



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**ÇOCUKLUK ÇAĞI FEMUR ŞAFT KIRIKLARINDA
UYGULANAN TEDAVİ YÖNTEMLERİNİN SONUÇLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

DR. UMUT CAN YILMAZ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

SAMSUN-2024



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**ÇOCUKLUK ÇAĞI FEMUR ŞAFT KIRIKLARINDA
UYGULANAN TEDAVİ YÖNTEMLERİNİN SONUÇLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

DR. UMUT CAN YILMAZ
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
PROF.DR. DAVUT KESKİN

SAMSUN-2024

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ortopedi ve travmatoloji branşının bütün inceliklerini benimle paylaşan; gerek cerrahi gerekse teorik olarak en önemli noktalarını öğretmeye çalışan değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Nevzat Dabak, Prof. Dr. Yılmaz Tomak, Prof. Dr. Ahmet Pişkin ve Prof. Dr. Ferhat Say'a; cerrahi gelişimimizin yanında bize her zaman ağabeylik de yapan sayın Doç. Dr. Hüseyin Sina Coşkun ve Doç. Dr. İsmail Büyükceran'a ve asistanlığımın son zamanlarında her zaman yanımda hissettiğim sayın Doç. Dr. Murat Erdoğan'a, her zaman bizi evladı gibi seven ve yardımcı olan değerli hocamız Prof. Dr. Ebru Kelsaka'ya bana olan sabırları ve sevgileri için teşekkür ediyor, şükranlarımı sunuyorum.

Asistanlık sürem boyunca hem poliklinik hem ameliyathanede her zaman bilgilerini paylaşan, tez yazım sürecimin her aşamasında bana yol gösteren ve yardımcı olan değerli hocamız Sayın Prof. Dr. Davut Keskin'e teşekkür ediyorum.

Klinikte bulunduğum her aşamada bana yardımcı olan ve omuz omuza beraber yürüdüğümüz değerli asistan arkadaşlarım Dr. Ercan Bayar, Dr. Şafak Aydın Şimşek, Dr. Bedirhan Albayrak, Dr. Emre Yıldırım, Dr. Abdullah Jabbar, Dr. Cahit Şemsi Şay, Dr. Tolga Gündüz, Dr. Tamer Aydın, Dr. Furkan Tabur, Dr. Mustafa Karal, Dr. Zafer Yaman'a teşekkür ediyorum.

Asistanlık sürecinde beraber çalıştığımız değerli hemşire, personel ve sekreter arkadaşlarımıza yardımları için teşekkür ederim.

Beni eğitim hayatım boyunca her zaman destekleyen ve hala tez yazarken bile ne aşamada olduğumu gün gün soran canım annem Döndü Yılmaz, yakında kaybettiğim hayatımın her alanında örnek aldığım her zaman yanımda olacak olan canım babam Necdet Yılmaz ve sevgili ablam Hülya Yılmaz Kılıçer'e teşekkür ediyorum.

Son olarak asistanlık sürecim boyunca belki benden bile çok yorulan hayattaki en büyük şansım güzel eşim Özlem Yılmaz ve büyümelerinin bir kısmında yanında olamadığım ama artık hep yanlarında olacağım canım oğullarım Deniz Bartu ve Atakan'a sevgilerimi sunuyorum.

Dr. Umut Can YILMAZ

BEYAN

“Çocukluk çağı femur şaft kırıklarında uygulanan tedavi yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması” başlıklı tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, başka bir çalışmadan kopya edilmediğini, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.



ÖZET

Amaç: Çocukluk çağında femur kırıkları alt ekstremitede en sık görülen kırık grubudur. Daha küçük yaş grubunda en sık neden basit düşme iken, yaş büyüdükçe yüksekten düşme veya trafik kazaları daha fazla görülmeye başlanır. Tedavi yöntemi olarak konservatif seçeneklerden pavlik bandaj, şanzlı veya şanzsız pelvipedal alçılama; cerrahi seçeneklerden ise elastik veya rijit intramedüller çivi, geleneksel veya kas altı plaklama, eksternal fiksator düşünülebilir. Tedavi yöntemine karar verirken yaş, kırık şekli, kırığın seviyesi, ek travmaların boyutu cerrahın seçimini etkiler. Son zamanlarda daha maliyet etkin yöntemlere yönelinmiş olduğu söylenebilir. Bu çalışmada da geriye dönük bir tarama yaparak bu tekniklerin sonuçlarını kendi arasında ve güncel literatür sonuçlarıyla karşılaştırmayı amaçladık.

Hastalar ve Yöntem: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda 2013-2023 yılları arasında 0-12 yaş arası femur shaft kırığı nedeniyle tedavi edilen ve çalışma kriterlerine uyan 123 hastanın yaş, cinsiyet, geçirilen operasyon sayısı, kırığın oluş şekli, kırığın geliştiği seviye ve fiz hattına uzaklığı, kırığın şekli, yara yeri problemi veya enfeksiyon geçirme öyküsü, bacak uzunluk farkları, koronal ve sagittal plandaki açılanmalar, rotasyon oluşup oluşmadığı, bacaklar arası çap farkı, eklem hareket açıklıkları, kırık hattında ağrı olup olmaması gibi parametreleri kaydedilmiştir. Tedavide uygulanan şanzlı veya şanzsız pelvipedal alçılama, plak ve intramedüller elastik çivileme yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Çalışmamıza dahil edilen 123 hastanın 79 (%64) tanesi erkek, 44'ü (%36) ise kız çocuğudur. Bu çocukların genel yaş ortalaması 5,35'tir. Ayrı ayrı bakılacak olursa erkek çocukların yaş ortalaması 5,4 iken kız çocuklarının yaş ortalaması 5,27'dir. Kırık oluşum mekanizmalarında %41,5 ile ilk sırada aynı seviyede düşme gelirken, araç içi veya dışı trafik kazaları %35, yüksekten düşme ise %17 oranında 3. sırada gelmektedir. Kırık şekillerine göre; 64 tanesi (%48,9) transvers kırık, 33'ü (%25,2) oblik kırık, 15'i (%11,5) spiral, 11 tanesi ise (%8,4) parçalı kırıktır. Hastalar 1-10 yıl arasında ortalama 5,67 yıl takip edilmiştir.

Olguların 23'ü (%18,7) femur distalden şanz çivisi geçildikten sonra pelvipedal alçılama, 26'sı (%21,1) şanz uygulanmadan pelvipedal alçılama, 30'u (%24,4) elastik

intramedüller çivileme, 44'ü (%35,8) ise plaklama yöntemiyle tedavi edilmiştir. Ameliyat olma sayılarına göre gruplandırıldığında tek ameliyat olan hasta sayısı 97 (%78,9), 2 defa olan 23(%18,7), 3 defa ameliyat olan hasta sayısı ise 3(%2,4)'dür.

Hastanede ortalama yatış süresi pelvipedal alçılama yapılan grupta 2,16 gün, elastik nail uygulananlarda 3,13 gün, plaklama yapılan grupta ise ortalama 3,91 gün olarak belirlenmiştir. Operasyon süresi ve hastanede yatış süresi anlamlı bir şekilde plak uygulanan hastalarda uzun bulunmuştur.

Uzunluk farkı, sağlam tarafa göre kısalık oluşmalar arasında; şanzsız pelvipedal alçılama grubunda ortalama 4,42 mm, şanz uygulanan pelvipedal grubunda 3,3 mm, elastik nail grubunda 1,3 mm, plak uygulanan grupta ise 0,32 mm olmuştur.

Uzunluk oluşmalar açısından karşılaştırma yapılarak bakıldığında ise şanz uygulanarak pelvipedal alçılama yapılan grup ortalama 1,96 mm, şanzsız pelvipedal alçılama grubu 0,5 mm, elastik nail uygulanan grup 1,6 mm, plak uygulanan grup ise 7,11 mm uzamıştır.

Tedavi yöntemleri arasında koronal ve sagittal plan açılanmaları yönünden anlamlı fark bulunmadı. Ayrıca kırık yaşı, hasta kilosu, kilonun yaşa göre persentil değeri, kırık seviyesi (1/3 proksimal, 1/3 orta veya 1/3 distal), kırık şekli ve oluş enerjisi ile açılanmalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç çıkmamıştır.

Şanz uygulanmış olsa da olmasa da pelvipedal alçılama yapılan grubun diğer gruplara göre anlamlı biçimde daha fazla rotasyona uğradığı tespit edilmiştir. Ayrıca rotasyon gelişiminin karşılaştırma yapılan parametrelerden düşük kilo ile negatif yönde bir korelasyon oluşturduğu görülmüştür. Kırık şekilleri ile rotasyon arasındaki ilişki de anlamlı bulunmuş ve spiral türdeki kırıklarda rotasyona uğrama ihtimalinin daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

Elastik intramedüller çivi grubunun daha erken kısmi mobilize olduğu, ancak tam mobilizasyon süreleri arasında anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmıştır.

Eklem hareket açıklıkları ve kas gücü yönünden tedavi şekilleri arasında bir fark oluşmazken, bacak çap farkı anlamlı olarak plak uygulanan grupta daha fazla görüldü.

Kırığın fize uzaklığının uzunluk farkı, açılanmalar ve rotasyon gelişmesi üzerine bir etkisi bulunmamıştır. Plağın bitiş noktasının fize uzaklığının herhangi bir klinik

yansıması olan sonucu olmamıştır. İntramedüller elastik çivinin kemiğe giriş noktasının fize uzaklığının da klinik olarak herhangi bir anlamlı etkisi bulunmamıştır.

Flynn kriterlerine göre; toplam 123 hastanın 101'i (%82) mükemmel, 13'ü (%11) iyi ve 9'u (%7) kötü olarak değerlendirilmiş ve tedavi yöntemleri arasında herhangi bir anlamlı fark bulunmamıştır.

