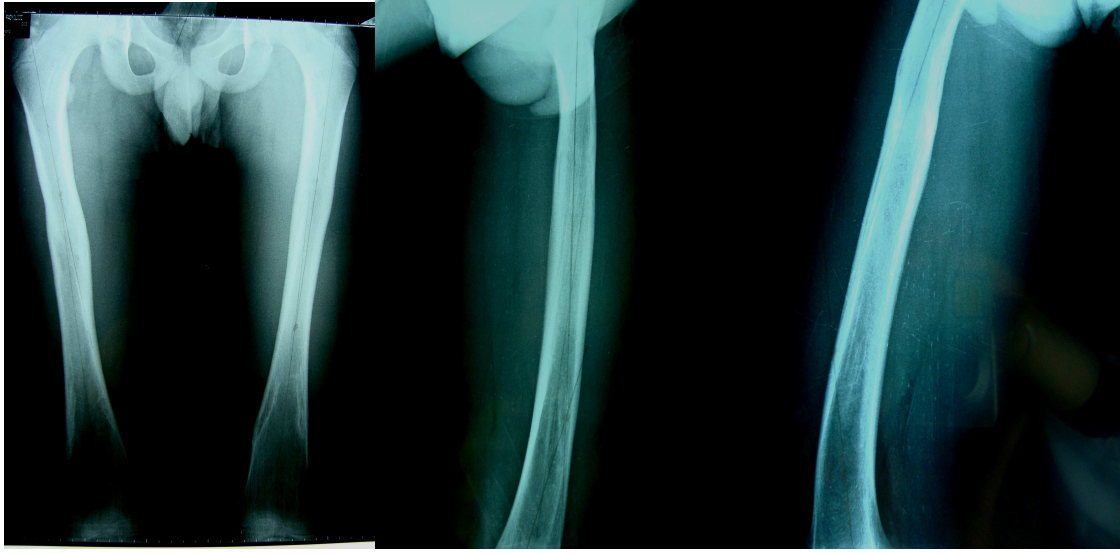
(E.İ.) Postoperatif 1. gün. Bilateral femur kırığı için, sol taraf kapalı redüksiyon, sağ taraf açık redüksiyon ile iki adet Ender çivisi ile osteosntezi.



(E.İ.) Postopratif 1. ay radyografisi.



(E.İ.) Postoperatif 10. radyografisi.



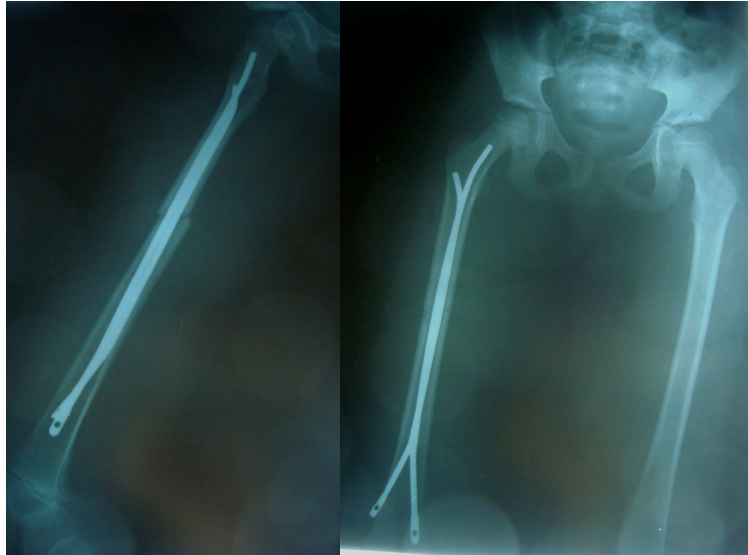
(E.İ.) Ender çivilerinin çıkarılması sonrası anteroposterior ve lateral radyografileri. Bilateral alt ekstremiteler arasında 10 mm lik uzunluk farkı mevcut. Sağ femurda 5 derece, sol femurda 4 derece valgus deformitesi mevcut. bilateral alt ekstremiteler arasında 8 derecelik anteversiyon farkı mevcut.

#### OLGU-4

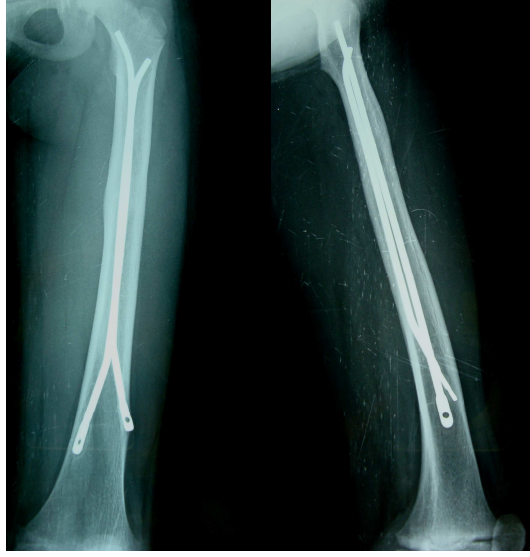
.