Sonuç: Aralarında değerlendirme kriterleri yönünden bazı farklar olsa da, çocukluk çağı femur kırıklarının tedavisinde uyguladığımız bu 3 yöntemin sonuçlarının başarılı olduğu ve hastaları yeterince tatmin ettiği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: çocukluk çağı femur shaft kırığı, pelvipedal alçılama, elastik intramedüller çivi, plak uygulama

ABSTRACT

Aim: Femur fractures are the most common type of lower extremity fractures in childhood. While simple falls are the most frequent cause in younger age groups, falls from heights or traffic accidents become more prevalent as the child grows older. Treatment options include conservative methods such as Pavlik harness, splinting with or without spica casts, and surgical methods such as elastic or rigid intramedullary nailing, traditional or submuscular plating, and external fixation. When deciding on the treatment method, factors such as age, fracture type, fracture level, and the extent of additional trauma influence the surgeon's choice. Recently, there has been a trend towards more cost-effective methods. This study aimed to retrospectively review the results of these techniques and compare them with current literature results.

Patients and Methods: We reviewed 123 patients aged 0-12 years treated for femoral shaft fractures at the Department of Orthopaedics and Traumatology, Ondokuz Mayıs University Faculty of Medicine, between 2013 and 2023. We recorded parameters such as age, gender, number of operations, fracture mechanism, fracture level and distance from the physis, fracture type, history of wound problems or infections, leg length discrepancies, coronal and sagittal plane deformities, rotation, inter-leg diameter differences, joint range of motion, and pain at the fracture site. The results of splinting with or without spica casts, plating, and elastic intramedullary nailing were compared.

Results: Of the 123 patients included in the study, 79 (64%) were male and 44 (36%) were female. The average age of the children was 5.35 years. Specifically, the average age of the male children was 5.4 years, while the average age of the female children was 5.27 years. Among the fracture mechanisms, falls from the same level were the most common at 41.5%, followed by traffic accidents at 35% and falls from heights at 17%. Regarding fracture types, 64 (48.9%) had transverse fractures, 33 (25.2%) had oblique fractures, 15 (11.5%) had spiral fractures, and 11 (8.4%) had comminuted fractures. The patients were followed up for an average of 5.67 years, ranging from 1 to 10 years.

Twenty-three patients (18.7%) underwent femoral distal spica cast placement, 26 patients (21.1%) had spica cast placement without spica, 30 patients (24.4%) had elastic intramedullary nailing, and 44 patients (35.8%) were treated with plating. Of

these, 97 patients (78.9%) underwent one surgery, 23 patients (18.7%) had two surgeries, and three patients (2.4%) had three surgeries.

The average hospital stay was 2.16 days for the spica cast group, 3.13 days for the elastic nail group, and 3.91 days for the plating group. The operation and hospital stay durations were significantly longer in the plating group.

Regarding leg length discrepancies, the average discrepancy was 4.42 mm in the non-spica cast group, 3.3 mm in the spica cast group, 1.3 mm in the elastic nail group, and 0.32 mm in the plating group. When comparing discrepancies in the groups, the spica cast group showed an average discrepancy of 1.96 mm, the non-spica cast group had 0.5 mm, the elastic nail group had 1.6 mm, and the plating group had 7.11 mm.

No significant differences were found between treatment methods regarding coronal and sagittal plane deformities. Additionally, there were no statistically significant results between fracture age, patient weight, weight percentile, fracture level (proximal third, middle third, or distal third), fracture type, and deformities.

Regardless of the use of spica casts, the spica cast group experienced significantly more rotation compared to other groups. Furthermore, rotation development was negatively correlated with lower weight. The relationship between fracture type and rotation was significant, with spiral fractures having a higher likelihood of rotation.

The elastic intramedullary nail group showed earlier partial mobilization, but there was no significant difference in complete mobilization times. There were no differences between treatment methods regarding joint range of motion and muscle strength, while leg diameter differences were significantly more significant in the plating group.

The distance of the fracture from the physis had no impact on length discrepancy, deformities, or rotation development. The distance of the plating's end point from the physis had no clinical significance. Similarly, the distance of the intramedullary elastic nail's entry point from the physis had no clinical impact.

According to Flynn's criteria, 101 of the 123 patients (82%) were rated as excellent, 13 (11%) as good, and 9 (7%) as poor, with no significant differences between treatment methods.

Conclusion: Although there are some differences in evaluation criteria, the results of these three methods for treating childhood femur fractures were successful and satisfactory for the patients.

Key Words: Pediatric femoral shaft fracture, spica casting, elastic intramedullary nail, plating



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
BEYAN	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1 Tarihçe	2
2.3 Femurun anatomisi	5
2.3.1 Femurun Kemik Yapısının Anatomisi.....	5
2.3.2 Femurun Kas Yapılarının Anatomisi.....	6
2.3.3 Femurun Nöroanatomisi ve Kanlanması (Şekil 7,8,9)	10
2.3.4 Femurun Patolojik Anatomisi	13
2.4 Femurun Biyomekaniği.....	16
2.5.1 Anatomik Bölgeye Göre Sınıflandırmalar	17
2.5.2 Kırık Hattı veya Derecesine Göre Sınıflandırmalar (Şekil 14).....	17
2.5.3 Femur Kırıklarının Parçalanma Düzeyine Göre Sınıflandırması	18
2.5.4 AO'nun Genel Kırık Sınıflaması (Şekil 16)	19
2.5.5 Gustillo-Anderson Sınıflandırması	20
2.6 Kırık İyileşmesi	20
2.6.1 Primer Kemik İyileşmesi	20
2.6.2 Sekonder Kemik İyileşmesi	20
2.6.2.1 İnflamatuar Evre.....	21
2.6.2.2 Onarım Evresi	22
2.6.2.3 Remodelling Evresi.....	22
2.7 Çocuk Kırıklarında Özel Durumlar	24
2.8 Çocuk Kırıklarında Tanı ve Klinik Bulgular	28
2.9 Çocuk Femur Kırıklarında Tedavi Yöntemleri.....	30
2.10 Çocuk Femur Diyafiz Kırıklarının Komplikasyonları	38

3. MATERİYAL METOD	41
3.2 Tedavi Metodları.....	42
3.2.1 Pelvipedal açılama	42
3.2.2 Plak-vida uygulama	43
3.2.3 İntramedüller Elastik Çivi Uygulaması	47
3.4 Araştırmada incelenen veriler.....	51
4.BULGULAR.....	56
4.1 Yaş	56
4.2 Cinsiyet.....	56
4.3 Etiyoloji	56
4.4 Kırık tipi	57
4.5 Tedavi yöntemi	58
4.6 Operasyon Sayısı	59
4.7 Hastanede Yatış Süreleri.....	59
4.8 Uzunluk Farkı.....	60
4.9 Angulasyon (Açılanma).....	61
4.9.1 Anteroposterior Açılanmalar	61
4.9.2 Lateral Açılanmalar	61
4.10 Rotasyon.....	62
4.11 Mobilizasyon Süreleri.....	63
4.12 Diğer Klinik Sonuçların Karşılaştırması	64
4.13 Kırığın fize uzaklığının kısalık-uzunluk farkı, angulasyon ve rotasyon üzerine etkisi	65
4.14 Plajın bitiş noktasının fize uzaklığının sonuçlar üzerine etkisi	65
4.15 İntramedüller elastik çivinin kemiğe giriş noktasının uzunluk farkı, açılanmalar ve rotasyon üzerine etkisi	65
4.16 Diğer Komplikasyonlar	66
4.17 Flynn kriterlerine göre değerlendirme.....	66
5.VAKA SUNUMLARI	67
ÖRNEK VAKA 1:	67
ÖRNEK VAKA 2:	69
ÖRNEK VAKA 3:	70
ÖRNEK VAKA 4:	72
6. TARTIŞMA.....	75

7.SONUÇ.....	85
8. KAYNAKLAR.....	86
9.EKLER.....	92
9.1 Etik Kurul Kararı.....	92
9.2 Kurum Çalışma İzni	93
9.3 Orjinallik Raporu.....	94



SİMGELER VE KISALTMALAR

TEN	: Titanyum elastik nail
PPA	: Pelvipedal Alçılama
SİAS	: Spina İliaca Anterior Süperior
ABD	: Anabilim dalı
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
IL-1	: Interlökin 1
TNF a	: Tümör Nekroz Faktör a
TGF b	: Transforming Growth Faktör
iNOS	: İndüklenebilir Nitrik Oksit Sentaz
FGF 2	: Fibroblast Growth Faktör 2
Runx2	: Runt-related transcription faktör 2
IBSP	: İntegrin bağlayıcı sialoprotein
Ark.	: arkadaşları
AO	: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
Mob	: Süresi: Mobilizasyon süresi
YBÜ	: Yoğun Bakım Ünitesi
AP grafi	: Anterior Posterior grafi