(E.B.) Altı yaşında kadın hasta. Araç dışı trafik kazası sonrası sol femur cisim kırığı.



(E.B.) Postoperatif 1. gün radyografileri. İki adet Ender çivisi ile kapalı redüksiyon osteosentez.



(E.B.) postoperatif 18. ay radyografileri. Kaynama mevcut.



(E.B.) Ender çivilerinin 18. ayda çıkarılması sonrası radyografileri. Sol alt ekstremitede; 5mm uzunluk mevcut.

## 6. TARTIŞMA

Çocuk femur ve tibia diyafiz kırıkları farklı yöntemlerle tedavi edilebilirler. Küçük yaştaki, özellikle 0-4 yaş arası çocuklarda kapalı redüksiyon ve alçı tespiti ile çok iyi sonuçlar alınmaktadır. Ek bir patoloji yoksa genelde bu yaş grubundaki hastalarda cerrahi tedavi uygulanmaz. Ancak 4-10 yaş arası çocuklarda femur ve tibia diyafiz kırıklarında cerrahi tedavi ile konservatif tedavi konusunda halen tartışmalar mevcuttur. Önceleri bu yaş grubunda, 3 hafta traksiyon sonrası alçı tespiti uygulanırken günümüzde ise cerrahi tespit yöntemleri ön plana çıkmıştır. Çocuğun alçı içerisindeki bakımının zor olması, en az 6-8 hafta okul eğitimini aksatması, yine 6-8 haftadan önce ayağa kalkamaması konservatif tedavinin başlıca dezavantajlarıdır. Dört yaşından büyük çocuklarda eksternal fiksator, plak- vida, rijit veya elastik intramedüller çiviler gibi materyallerle cerrahi tespit yapılabilmektedir. Rijit intramedüller çivilerin giriş yerinden dolayı gelişebilen femur başı avasküler nekrozu ve trokanter büyüme plağında erken kapanma riski sebebiyle; bu tespit materyalleri, büyüme çağını tamamlamamış olgularda nadiren kullanılmaktadır (76).

Kompresyon plakları ile fiksasyon, özellikle politravmalı çocuklarda hasta bakımını kolaylaştırması ve erken rehabilitasyonun sağlanması amacı ile tercih edilmektedir. Ancak, plak yerleştirilmesi ve çıkarılması sırasında aşırı yumuşak doku, periost sıyrılmasına ve uzun bir keskiye ihtiyaç duyulmasından dolayı popülaritesini kaybetmektedir (77).

Bu yaştaki uzun kemik diafiz kırıklarında eksternal fiksatorlerde kullanılmaktadır. Eksternal fiksator uygulamasının avantajları; açık ve çok parçalı kırıkların tedavisinde etkili olması, yara bakımına izin vermesi ve çıkarılması için ikinci bir ameliyata gerek olmamasıdır. Dezavantajları; çivi yolu enfeksiyonu, çivi dibi bakımının zorluğu, implant çıkarıldıktan sonra tekrar kırık riskinin fazlalığı ve kırığa komşu eklemlerde hareket kısıtlılığıdır. (78).

Elastik intramedüller çivileme uzun kemik diafiz kırıkları tedavisinde minimal invaziv bir yöntemdir. Metazieau'nun öncülüğünde 1980'li yılların başında uygulanan elastik

intramedüller çivileme yöntemi, uzun kemik diafiz kırıklarında diğer tedavi yöntemlerinde karşılaşılan sorunlardan yola çıkılarak geliştirilmiştir (47).

Avrupa'da son 20 yıl içerisinde çocuklarda femur diyafiz kırıklarını tedavi etmek için titanyum elastik çiviler sıklıkla kullanılmıştır. Kuzey Amerika'da ise titanyum elastik çiviler son on yılda popülerite kazanmış ve okul çağı yaşındaki çocuklardaki orta diyafiz femur kırıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmıştır (79).

Yine, Avrupalı ortopedik cerrahlar tibia diyafiz kırıklarını tedavi etmek için de elastik intramedüler çivilemeyi kullandılar ve başarılı olduklarını belirttiler (80).

Sanjeev Sabharwal ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; eksternal fiksator, esnek paslanmaz çelik ve titanyum çivilerin mekanik özelliklerini karşılaştırmıştır. Bütün implantlar transvers ve parçalı kırık modelleri için test edildi, anterior-posterior eğme, lateral eğme (eksternal fiksatorler hariç), torsiyon ve aksiyal sıkıştırma testlerine tabi tutuldu. Eksternal fiksatorlerin, transvers ve parçalı kırık modelleri için çivilerden önemli oranda daha yüksek eğme sertliği sağladığı görülmüştür. İstatistiksel olarak önemli olmasa da, 3.5 mm titanyum çivilerle karşılaştırıldığında, elastik paslanmaz çelik Ender çivileri, her iki kırık modeli (transvers ve parçalı) için de sagittal düzlem angülasyonunu ve parçalı kırık modelleri için koronal düzlem angülasyonunu daha iyi kontrol ettiği test edilmiştir. Titanyum elastik çivilerde, açısal deformasyonda istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuş ve lateral radyografilerde, Ender çivilerinden daha fazla açılanma göstermiştir (83). Test edilen bu sonuçlar 5 ila 15 yaşları arasındaki çocuklardaki 38 femoral diyafiz kırığının titanyum ve esnek paslanmaz çelik Ender çivileriyle, stabilizasyon sonuçlarını karşılaştıran son zamanlarda yapılan bir retrospektif çalışmayla ilişkilendirilmiştir (81).

Luhmann ve arkadaşları, çocuk femur diyafiz kırıklarının titanyum elastik çivi ile tedavi sonuçlarını rapor ettiler. Kilolu olguların tedavisinde kullanılan küçük çaptaki titanyum elastik çivilerin daha fazla sagittal düzlem açılanmasına neden olduğunu gördüler (82). Sabharwal ve arkadaşlarının yaptığı biyomekanik çalışmada, bu klinik çalışmaların bazı bulgularını doğrulamaktadır. Çivileme sistemleri arasında aksiyal sıkıştırma sertliği arasından istatistiksel bir fark bildirilmemiştir. Yapılan biyomekanik çalışmada, sentetik kemik modelleri kadavra femurunun yerini almıştır. Bu sentetik modeller, örnekler



arasında daha az değişkenlik göstermektedir. Sentetik modeller, kadavra kemiğiyle karşılaştırıldığında; elastiklik katsayısı ve mekanik testlere deformasyon tepkileri açısından kadavra kemiğinin fiziksel özelliklerini simule etmektedirler. Çalışmada, bütün yüklenme testlerinde, 3.5 mm esnek paslanmaz çelik Ender çivileri, 3.5 mm titanyum çivilerine eşdeğer veya daha üstündü. Bu durum, 3.5 mm titanyum implantların göreceli olarak geniş intramedüler kanalı olan hastalarda dikkatli kullanılması gerektiği anlamına gelir (83).

Narayanan ve arkadaşları 5 yıl boyunca titanyum elastik çiviler ile tedavi edilen olgularının sonuçlarını gözden geçirdi (40). Tedavi edilen 2 ve 15 yaşları arasındaki 78 çocuğun, 79 diyafizer femur kırığı değerlendirildi. Vakaların %75'inde kırık diyafizde ve kırıkların %56'sı transversdi. Ortalama takip süresi 10 aydı. Olguların en son yapılan kontrollerinde 8 adet yanlış kaynama vakası vardı. Sagital açılanma 15 derecelik arkaya eğilme ile 25 derecelik öne eğilme arasında değişirken, koronal açılanma 10 derecelik valgus ile 14 derecelik varus arasındadır. Operasyonla düzeltme gerektiren ve malünyona sebep olan dizilim kaybı 5 olguda görüldü. Özellikle farklı çaplarda çivilerin kullanımı ve shaft çapının %25'inden daha büyük parçalanma, yanlış kaynama ve/veya dizilim kaybıyla ilişkilendirildi. Bizim yaptığımız çalışmadaki yanlış kaynama miktarları bu çalışmaya göre daha düşüktü. Hiçbir olgumuzda düzeltme gerektirecek dizilim kaybı görülmemiştir.

Rathjen ve arkadaşları; femur kırığı olan 57 erkek 24 kız, toplam 81 olguyu çalışmaya almışlar. Olguların ortalama takip süreleri 13 ay ve ortalama yaşları 9.2 olarak belirtilmiştir. Olgular Winkquist sınıflamasına göre, stabil ve anstabil olarak iki gruba ayrılarak değerlendirilmiş. Her iki grupta 6'şar olguda iyileşme öncesi 6-10 mm'lik radyolojik kısalma tespit edilmiş. Unstabil gruptan, üç olguda kısalma 10 mm ve daha fazla, bunlardan ikisinde kısalma 11-15 mm ve birinde kısalma 25 mm olarak tespit edilmiştir. Her grupta 6 olgu, 5 dereceden fazla sagittal ve koronal planda açısal deformite ile iyileşmiştir (84,85). Bizim çalışmamızdaki uzunluk farkı ve açılanma değerleri bu çalışmadaki değerlerle örtüşmektedir.