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Pediatrik femur kırıklarında tedavi sonrası kabul edilebilir açılanma ve kısıalma değerleri	31
Tablo 2:Pediatrik femur şaft kırığı tedavilerinin özeti	31
Tablo 3: Flynn kriterleri	55
Tablo 4: Hastaların cinsiyet dağılımı	56
Tablo 5: Hastaların kırık geçirmesinin etyolojik nedenlere göre dağılımı	56
Tablo 6: Hastaların yüksek-düşük enerjili travma geçirme durumuna göre dağılımı	56
Tablo 7:Kırık tipine göre olgu sayıları	57
Tablo 8:Winqvist- Hansen sınıflamasına göre kırıkların dağılımı	57
Tablo 9: Tedavi yöntemi dağılımları	58
Tablo 10: Ameliyat geçirme sayılarının dağılımı.....	59
Tablo 11: Tedavi yöntemlerinin hastanede ortalama yatış süreleri	59
Tablo 12: Tedavi yöntemlerinin kısıalma ortalamaları.....	60
Tablo 13: Tedavi yöntemlerinin uzama ortalamaları.....	60
Tablo 14: Tedavi yöntemlerinin AP plan açılanma değerlerinin ortalamaları.....	61
Tablo 15: Tedavi yöntemlerinin sagittal plan açılanma değerlerinin ortalamaları	61
Tablo 16: Tedavi yöntemlerinin rotasyon açısı değerlerinin ortalamaları	62
Tablo 17: Rotasyon miktarını etkileyen parametrelerin istatistiksel analizi	62
Tablo 18: Tedavi yöntemlerinin kısmi ve tam yükte ortalama mobilizasyon sürelerinin karşılaştırılması.....	63
Tablo 19: Tedavi yöntemlerinin diğer klinik sonuçlarının karşılaştırılma tablosu	64
Tablo 20:Tedavi yöntemlerinin ameliyat süreleri.....	64
Tablo 21:Tedavi yöntemlerinin atel/alçıda kalma süreleri	64
Tablo 22:Tedavi yöntemlerinin hastanede kalma süreleri.....	65
Tablo 23: TEN'in giriş yerinin diğer parametrelerle korelasyon analizi.....	66
Tablo 24: Flynn kriterlerine göre sonuçlar.....	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Genç bir erişkinde Femur epifizyal çizgilerin önden ve arkadan görünümü	4
Şekil 2: Femur anterior ve posterior anatomik görüntüsü.....	6
Şekil 3: Gluteal kasların önden ve arkadan görünümü	7
Şekil 4: Uyluk bölgesi kaslarının önden görünümü	8
Şekil 5: Uyluk bölgesi kaslarının önden ve yandan görünümü	9
Şekil 6: Uyluk bölgesi kaslarının arkadan görünümü	10
Şekil 7: Uyluk bölgesinin spinal sinirlerden başladıktan sonraki dağılım görüntüsü	11
Şekil 8: Uyluk bölgesinin sinir yapıları	12
Şekil 9: Uyluk bölgesinin arteriel yapılarının görünümü.....	13
Şekil 10: 1/3 proksimal femur kırıklarının kas yapıları ile ilişkisinin görünümü	14
Şekil 11: 1/3 orta bölge femur kırıklarının kas yapıları ile ilişkisinin görünümü	15
Şekil 12: 1/3 distal bölgedeki femur şaft kırıklarının kas yapıları ile ilişkisinin görünümü ...	15
Şekil 13: Femurun anatomik ve mekanik aksı	16
Şekil 14: Femur kırık şekilleri	18
Şekil 15: Femur kırıklarının Winkler- Hansen sınıflaması.....	19
Şekil 16: AO' ya göre femur kırıklarının sınıflaması.....	19
Şekil 17: İyileşmenin aşamaları	21
Şekil 18: Fiz hattının histolojik görüntüsü	26
Şekil 19: Çocukluk çağında fiz hattını ilgilendiren Salter-Harris kırık sınıflama sistemi	28
Şekil 20: Pelvipedal alçılama işleminde kullanılacak olan malzemeler ve femur distalden şanz geçişinin gösterilmesi	42
Şekil 21: Kırık olan ekstremitte redükte edildikten sonra batına nefese yardımcı olmak üzere dolgu yapılır ve pamukla sarılır	43
Şekil 22: Pamuk sarıldıktan sonra redüksiyon korunarak alçı sarılır ve sarma işlemi sonrası ayak bileğinden bele kadar destek alçıları uygulanabilir	43
Şekil 23: Kırık tarafın alçılması bittikten sonra diğer ekstremitenin alçısı yarım bırakılabilir veya ayak bileğine kadar alçılabilir. Destek amaçlı iki bacak arası bar yapılabilir.....	43
Şekil 24: Lateral cilt insizyon yerinin belirlenmesi	44
Şekil 25: Cilt kesisi ile aynı hatta fasya lata kesisi	44
Şekil 26: Vastus laterali örten fasyanın insizyonu	44
Şekil 27: Vastus lateralisin liflerinin ayrılması	45
Şekil 28: Kırık hattının seviyesine göre bütün femurun ortaya konulması.....	45
Şekil 29: Submuskuler olarak plak uygulanması planlanan hastanın pozisyonu	45
Şekil 30: Eklem hattından başlayarak kesi uygulanması ve kırık hattına göre uygulanacak plakla uyumlu proksimal kesi	46
Şekil 31: Distalde subkutan dokuların ve proksimalde cilt ciltaltı kesilerin yapılması	46

Şekil 32: Femur distal ve proksimal uçların açığa çıkarılması	47
Şekil 33: Künt diseksiyonla kemiğin rahatlatılması sonrası materyalin uygulanma aşaması	47
Şekil 34: Optimal stabilite için operasyon öncesi çivi çapını seçerken medüller kanalın en dar kısmının %33 ila %40'ı arasında olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılacak çiviye femur kanalının yaklaşık 3 katı olacak şekilde kıvrım verilir.....	48
Şekil 35: Radyolüsen bir masaya hasta alınır ve gerekli hazırlıklar tamamlandıktan sonra femurun lateral ve medial tarafından insizyon hatları belirlenir.	48
Şekil 36: Kanalın açılması aşamasında biz ile kemiğe önce dik olarak giriş sonrası 45° eğim verilerek girilir.	49
Şekil 37: İlk çivi lateral kenardan giriş yapıldıktan sonra 180° dönülerek kırık hattına doğru ilerlenir.	50
Şekil 38: İkinci çivi medialden gönderildikten sonra lateral çivi ilerletilerek kırık hattı geçilir.	50
Şekil 39: Medialden gönderilen çivi ilerletildikten sonra vaka bitirilmeden çiviler bir cm geri çekilip kesildikten sonra ilerletilerek vaka sonlandırılır.	51
Şekil 40: SİAS ile medial malleol arasından karşılaştırmalı olarak bacak uzunluk farkının ölçülmesi	52
Şekil 41: Femur anteversiyon ve retroversiyon görünümü	53
Şekil 42: Karşılaştırmalı olarak femoral anteversiyonun ölçülmesi	53
Şekil 43: Hastanın uyluk orta hattan bacak çap farklarının ölçülmesi	54
Şekil 44: Kırık tiplerinin dağılımı	57
Şekil 45: Tedavi yöntemlerinin sıklığının dağılımı	58
Şekil 46: Tedavi öncesi radyografi.....	67
Şekil 47: Pelvipedal alçılama sonrası uyluk AP ve yan grafisi	67
Şekil 48: Pelvipedal alçı sonrası 2. Ayda kontrol uyluk AP ve yan grafisi	68
Şekil 49: Alçılama sonrası 8. Yılda kontrol uyluk AP ve yan grafisi.....	68
Şekil 50: Ameliyat öncesi uyluk grafisi	69
Şekil 51: Ameliyat sonrası uyluk AP ve yan grafisi.....	69
Şekil 52: Ameliyat sonrası 4. Yılda kontrol uyluk AP ve yan grafisi.....	70
Şekil 53: Ameliyat öncesi uyluk AP ve yan grafisi.....	70
Şekil 54: Ameliyat sonrası uyluk AP ve yan grafisi.....	71
Şekil 55: Ameliyat sonrası 2. yılda plak çıkarımı sonrası kontrol uyluk AP ve yan grafisi	71
Şekil 56: Ameliyat sonrası 4. yılda kontrol uyluk AP ve yan grafisi	72
Şekil 57: Ameliyat öncesi uyluk grafisi	72
Şekil 58: Ameliyat sonrası kontrol uyluk AP ve yan grafisi	73
Şekil 59: Ameliyat sonrası 5. ayda kontrol uyluk AP ve yan grafisi.....	73
Şekil 60: Ameliyat sonrası 6. yılda kontrol uyluk AP ve yan grafisi	74

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Çocukluk çağında en sık görülen alt ekstremitte kırıkları femur kırıklarıdır(1). Yaralanma şekli olarak daha küçük çocuklarda en sık basit düşme görülmekte iken yaş büyüdükçe araç içi ve dışı trafik kazaları gibi daha yüksek enerjili travmalar öne geçmeye başlar(2).

Femur shaft kırıklarında çocukluk çağında birkaç tedavi yöntemi kullanılır. Küçük yaşlardaki çocuklarda konservatif yöntemler olan pavlik bandaj ve pelvipedal alçılama ön plana çıkarken, daha ileri yaş gruplarında elastik veya rijit intramedüller çivilemeler, submuskuler veya geleneksel yöntemlerle uygulanan plaklar ve eksternal fiksatörler uygulama alanı bulur. Tabii ki tek kriter yaş olarak alınmaz. Aynı zamanda kırığın parçalı veya spiral oluşu gibi özellikleri, kırık hattının kemiğin hangi seviyesinde olduğu ve kontrolünün nasıl sağlanacağı veya hastanın ağırlığı gibi faktörler cerrahın karar vermesinde etkili olur.

Bizim çalışmamızda serviste uzun süre yatış süresince ağırlık altında traksiyon ve sonrasında geç pelvipedal alçılama artık kliniğimizde uygulanmadığı için yer almamaktadır. Bunun yerine erken pelvipedal alçılama uygulanan hastaların sonuçlarını değerlendirdik. Ayrıca femur distalinden transvers olarak bir şanz çivisi geçirilerek uçlarının alçı içinde bırakılmasının bu sonuçlar üzerine etkisinin olup olmadığını araştırmayı planladık. Bunların dışında klasikleşmiş intramedüller elastik çivilemeler ve plak uygulamalarını da bütün tedavi yöntemleri ile karşılaştırarak hangi komplikasyona daha fazla yol açabilecekleri ve sonuçlarının ne kadar başarılı olduğu hakkında bir fikir oluşmasını sağlamaya çalıştık. Çok az sayıda olan eksternal fiksatör ve rijit intramedüller çivileme yapılan hastaları da çalışmamızın dışında bıraktık.

Bu çalışma sonunda kliniğimizde çocukluk çağı femur shaft kırıklarında uygulanmış olan tedavi yöntemlerini gözden geçirerek sonuçlarını karşılaştırmak ve ilerleyen yıllarda da bu birikim sayesinde bahsi geçen kırıkları tedavi ederken uygulanacak yönteme karar vermede hem bize hem de ilgili hekimlere yardımcı olmayı amaçladık.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 Tarihçe

Eski antik çağlarda femur kırıklarının tedavisi genellikle doğal malzemelerle ve basit yöntemlerle gerçekleştirilirdi. Örneğin, immobilizasyonu sağlamak için kırık bölgeye tahta, kemik, metal veya kumaş gibi malzemelerle destek sağlanır ve bacak hareketleri kısıtlanırdı. Yosunlar, çam reçinesi, bal, bitkisel yağlar ve bitki özleri gibi malzemeler, yara bakımı için kullanılırdı. Bu, kemiklerin doğal olarak iyileşmesine ve kaynamasına yardımcı olurdu. Sonraki zamanlarda, Hipokrat uyluk kırıkları olduğunda aşırı kas kasılmasına bağlı olarak kısıklık görülebileceğinden söz etmiştir. Celsus ise kollar, önkol, uyluk, bacaklar ve parmak kemiklerinde oluşan kırıklarda ortak bir tedavi yaklaşımı öngörmüştür. En basit tedavinin enine kırıklarda olduğu, çoklu ve eğik kırıkların tedavisinin ise daha kötü olduğunu ifade etmiştir (3).

18. yüzyılda çocukluk çağındaki femur shaft kırıklarında erişkinlerdeki tedavi yöntemlerin aynısı uygulanmış olup İngilizler tarafından kalçayı ve dizi fleksiyonda tutan atelleme sistemi olan Pott yöntemi geliştirilmiştir. Aynı dönemde Fransızlar tarafından ekstansiyon pozisyonunda traksiyon halinde alçılama ile tedavi uygulanmıştır(4, 5).

19. yüzyılda pediatrik femur shaft kırıklarında yatak istirahatinin dışında atel ve alçı uygulamaları ile traksiyon uygulamaları gibi tedaviler sık olarak uygulanmıştır. Bu dönemde yaşayan ortopedist Hugh Owens traksiyonu gerekli görmemiş ve femur shaft kırıklarında sadece yatak istirahati ile hastaları takip etmiştir. Paget ve Callender gibi cerrahlar da yine yatak istirahati gerektiğini savunmuşken, Starr kırık olan ekstremitenin Hamilton cihazı ile sabitlenmesini önermiştir. Gallant ise fleksiyon ve abduksiyonda kalça tesbiti yapan ‘Von Arsdale’ üçgen atelini uygulamıştır. 1890’lı yıllarda da John Hopkins hastanesinde pelvipedal alçılama uygulamaları ile tedavi yapılmaya başlanmıştır(5, 6).

İnternal fiksasyonlar hakkındaki ilk kayıtlar; 1770li yıllarda A.M. Icart tarafından tel ile yapılan sabitleme, 1850’de Fransız cerrahlar Cucel ve Rigaud tarafından uygulanan vida ile sabitleme ve 1886’da Hansmann’ın plak-vida osteosentezi yöntemi ile ilgilidir. Aynı dönemlerde, A. Lambotte, WA Lane, Sherman ve Danis, farklı plakları kullanarak sonuçlarını yayınladılar ve değişen oranlarda başarı elde ettiler. Robert Danis, modern

osteosentezin babası olarak kabul edilmelidir çünkü o da kompresyon plaklarını vidalarla kullanan ve periferik kallus ile 'Birincil kırık iyileşmesi' fenomenini tanımlayan ilk kişidir (7).

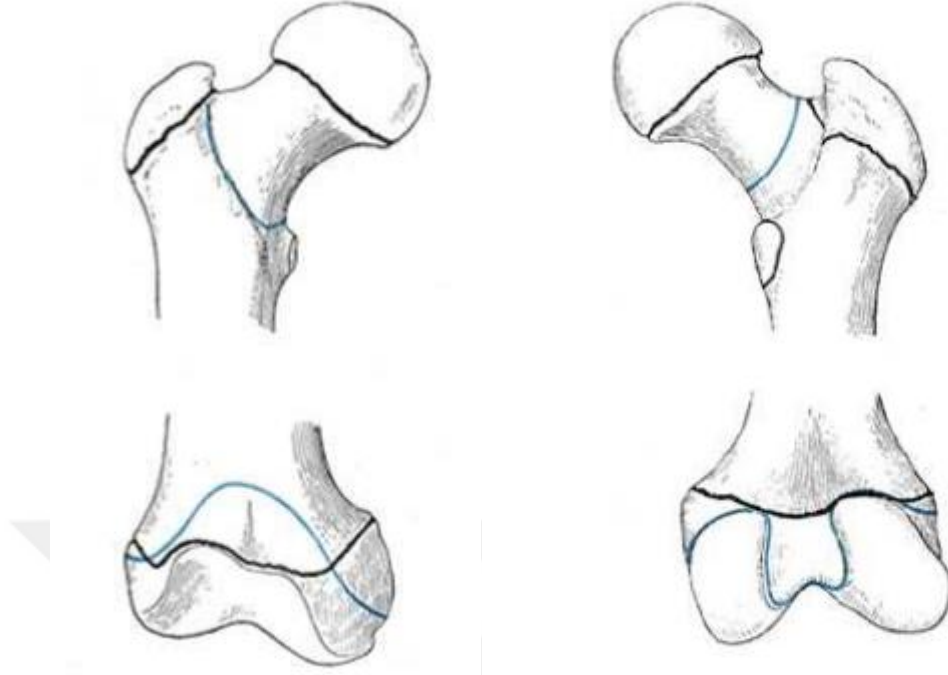
Yakın tarihimizde; 1959 yılında Dameron ve Thompson, 1976 yılında Irani, 1985 yılında Martinez ve Carol ,1987 yılında ise Mototsugu Sugi kapalı redüksiyon sonrası pelvipedal alçılamanın önemini tekrardan vurgulamışlardır.

2.2 Femurun embriyolojik gelişimi

Femurun gelişimi gestasyonun ilk haftalarında başlayıp yaklaşık olarak 17-18 yaşlarına kadar devam eden bir süreçtir. Alt ekstremité tomurcuğu gelişimin 5. haftasında ortaya çıkar ve L2'den S2'ye kadar yanıl olarak büyür. Her uzuv tomurcuğu 3 ana germ katmanını içerir: ektoderm, endoderm ve mezoderm. Yan plaka somatik mezodermi iskelet elemanlarını oluşturur ve kas sistemi somitlerin miyotomik kısımlarından kaynaklanır. Alt ekstremité uzunlamasına eksen boyunca 90° mediale dönerek dizin öne bakmasını sağlar. Parmakları oluşturmak için programlanmış apoptoz meydana gelir(8).

Embriyolojik olarak encondral kemikleşme süreci 8. haftalarda ilk olarak femur cisminde primer kemikleşme merkezlerinin gelişmesiyle oluşur ve daha sonra yaklaşık gebeliğin 7. aylarında sekonder merkezler gelişerek devam eder.

Sekonder ossifikasyon merkezleri femur başında birinci yılın sonlarında, büyük trokanterde dördüncü yılda ve küçük trokanterde 9 ila 10 yaşları arasında ortaya çıkar. Bu alanlar ossifiye olduktan sonra, bunların diyafiz ile kaynaşması ve her epifiz plakasının kaybolması ters bir sırayı izler. Dolayısıyla, küçük trokanter ilk olarak ergenlik döneminin başlangıcında (yaklaşık 11 yaşında) kaynaşır, bunu ortalama 1 yıl sonra büyük trokanter izler. Femur büyümesinin %70'i distal, %30'u proksimal epifizden sağlanır. Femur başı 14-17 yaşları arasında kaynaşırken, femurun distal kondilleri ise 16-19 yaşları arasında son olarak kaynaşır (Şekil 1).



Şekil 1: Genç bir erişkinde Femur epifizyal çizgilerin önden ve arkadan görünümü.(Mavi çizgiler eklem kapsül yapışma yerlerini göstermektedir.) Henry Gray. Anatomy of the Human Body. II. Osteology s.45-47

Femurun büyümesi, periferde kalsifikasyon ve merkezde vaskülarizasyonun olduğu kavitsiyonal endokondral kemikleşme ile başlar. Medüller kavite oluşumuyla devam eden bu süreç, yaşamın ilk 18 ayına kadar spongios kemik oluşumunu sağlar. Daha sonra ise erişkin tipi lamellar kemiğe dönüşür. Bu süreç boyunca femur diyafizi uzar ve iskelet oluşumu sağlanır.

Doğumdan sonra ortalama 4-5'inci ayda femur başı ,4 yaşında trokanter major ve 10 yaşına doğru trokanter minör ossifiye olur.

Femur ve trokanterlerinin embriyolojik gelişimine ilişkin kilit noktalar şunlardır:

Femur ilk olarak Carnegie evresi (CS) 16 ile CS17 arasında mezenkimal yoğunlaşma olarak ortaya çıkar ve CS17 ile CS18 arasında kondrifikasyon meydana gelir. Femur diyafizinin endokondral ossifikasyonu CS22 ve CS23 arasında başlar. Gebeliğin 8. haftasında (GA 8 hafta), büyük trokanter ve femur boynu açısı belirgin hale gelir ve gluteus medius (GME) tendonu büyük trokanterin üst ucuna yerleşir. Ancak kıkırdaklı küçük trokanter bu aşamada henüz mevcut değildir. Gebeliğin 9-10. haftalarına gelindiğinde, büyük ve küçük trokanterler arasındaki topografik ilişki değişmeye başlar; iliopsoas (IP) tendonu, GME tendonuna kıyasla daha öne yerleşir. Büyük

trokanterin ossifikasyonu 5-7 yaş civarında başlar. Ossifikasyon merkezi başlangıçta doğrudan trokanterik fizisin üzerinde bulunur ve daha sonra sefale doğru ilerler. Küçük trokanter genellikle ergenlik dönemine kadar kemikleşmez ve 15-19 yaşları arasında kaynaşır.