Tibiada aşırı büyüme ve epifiz zedelenmesine bağlı ekstremitte uyumsuzluğu çocuklardaki kırıklara özgüdür ve çocuk tibia kırıklarının en çok görülen komplikasyonu olarak kabul

edilir. Diğer taraftan, Buckley ve arkadaşları, 42 açık çocuk tibia kırık üzerindeki çalışmalarında 1 cm.den büyük 4 adet uzunluk farkı tarif etmişlerdir. Hope ve Cole, hem tibia kısılmanın hem de aşırı büyümenin açık çocuk tibia kırıklardan sonra görüldüğü sonucuna varmışlardır (88). Wessel ve arkadaşları dört yaş üzeri çocuk tibia kırıklarında, daha fazla farklılık rapor etmişler ve stabil olmayan kırıkların primer cerrahi müdahalesini tavsiye etmişlerdir (89). Farklı klinisyenler kapalı tibiya kırıklardan sonra tibiya aşırı büyümenin az olduğunu ve tipik olarak yarım santimetreyi geçmediğini rapor etmişlerdir (11). Çalışmamızda tibia kırıklarında uzunluk farkı klinik olarak sorun çıkarmayacak düzeylerdeydi.

Srivastava ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada; kapalı ve açık tibia cisim kırıklarının kaynaması için ortalama süre 20.7 haftaydı. İki adet kaynamama (%8) vardı, bunların ikisi de tip 3B açık kırıktı ( 86). Çalışmamızda tibia kırıklarında kaynama süresi hastaların kontrollere zamanında gelmemesi sebebiyle değerlendirilmemiştir.

Buckley ve arkadaşları 41 tibia cisim kırıklı hastanın 3'ünde (%7) enfeksiyon geliştiğini ve 1'inde (%2) osteomyelit görüldüğünü rapor etmiştir (87). Hope ve Cole, açık tibia cisim kırıklı serisinde, 10 (%11) olguda enfeksiyon geliştiğini rapor etmiştir (88). Çalışmamızda ise Ender çivileri ile tedavi edilen; açık veya kapalı, femur ve tibia kırıklı hastaların hiç birinde enfeksiyon görülmemiştir.

Goodwin ve arkadaşları tibia cisim kırıklarının esnek intramedüler fiksasyonunda en çok görülen komplikasyonun ya sagittal ya da koronal düzlemde en az 10 derecelik yanlış kaynama olduğunu rapor etmişlerdir (90). Çalışmamızda ise bir olguda 10 derecelik sagittal planda arkaya açılma gelişmiştir.

Luhmann ve arkadaşlarının yapmış oldukları biyomekanik çalışmada; hastanın vücut ağırlığı (kg), implant yapılan çivilerin toplam çapına (mm) bölerek her kırık için bir ağırlık/çivi oranı hesaplamışlar. Ortalama ağırlık/çivi oranı 4.2 kg/mm olarak

belirlendi. Çalışmada, farklı angulasyon sonuçları ile ortalama ağırlık/çivi oranları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Çalışmacılar, sonuç olarak, sagittal ve koronal açılanmanın minime indirilmesi için 4 kg/mm den küçük bir ağırlık/çivi oranı önermişlerdir (91). Çalışmamızda ağırlık çivi oranına bakılmadı fakat hastanın kilosuna ve medulla çapına göre çivi kalınlığı ayarlandı.

Çalışmamızda bir olguda, postop 3. haftada travma sonucu Ender çivisinin eğilmesi nedeni ile 30 derece kadar varus deformitesi gelişmiş olup, hasta tekrar ameliyat edilerek retrograd, medialden bir ve lateralden iki adet Ender çivileri ile tesbit sağlanmıştır. Olgunun, yeniden ameliyat edilerek 3 adet Ender çivisi ile tesbit edilmesi ile sorunsuz bir kaynama gerçekleşmiştir.

Çalışmamızda, skopi cihazının kullanılması sırasında hastanın ve cerrahi ekibin radyasyona maruz kalması bu yöntemin dezavantajlardan biridir. Skopi kullanımı için, pozisyon ve verilmesi gereken doz konusunda eğitimli personel çalıştırılması ile aşırı radyasyona maruz kalmanın önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

## 7. SONUÇLAR

Özellikle 4 yaşından büyük çocukların femur ve tibia diyafiz kırıklarında; ameliyat sonrası bakımının kolay olması, eklem hareket açıklığının korunması, yanlış kaynamanın daha az görülmesi ve çocuğun okul eğitimine daha erken dönebilmesi gibi avantajları sebebi ile cerrahi tedavi öncelikle düşünülmelidir. Elastik intramedüller tespit ile diğer cerrahi yöntemler karşılaştırıldığında; biyolojik tespit olması, kısa sürede kaynama gelişmesi, erken ayağa kalkma, enfeksiyon oranlarının düşük olması, yeniden kırığın az olması, eklem hareket açıklığının korunması ve düşük maliyet gibi avantajları vardır.

Elastik intramedüller çiviler kendi içerisinde karşılaştırıldığında, ender çivilerinin daha sıkı tespit sağlaması ve 10 kat kadar fiyat avantajının olması titanyum elastik çivilere karşı üstünlüğüdür. Ender çivilerinin çocuk femur ve tibia diafiz kırıklarının tespitinde titanyum çivilere göre herhangi bir dezavantajı bilinmemektedir.

Bizim yapmış olduğumuz çalışmada enfeksiyon, yeniden kırık ve kaynamama saptamadık. Açısal ve kısalık gibi yanlış kaynama sorunları klinik olarak kabul edilecek düzeylerdeydi. Tedavi maliyetinin düşük olması, başarısının yüksekliği ve komplikasyonların az görülmesi gibi sebeplerle, Ender çivileri ile tedavi yöntemi ülkemiz koşullarında bu kırıklarda ilk tedavi seçeneği olmalıdır.

Deneyimli bir ekip tarafından, skopi cihazı olan merkezlerde uygulandığında başarıları yüksek olan Ender çivilerinin; özellikle 4 yaşından büyük çocuk femur cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde ilk tercih edilmesi gereken materyal olduğu kanaatindeyiz.

## 8. KAYNAKLAR

1. Aktuğlu K, Önçağ H. Çocuk femur cisim kırıklarında elastik intramedüller çivileme. *Acta orthopaedic traumatologia Turcia*, Sayı:27- Sayfa:4750
2. Alonso J, Geissler W, Hughes JL. External fixation of femoral fractures. Indications and limitations. *Clin Orthop Relat Res*. 1989 Apr;(241):83-8.
3. Aronson DD, Singer RM, Higgins RF. Skeletal traction for fractures of the femoral shaft in children. A long-term study. *J Bone Joint Surg Am*. 1987 Dec;69(9):1435-9.
4. Mann DC, Weddington J, Davenport K. Closed Ender nailing of femoral shaft fractures in adolescents. *J Pediatr Orthop* 1986;6:651-5.
5. Brouwer KJ, Molenaar JC, van Linge B. Rotational deformities after femoral shaft fractures in childhood. A retrospective study 27-32 years after the accident. *Acta Orthop Scand*. 1981 Feb;52(1):81-9.
6. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009;43(2):106-112
7. Ogden JA, Tross RB, Murphy MJ. Fractures of the tibial tuberosity in adolescents. *J Bone Joint Surg Am*. 1980 Mar;62(2):205-15.
8. Blanks RH, Lester DK, Shaw BA. Flexion-type Salter II fracture of the proximal tibia. Proposed mechanism of injury and two case studies. *Clin Orthop Relat Res*. 1994 Apr;(301):256-9.
9. Gross RH, Stranger M. Causative factors responsible for femoral fractures in infants and young children. *J Pediatr Orthop*. 1983 Jul;3(3):341-3.
10. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci* 2006 2(4):80-85
11. Shannak AO. Tibial fractures in children: follow-up study. *J Pediatr Orthop*. 1988 May-Jun;8(3):306-10.
12. Yang JP, Letts RM. Isolated fractures of the tibia with intact fibula in children: a review of 95 patients. *J Pediatr Orthop*. 1997 May-Jun;17(3):347-51.
13. Grimard G, Naudie D, Laberge LC, Hamdy RC. Open fractures of the tibia in children. *Clin Orthop Relat Res*. 1996 Nov;(332):62-70.
14. Kärrholm J, Hansson LI, Svensson K. Incidence of tibio-fibular shaft and ankle fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 1982 Oct;2(4):386-96.