Gebelik boyunca femurun embriyolojik gelişimi, doğumdan sonra hareketi destekleyecek fonksiyonel ve yapısal olarak sağlam bir kemiğin oluşması için çok önemlidir. Karmaşık kemikleşme ve büyüme süreci, iskelet sisteminin hayati bir bileşeni olan femurun düzgün oluşumunu sağlar.

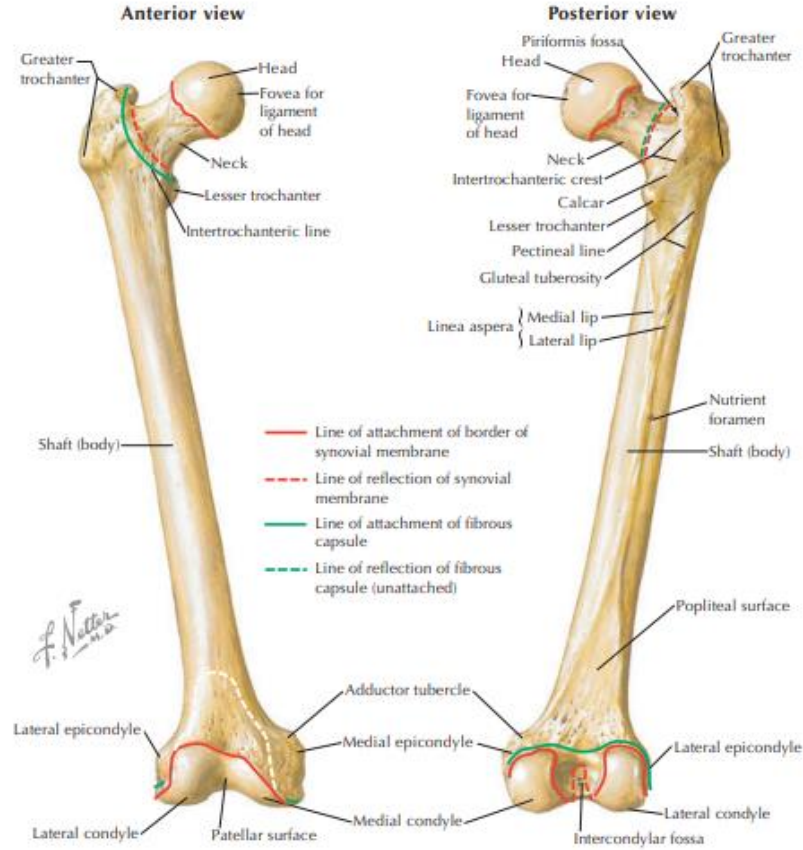
2.3 Femurun anatomisi

Çocukluk çağındaki femur, erişkinlere temelde benzese de yine de belirgin farklılıklar gösterir. İmmatür femurlar, zengin kan damarı ağı ve kalın periost dokusu ile karakterizedir. Bu kalın periost dokusu, çocuklarda kırık iyileşmesini hızlandıran önemli bir faktördür. Osteoid kalsifikasyonu normaldir ancak yoğunluğu düşüktür, bu da kemiklerin daha esnek olmasına ve gerilim kuvvetinin azalmasına katkı sağlar. Kemiklerde bulunan geniş Havers kanalları sistemi, kemiklerin travma streslerine karşı daha dirençli olmasını sağlar ancak bazen tam olmayan kırıklara yol açabilir.

2.3.1 Femurun Kemik Yapısının Anatomisi

Çocuklarda da yetişkinlerde olduğu gibi, femur vücudun en uzun ve çap olarak en kalın kemiğidir. Femur gövdesi ortada inceler ve uçlara doğru genişler. Trokanter major, boyun ile kemik gövdesinin birleşme noktasının posterolateralinde bulunur. Bu çıkıntının iç yüzünde pürüzlü ve oyuk bir alan olan fossa trokanterika bulunur. Femurun korpusunun ön tarafı hafifçe konvektir. Kesitinde yuvarlak olan gövdenin ön yüzü düzdür. Arka yüzünde ise uzunlamasına kaslar ve fasyal bölgelerin bağlandığı linea aspera bulunur. Bu iki çıkıntıdan dıştakine labium laterale, içtakine ise labium mediale denir. Gövdenin arka yüzünde ve trokanter major'un altında, M. Gluteus maximus'un bağlandığı tuberositas glutea yer alır. Gövdenin distal ucunda genişleyen ve arka yüzünde düz üçgen şeklinde bir alan facies poplitea olarak adlandırılır. Femurun distal ucu, proksimal ucuna göre daha geniş ve kalındır. Bu bölgede lateral ve medial kondiller bulunur; her ikisi de pürüzlü tepe alanlarına sahiptir ve bu bölgeler medial ve lateral epikondiller olarak adlandırılır. Medial epikondil üzerinde "tuberkulum adduktorium" olarak bilinen bir çıkıntı bulunur(9)(Şekil 2).

Gelişme süreci boyunca femurdaki büyüme ve vasküler değişiklikler sonrası yapısal değişiklikler meydana gelir. Büyüme ile hem kollodiyafizer açısı hem de boynun anteversiyon açısında azalma meydana gelir. Erken çocuklukta kollodiyafizer açısı 150° ve femur boyununun anteversiyon açısı 40° civarındadır. Anteversiyon açısı büyüme ile 8 yaşında 10° ile 20° arasındaki normal anteversiyon yapısına ulaşınca kadar geriler. Kollodiyafizer açısı ise erişkinliğe kadar giderek azalır.

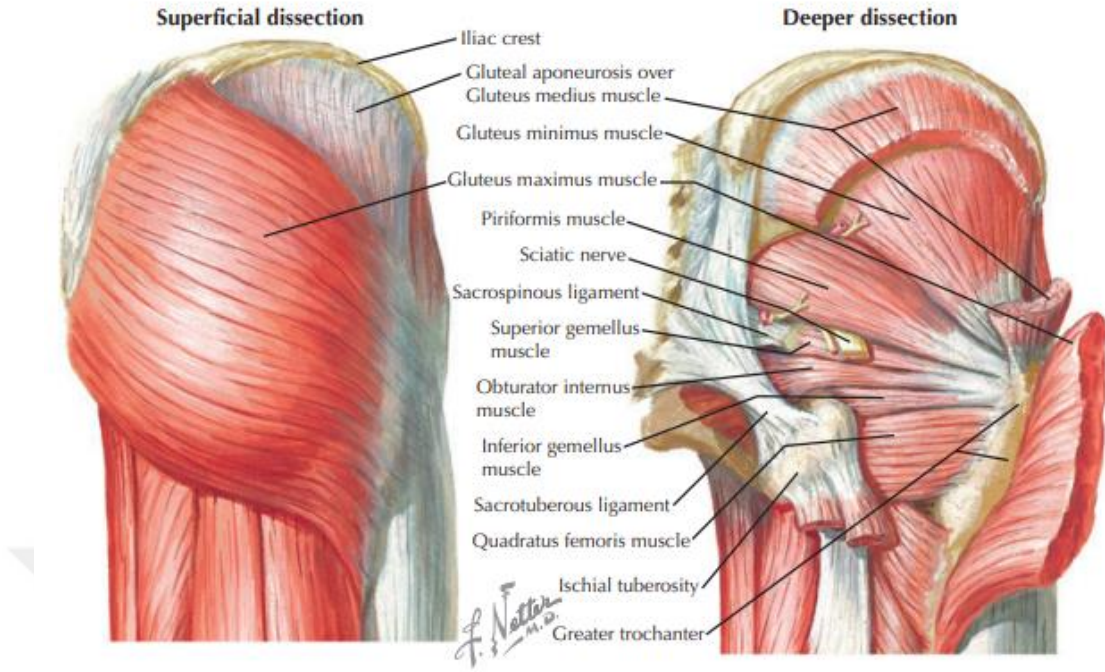


Şekil 2: Femur anterior ve posterior anatomik görüntüsü(Netter's Concise Orthopaedic Anatomy S251)

2.3.2 Femurun Kas Yapılarının Anatomisi

Femoral bölge kasları; gluteal kaslar, uyluk ön ve arka bölge kasları olarak gruplandırılabilir. Uyluktaki her bölme diğerlerinden fasya latadan femurun linea asperasına kadar uzanan kaslar arası bir septumla ayrılır.

Gluteal kaslar M. Gluteus Maksimus, M. Gluteus medius, M. Gluteus minimus, M. Piriformis, M. Gemellus superior ve inferior, M. Kuadratus Femoris ve M. Obturatorius Internus olarak söylenebilir(Şekil 3).



Şekil 3: Gluteal kasların önden ve arkadan görünümü (The Netter Collection of Medical Illustrations S60)

Uyluğun ön kompartmanındaki kaslar (Şekil 4 ve 5);

M. Psoas, transvers çıkıntılarından başlayarak son torakal ve lomber vertebralar arasında uzanır ve M. iliakus ile birlikte trokanter minörde sonlanır. Kalçanın fleksiyon ve iç rotasyon yapmasına olanak sağlar.

M. İliakus, karın boşluğundaki fossa iliaka'dan başlar ve M. Psoas ile birleşerek trokanter minörde son bulur. Fleksiyon ve iç rotasyon hareketlerini gerçekleştirir; N. Femoralis tarafından innerve edilir.

M. Sartorius, spina iliaka anterior superior'dan tibia'nın tüberositasına kadar uzanır. Femoral sinirden uyarı alarak kalçaya ve dize fleksiyon yapmada yardımcı olur.