15. Blount WP. Fractures in children are different. 1976. Clin Orthop Relat Res. 2000 Jul;(376):3-5; discussion 2.
16. Currey JD, Butler G. The mechanical properties of bone tissue in children. J Bone Joint Surg Am. 1975 Sep;57(6):810-4.
17. Lanotti JP, Goldstein S, Kuhn J, et al. The formation and growth of skeletal tissues. In: Buckwalter JA, Einhorn TA, Simon SR, eds. American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2000. p.78-104
18. Houghton GR, Rooker GD. The role of the periosteum in the growth of long bones. An experimental study in the rabbit. J Bone Joint Surg Br. 1979 May;61-B(2):218-20.
19. Jacobsen F, Stig M.D. Periosteum: Its Relation to Pediatric Fractures. [Editorial] Journal of Pediatric Orthopaedics B. 6(2):84-90, April 1997.
20. Carvell JE. The relationship of the periosteum to angular deformities of long bones. Experimental operations in rabbits. Clin Orthop Relat Res. 1983 Mar;(173):262-74.
21. Einhorn TA. The cell and molecular biology of fracture healing. Clin Orthop Relat Res. 1998 Oct;(355 Suppl):S7-21.
22. Wallace ME, Hoffman EB. Remodelling of angular deformity after femoral shaft fractures in children. J Bone Joint Surg Br. 1992 Sep;74(5):765-9.
23. Borden S Traumatic bowing of the forearm in children. J Bone Joint Surg Am. 1974 Apr;56(3):611-6.
24. Häggglund G, Hansson LI, Norman O. Correction by growth of rotational deformity after femoral fracture in children. Acta Orthop Scand. 1983 Dec;54(6):858-61.
25. Perona PG, Light TR. Remodeling of the skeletally immature distal radius. J Orthop Trauma. 1990;4(3):356-61.
26. Hougaard K. Femoral shaft fractures in children: a prospective study of the overgrowth phenomenon. Injury. 1989 May;20(3):170-2.
27. Shapiro F. Fractures of the femoral shaft in children. The overgrowth phenomenon. Acta Orthop Scand. 1981 Dec;52(6):649-55.
28. Fredericson M, Bergman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. Tibial stress reaction in runners. Correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. Am J Sports Med. 1995 Jul-Aug;23(4):472-81.

29. Prather JL, Nusynowitz ML, Snowdy HA, Hughes AD, McCartney WH, Bagg RJ. Scintigraphic findings in stress fractures. J Bone Joint Surg Am. 1977 Oct;59(7):869-74.
30. Wilkins K. Travma. In: Lynn Staheli (Ed) Pediatrik Ortopedi. Çeviri editörü Yalçın S, Avrupa Tıp Kitapçılık, İstanbul, 203-260, 2005.
31. Schenk R. K. Biology of fracture. In: Browner B, Jupiter J, Levine A, Trafton P (Eds) Skeletal Trauma. Saunders, Philadelphia, Vol 1: 29-74, 2003.
32. Kılıçoğlu S. S. Mikroskobi düzeyinde kırık iyileşmesi. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası 55(2):143-150, 2002.
33. Brond AR, Rubin TC. Fracture Healing. In: Surgery of the Musculoskeletal System. Churchill Livingstone, New York 1: 93–114, 1990.
34. Us A. K. Kırıklar hakkında genel bilgiler. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü Ders Notları, Ankara, 2005.
35. Khan SN. Bone growth factors. Orthop Clin North Am. 31(3): 375–388,2000.
36. Miller M. D. Bone. In: Miller M (Ed) Review of Orthopaedics. Saunders, Philadelphia. 1–22, 1996.
37. Cruess RL. Healing of bone, tendon and ligament In: Fractures. Philadelphia, Lippincott Company, 1:147–167, 1984.
38. Dwyer AJ, Mam MK, John B, Gosselin RA. Femoral shaft fractures in children--a comparison of treatment. Int Orthop. 2003;27(3):141-4. Epub 2003 Mar 20.
39. Gordon JE, Khanna N, Luhmann SJ, Dobbs MB, Ortman MR, Schoenecker PL. Intramedullary nailing of femoral fractures in children through the lateral aspect of the greater trochanter using a modified rigid humeral intramedullary nail: preliminary results of a new technique in 15 children. J Orthop Trauma. 2004 Aug;18(7):416-22; discussion 423-4.
40. Narayanan UG, Hyman JE, Wainwright AM, Rang M, Alman BA. Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures, and how to avoid them. J Pediatr Orthop. 2004 Jul-Aug;24(4):363-9.
41. Sabharwal S. Role of Ilizarov external fixator in the management of proximal/distal metadiaphyseal pediatric femur fractures. J Orthop Trauma. 2005 Sep;19(8):563-9.

42. Agus H, Kalenderer O, Eryanilmaz G, Omeroglu H. Biological internal fixation of comminuted femur shaft fractures by bridge plating in children. *J. Ped Orthop* 2003;23:184-9.
43. Stannard JP, Christensen KP, Wilkins KE. Femur fractures in infants: a new therapeutic approach. *J Pediatr Orthop*. 1995 Jul-Aug;15(4):461-6.
44. Podeszwa DA, Mooney JF 3rd, Cramer KE, Mendelow MJ. Comparison of Pavlik harness application and immediate spica casting for femur fractures in infants. *J Pediatr Orthop*. 2004 Sep-Oct;24(5):460-2.
45. Hedlund R, Lindgren U. The incidence of femoral shaft fractures in children and adolescents. *J Pediatr Orthop*. 1986 Jan-Feb;6(1):47-50.
46. Buehler KC, Thompson JD, Sponseller PD, Black BE, Buckley SL, Griffin PP. A prospective study of early spica casting outcomes in the treatment of femoral shaft fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 1995 Jan-Feb;15(1):30-5.
47. Metaizeau JP. Stable elastic intramedullary nailing for fractures of the femur in children. *J Bone Joint Surg Br*. 2004 Sep;86(7):954-7.
48. Curtis JE, Killian JT, Alonso JE. Improved treatment of femoral shaft fractures in children utilizing the pontoon spica cast: a long-term follow-up. *J Pediatr Orthop*. 1995 Jan-Feb;15(1):36-40.
49. Sink EL, Gralla J, Repine M. Complications of pediatric femur fractures treated with titanium elastic nails: a comparison of fracture types. *J Pediatr Orthop*. 2005 Sep-Oct;25(5):577-80.
50. Reeves RB, Ballard RI, Hughes JL. Internal fixation versus traction and casting of adolescent femoral shaft fractures. *J Pediatr Orthop*. 1990 Sep-Oct;10(5):592-5.
51. Sahin V, Baktir A, Türk CY, Karakaş ES, Aktaş S. Femoral shaft fractures in children treated by closed reduction and early spica cast with incorporated supracondylar Kirschner wires: a long-term follow-up results. *Injury*. 1999 Mar;30(2):121-8.
52. Gray DW. Trauma to the hip and femur in children. In: Sponseller PD. Ed. Orthopaedic Knowledge Update. Am Academy Orthop Surgeons; 2002. p.81-91
53. Bienkowski P, Harvey EJ, Reindl R, Berry GK, Benaroch TE, Ouellet JA. The locked flexible intramedullary humerus nail in pediatric femur and tibia shaft fractures: a feasibility study. *J Pediatr Orthop*. 2004 Nov-Dec;24(6):634-7.



54. Alonso JE, Horowitz M. Use of the AO/ASIF external fixator in children. J Pediatr Orthop. 1987 Sep-Oct;7(5):594-600.
55. Mileski RA, Garvin KL, Huurman WW. Avascular necrosis of the femoral head after closed intramedullary shortening in an adolescent. J Pediatr Orthop. 1995 Jan-Feb;15(1):24-6.
56. Türkiye Klinikleri J. Pediatr Sci 2006,2(4):80-104
57. Tachdjian' Pediatric Orthopedics. 2002. p.2371-91
58. Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R.Clin Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. Orthop Relat Res. 1989 Apr;(241):146-65.
59. Türkiye Klinikleri J. Pediatr Sci 2006,2(4):86-88
60. Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. J Bone Joint Surg Br. 2002 Nov;84(8):1093-110.
61. Kubiak EN, Egol KA, Scher D, Wasserman B, Feldman D, Koval KJ. Operative treatment of tibial fractures in children: are elastic stable intramedullary nails an improvement over external fixation? J Bone Joint Surg Am. 2005 Aug;87(8):1761-8.
62. Travmatoloji R. EGE 2001. p. 1048-58
63. Hensinger RN. Complications of fractures in children, in Skeletal Trauma in Children, In: Gren NE, Swiontkowski MF, eds. Phila:WB Saunders Co;1998. p. 121-47
64. Matsen FA 3rd, Veith RG. Compartmental syndromes in children. J Pediatr Orthop. 1981;1(1):33-41.
65. Drummond DS, Salter RB, Boone J. Fat embolism in children: its frequency and relationships to collagen disease. Can Med Assoc J. 1969 Aug 23;101(4):200-3.
66. Türkiye Klinikleri J. Pediatr Sci 2006,2(4):98-104
67. Zionts LE, McCampbell EJ, Szentfulopi T, Goodman RM, Harvey JP Jr. Deep-vein thrombosis in children following trauma. A report of two cases. J Bone Joint Surg Am. 1983 Jul;65(6):839-40.
68. Altiook H, Lubicky JP, DeWald CJ, Herman JE. The superior mesenteric artery syndrome in patients with spinal deformity. Spine (Phila Pa 1976). 2005 Oct 1;30(19):2164-70.
69. Wilkins KE. Principles of fracture remodeling in children. Injury. 2005 Feb;36 Suppl 1:A3-11.