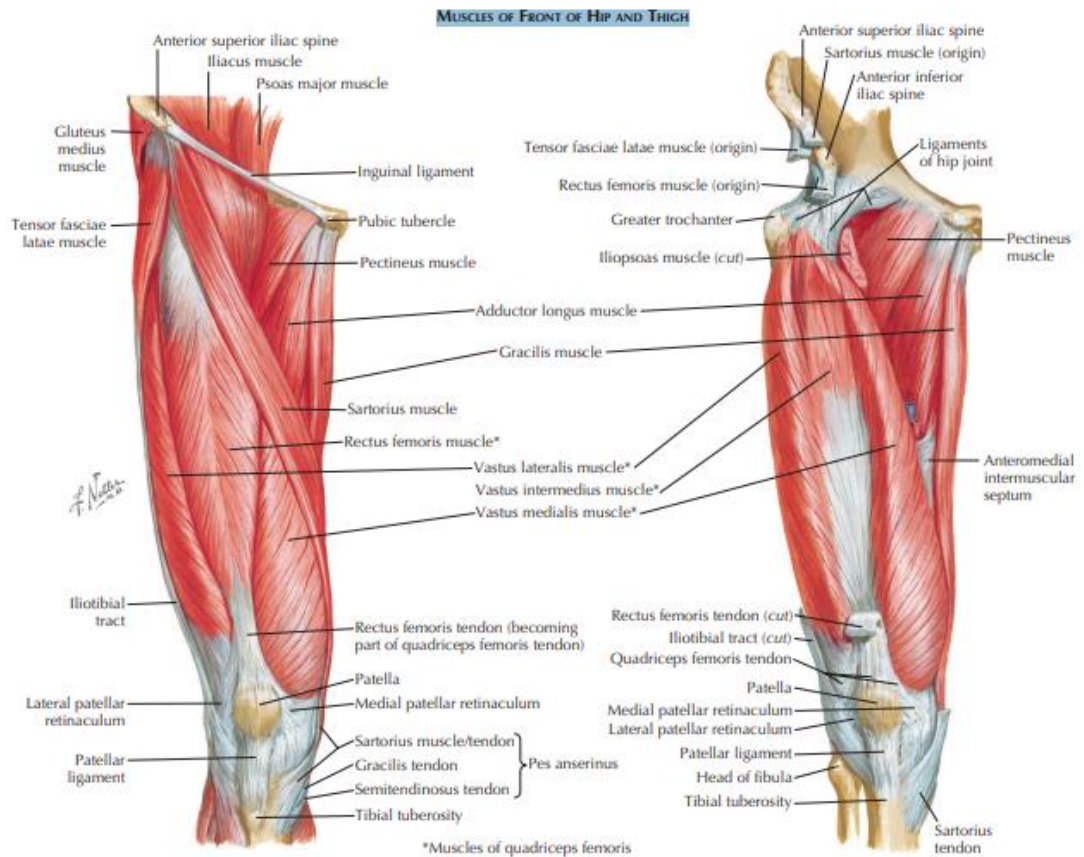
M. Pektineus, pubik tüberkülden femurdaki linea pektineaya uzanır ve N. Femoralisten uyarı alır. Kalçanın fleksiyon ve addüksiyon hareketlerini gerçekleştirir.

M. Tensor fasya lata, spina iliaka anterior superiordan tibianın lateral kenarına ve patellanın dış yan kenarına uzanır. N. Gluteus superiordan uyarılır. Kalçaya abdüksiyon yapar.

M. Kuadriseps femorisin; dört başı vardır:

- a) M. Rektus femoris, spina iliaca anterior inferiordan patellanın alt kutbuna uzanır. N. Femoralis tarafından uyarılır. Kalçanın güçlü bir fleksörü ve dizin ekstansörüdür.
- b) M. Vastus lateralis, linea intertrokanterika ve linea aspera septum intermuskulare lateraleden başlar. Patellada sonlanır.
- c) M. Vastus medialis, linea intertrokanterika ve linea aspera septum intermuskulare medialeden başlar. Patellada sonlanır.
- d) M. Vastus intermedius, femurun ön ve dış yüzeyinden başlar. Müşterek kuadriseps tendonunun derin yüzeyinde son bulur.

M. Kuadriceps femoris, ortak olarak patellada ve ligamentum patella aracılığıyla tibianın tüberositasında sonlanır. Diz eklemine en güçlü ekstansörüdür. M. Vastus lateralis ve medialis liflerinin bir kısmı diz eklemi kapsülüne yapışarak kapsülü güçlendirir ve patellanın medial ve lateral kaymasını önler. Diz eklemi stabilizasyonunda önemli rolü vardır.



Şekil 4: Uyluk bölgesi kaslarının önden görünümü (The Netter Collection of Medical Illustrations S58)

Uyluğun arka ve medial kompartmanında bulunan kaslar (Şekil 6);

M. Biceps femoris, uzun başı semitendinosus ile birlikte tüber ischiadicumdan; kısa başı ise krista suprakondilaris ve linea aspera septum intermuskulare lateraleden başlar. Fibula başı ile tibianın dış yan kondili arasında uzanır. Siyatik sinirden uyarılır. Bacakta fleksiyon yapar ve fleksiyon pozisyonunda iken dış rotasyon yapar.

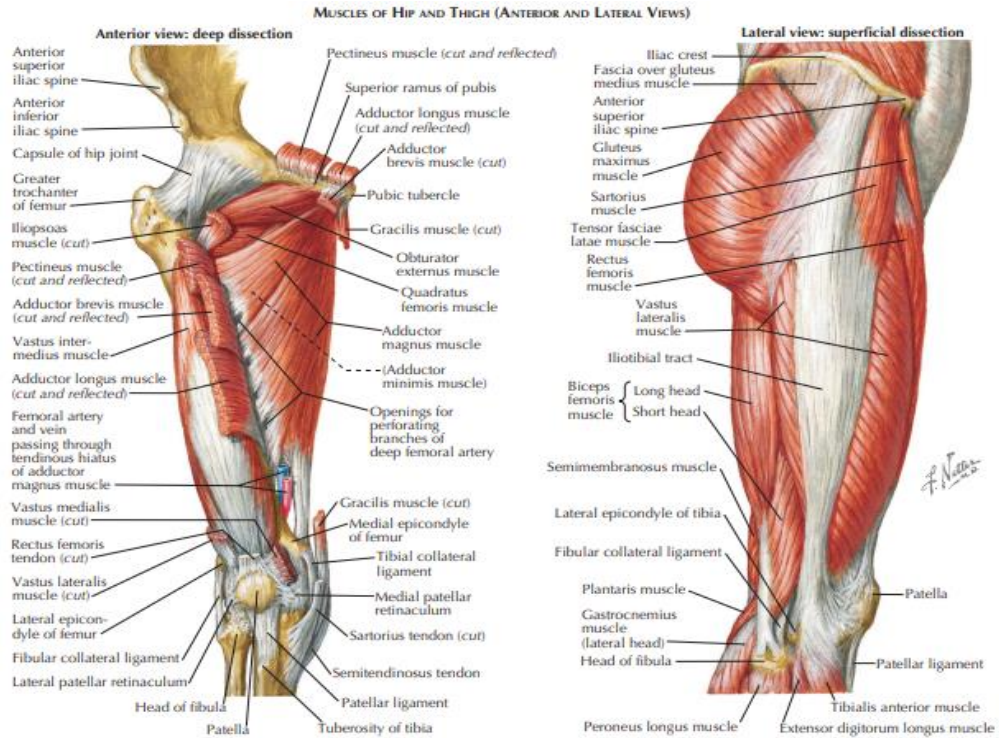
M. Semimembranosus ve semitendinosus, tüber ischiadicumdan başlar ve pes anserinusta tibia'nın iç kondil arka yüzünde son bulur. N. Tibialis tarafından uyarılırlar. Kalça ekstansörü ve diz fleksörüdürler.

M. Gracilis, simfizis pubisten tibianın iç yan kenarına uzanır. N. Obturatorius tarafından uyarılır. Kalçaya addüksiyon yapar.

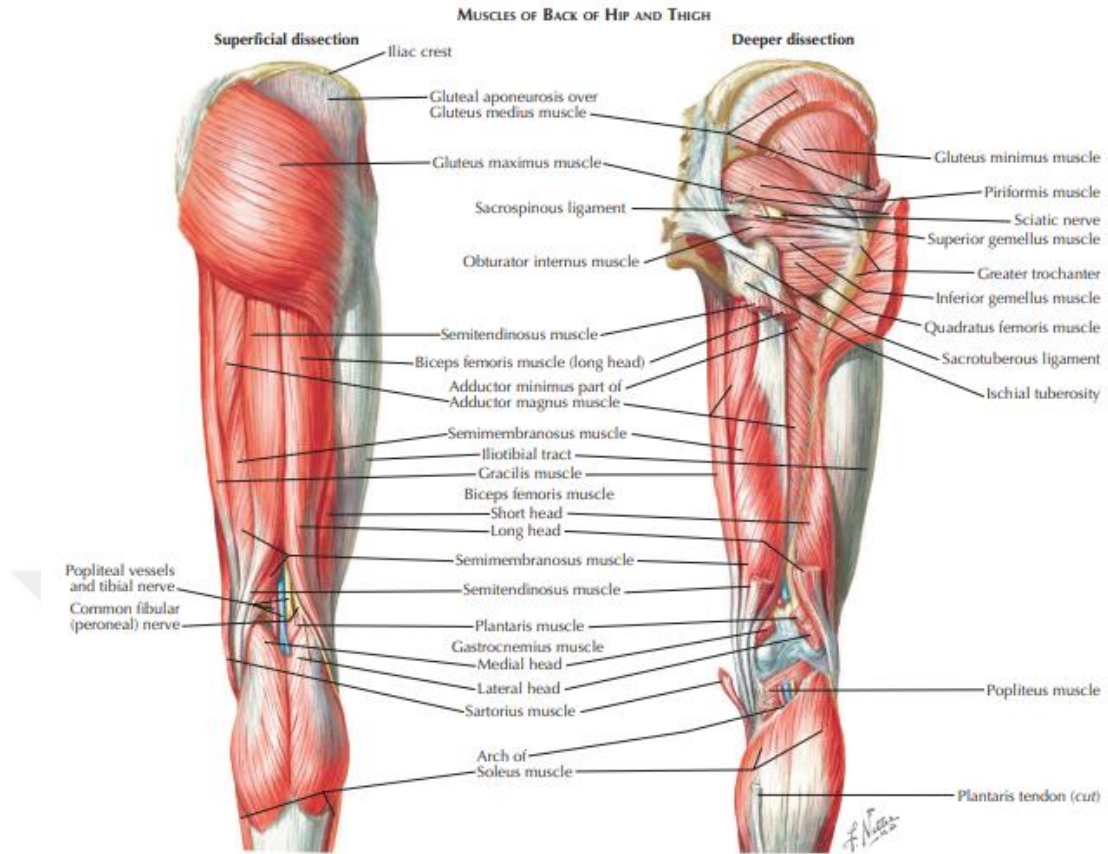
M. Adduktor longus, pubis ile linea aspera arasında uzanır. N. Obturatorius tarafından uyarılır. Kalçaya addüksiyon yaptırır.