70. Kesemenli CC, Subasi M, Arslan H, Tüzüner T, Necmioglu S, Kapukaya A. Is external fixation in pediatric femoral fractures a risk factor for refracture? J Pediatr Orthop. 2004 Jan-Feb;24(1):17-20.
71. Hoffer MM, Garrett A, Brink J, Perry J, Hale W, Nickel VL. The orthopaedic management of brain-injured children. J Bone Joint Surg Am. 1971 Apr;53(3):567-77.
72. Arslan H, Kapukaya A, Kesemenli C, Subaşı M, Kayıkçı C. Floating knee in children. J Pediatr Orthop. 2003 Jul-Aug;23(4):458-63.
73. Tachdjian' Pediatric Orthopedics. 2002. s. 784
74. Staheli L.T, and Engel G.M : Tibial torsion. A method of assessment and a survey of normal children. Clin. Orthop. 86:183-86, 1972.
75. Flynn JM, Hresko T, Reynolds RA, et al. Titanium elastic nails of pediatric femur fractures: a multicenter study of early results with analysis of complications. J Pediatr Orthop. 2001;21:4-8.
76. Benirschke SK, Melder I, Henley MD, et al. Closed Interlocking Nailing of Femoral Shaft Fractures: Assessment of Technical Complications and Functional Outcomes by Comparison of a Prospective Database with Retrospective Review. J Orthop Trauma. 1993; 7: 118-122
77. Kregor PJ, Song K, Routt ML Jr., et al. Plate fixation of femoral shaft fractures in multiply injured children. J Bone Joint Surg Am. 1993; 75: 1774-1780
78. Evanoff M, Strong ML, MacIntosh R. External fixation maintained until fracture consolidation is the skeletally immature. J Pediatr Orthop. 1993; 13: 98-101.
79. Sanders JO, Browne RH, Mooney JF, et al. Treatment of femoral fractures in children by pediatric orthopedists: results of a 1998 survey. J Pediatr Orthop. 2001;21:436-441
80. Srivastava, Adarsh K. MD\*; Mehlman, Charles T. DO, MPH\*†; Wall, Eric J. MD‡; Do, Twee T. MD Elastic Stable Intramedullary Nailing of Tibial Shaft Fractures in Children J Pediatr Orthop Volume 28(2), March 2008, pp 152-158
81. Klatt BA, Bosch P, Gruddziak J, et al. . Flexible intramedullary nailing of femoral shaft fractures in the skeletally immature flexible titanium nails versus Enders nails. Proceedings of the American Academy of Orthopedic Surgeons Annual Meeting. Dallas, Tex; 2002. Paper no. 58.

82. Luhmann SJ, Schootman M, Schoenecker PL, et al. Complications of titanium elastic nails for pediatric femoral shaft fractures. *J Pediatr Orthop.* 2003;23:443-447.
83. Mani, Usha S. MD; Sabatino, Christopher T. MS; Sabharwal, Sanjeev MD; Svach, David J. MS; Suslak, Adam MS; Behrens, Fred F. MD Biomechanical Comparison of Flexible Stainless Steel and Titanium Nails with External Fixation Using a Femur . *J Pediatr Orthop* Volume 26(2), March/April 2006, pp 182-187
84. Rathjen KE, De la Garza DJ. Flexible intramedullary fixation for difficult femoral shaft fractures. *Pediatric Orthopaedic Society of North America.* 2000.
85. Sink, Ernest L MD\*; Gralla, Jane PhD†; Repine, Michael MD\* Complications of Pediatric Femur Fractures Treated With Titanium Elastic Nails: A Comparison of Fracture Types *J Pediatr Orthop.* Volume 25(5), September/October 2005, pp 577-580
86. Srivastava, Adarsh K. MD\*; Mehlman, Charles T. DO, MPH\*†; Wall, Eric J. MD‡; Do, Twee T. MD Elastic Stable Intramedullary Nailing of Tibial Shaft Fractures in Children *J Pediatr Orthop.* Volume 28(2), March 2008, pp 152-158
87. Qidwai SA. Intramedullary Kirschner wiring for tibia fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:294-297.
88. Wessel L, Seyfriedt CS, Hock S, et al. Pediatric tibial fractures: is conservative therapy still currently appropriate? *Unfallchirurg.* 1997;100:8-12.
89. Hope PG, Cole WG. Open fractures of the tibia in children. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;74:546-553.
90. Goodwin RC, Gaynor T, Mahar A, et al. Intramedullary flexible fixation of unstable pediatric tibial diaphyseal fractures. *J Pediatr Orthop.* 2005;5:570-576.
91. Luhmann SJ, Schootman M, Schoenecker PL, et al. Complications of titanium elastic nails for pediatric femoral shaft fractures. *J Pediatr Orthop.* 2003;23:443-447.