M. Adduktor magnus, iskion ile linea aspera arasında uzanır. N. Obturatorius tarafından uyarılır. Kalçaya addüksiyon yaptırır.

M. Adduktor brevis, iskion ile linea aspera arasında uzanır. N. Obturatorius tarafından uyarılır. Kalçaya addüksiyon yaptırır.



Şekil 5: Uyluk bölgesi kaslarının önden ve yandan görünümü (The Netter Collection of Medical Illustrations S59)



Şekil 6: Uyluk bölgesi kaslarının arkadan görünümü(The Netter Collection of Medical Illustrations S60)

2.3.3 Femurun Nöroanatomisi ve Kanlanması (Şekil 7,8,9)

Uyluk bölgesinde kasların inervasyonu ve seyri sırasında takip edilebilecek sinirler; n. ischiadicus, n. femoralis ve n. obturatoriusur.

N. ischiadicus:

Pleksus sakralis'in bir dalı, gluteal bölgeden piriformis kasının hemen altından uyluğa girer. Posterior kompartmanda ilerler iken uyluğun alt 1/3 seviyesinde n. tibialis ve n. fibularis olmak üzere ikiye ayrılır. Nadiren bu ayrılma gluteal bölgede veya pelviste, uyluğun üst kısmında da görülebilir

N. femoralis:

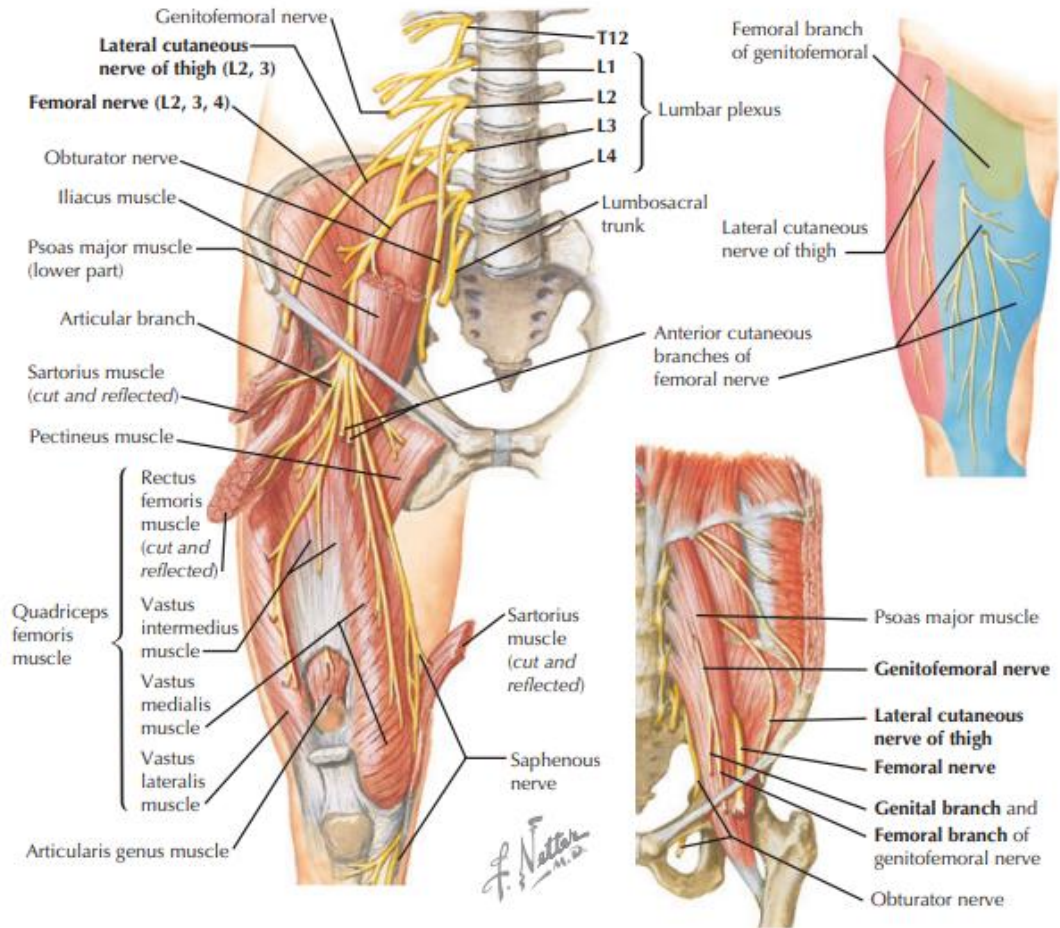
Pleksus lumbalisin en kalın dalı olup karın boşluğundan M. İliakus ve M. Psoas arasındaki oluktan aşağı doğru uzanır. Ligamentum inguinalenin derininde lakuna muskulorumdan geçer ve uyluğun ön kompartmanında A. Femoralis lateralinde seyredir. N. Femoralis, uyluğun ön kompartmanındaki tüm kasları innerve eder. Ön

bölümde N. Cutaneus femoris medialis ve N. Cutaneus femoris intermedius'a ait dalları, arka bölümde ise N. Saphenus'un uç dallarını verir.

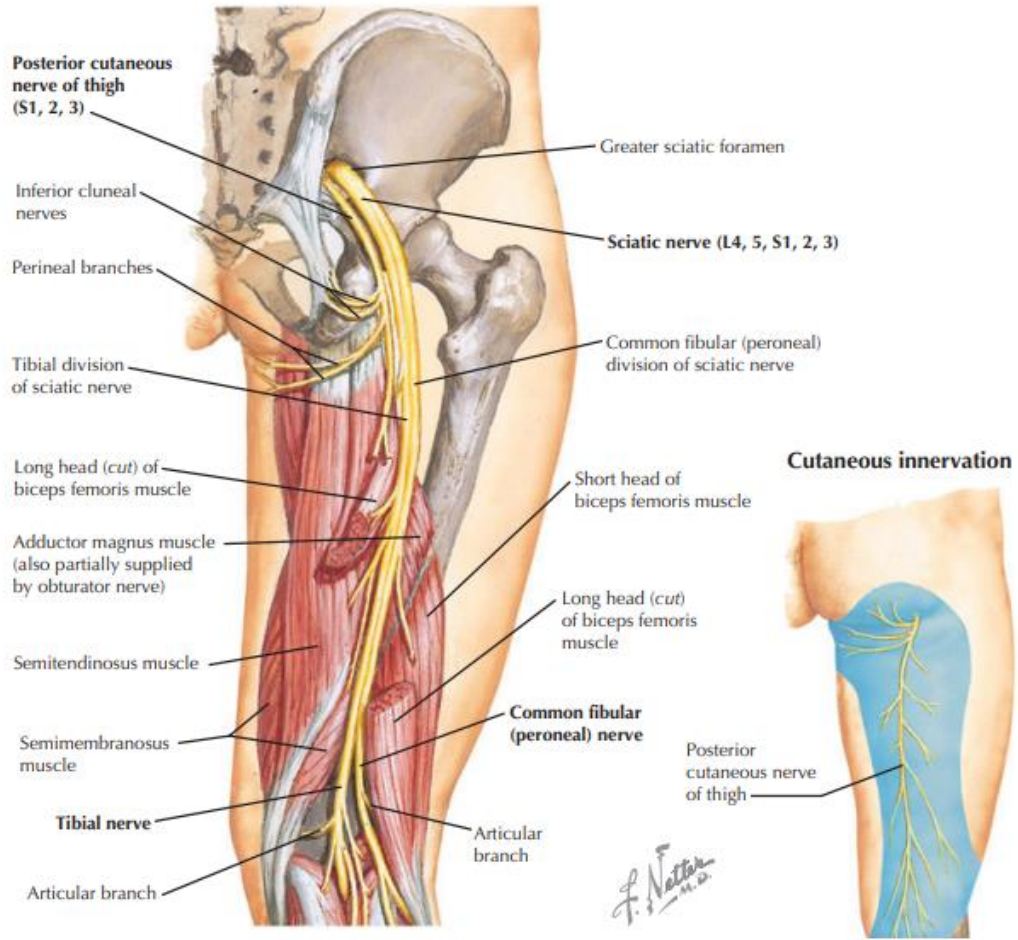
N. Obturatorius:

L2-L4 spinal segmentlerinden sinir lifleri alan bu sinir, Plexus lumbalis'ten ayrıldıktan sonra M. Psoas major'ün arka ve iç yan tarafından geçerek pelvis minör'e doğru iner. Daha sonra linea terminalis'in alt tarafında, obturator damarlar eşliğinde Canalis obturatorius'a girer. Bu sinir, addüktör kas grubunun motor innervasyonunu sağlar.

Uyluğun distal iç yan bölümünde M. Gracilis'in ön kenarında avuç içi kadar bir alanda duyu innervasyonunu yapar.



Şekil 7: Uyluk bölgesinin spinal sinirlerden başladıktan sonraki dağılım görüntüsü (Netter's Concise Orthopaedic Anatomy S271)



Şekil 8: Uyluk bölgesinin sinir yapıları (Netter's Concise Orthopaedic Anatomy S272)

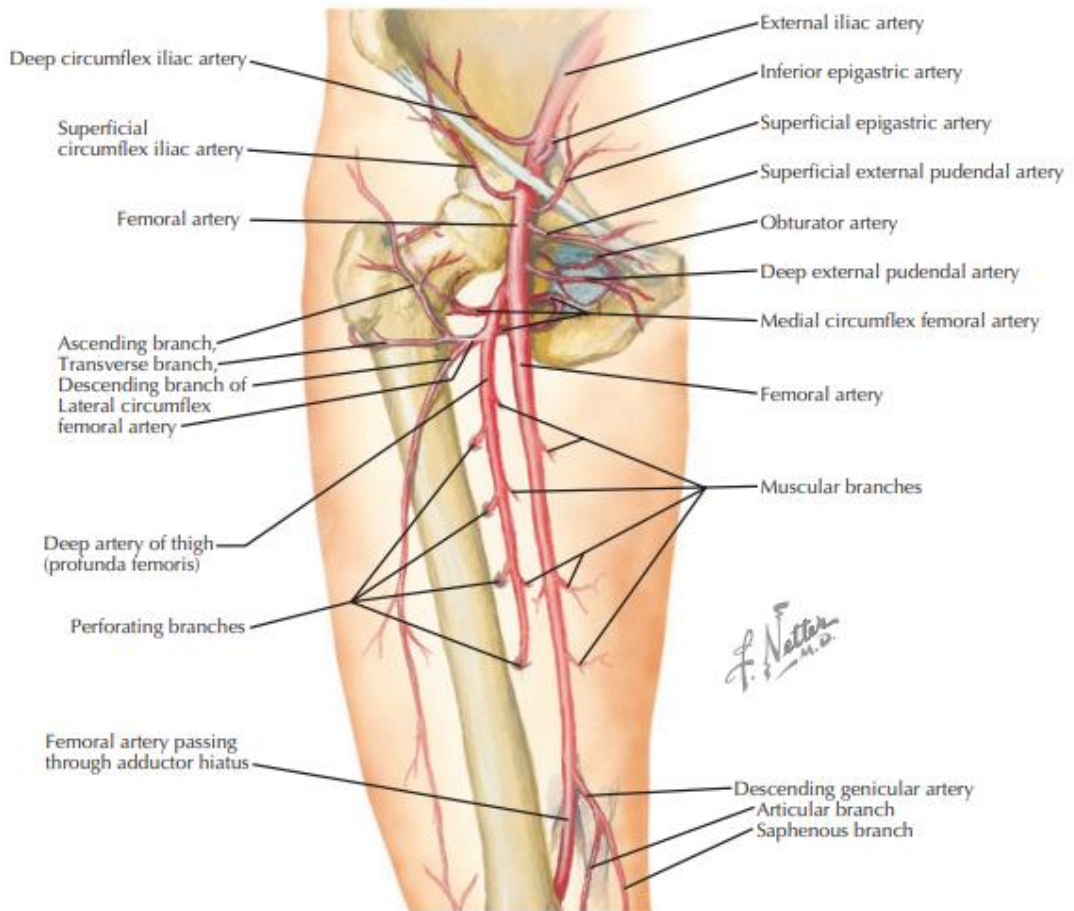
Femurun kanlanması ise hem endosteal hem de periosteal kan damarları aracılığıyla gerçekleşir. Endosteal akım genellikle femurun posteriomedialinden giren iki besleyici damar tarafından sağlanır. Periosteal kapillerler ise kortikal kemiğin dış %25 ile %30'unu besler ve özellikle femur gövdesinde kas bağlantı bölgelerinde belirgindir. Bu iki dolaşım sistemi ve metafizer damar kompleksi arasında anastomozlar yaparak güçlü bir damar ağı oluştururlar, bu da kırıkların hızla iyileşmesine katkı sağlar.

Karın boşluğunda A. İliaka externa, ligamentum inguinale'den geçerek A. Femoralis olarak devam eder. Scarpa üçgeninden N. Femoralis ile birlikte geçerek uyluğun medialinde addüktör kanalına girer. M. Addüktör magnus içinden hiatus tendineus'tan geçer ve posteriora dönerek fossa poplitea'ya ulaşır, burada A. Poplitea adını alır.

A. Profunda femoris'ten femura yakın addüktör kasları delen ve arkaya doğru uzanan yaklaşık 3-5 tane uç dal çıkar (aa. perforantes I-III). Bu arterler iskio-krural kasları (m.

biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus) beslerler. Bu arterler genellikle m. adduktor brevis'in üst ve alt yarısı arasında, çoğunlukla hiatus adduktorius'un üzerinde geçiş yaparlar.

Femurun kanlanması ile ilgili bilinmesi gereken diğer bir durum da, medial femoral sirkumfleks arterin derin dalının (MFCA), fizislerin füzyonundan önce femur başının ana kan kaynağı olmasıdır. Arteriyel dallar ve anastomozlar genellikle büyük trokanterik ve piriformis fossaya yakın konumdadır ve intramedüller çivilerin olası giriş noktalarıyla örtüşür. Dolayısıyla bu dalların hasar görmesi femur başının avasküler nekrozuna neden olabilir.



Şekil 9: Uyluk bölgesinin arteriel yapısının görünümü(Netter's Concise Orthopaedic Anatomy S273)

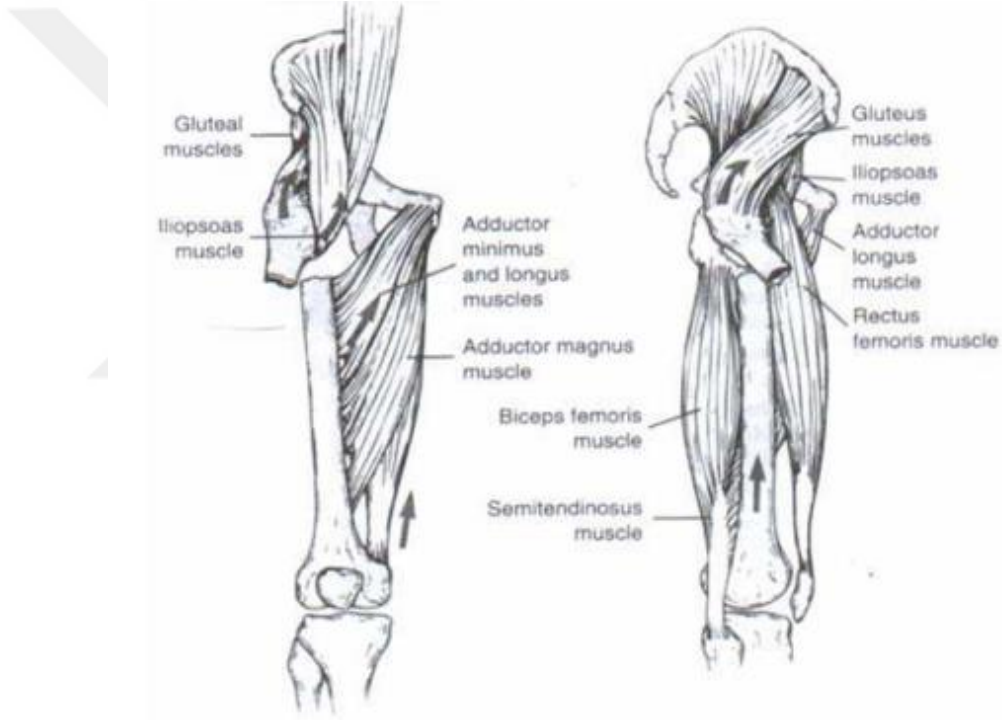
2.3.4 Femurun Patolojik Anatomisi

Femur cisim kırıkları en sık olarak femurun orta 1/3 bölgesinde görülür. Bu durumun sebeplerinden biri, femurun bu bölgesindeki fizyolojik anterolateral eğiminin maksimum düzeyde olması ve doğrudan travmaların sıklıkla bu bölgede meydana

gelmesidir. Femur diafiz kırıkları, subtrokanterik ve suprakondiler kırıkları da eklenirse tüm çocuk kırıklarının %1.6'sını oluşturur.

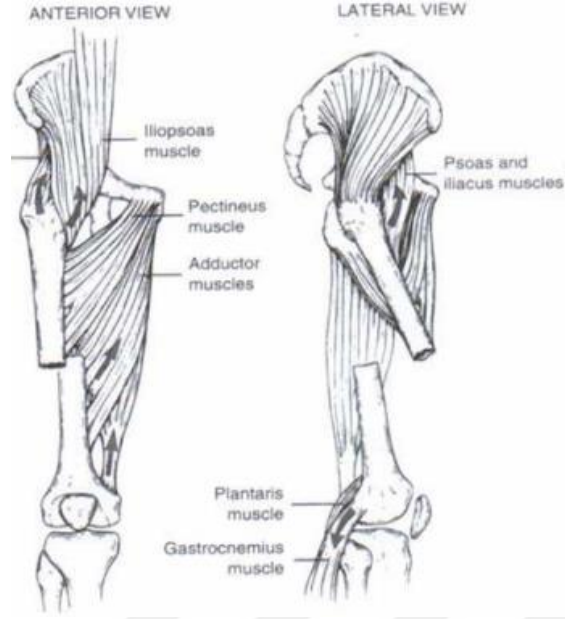
Yaralı ekstremitenin muayenesinde, antagonist kas kontraksiyonlarına bağlı olarak gelişen deformasyon bulgusu, kırığın seviyesi hakkında bilgi sağlar:

1/3 proksimal diafiz kırıklarında, proksimal fragman m. İliopsoas, gluteus medius ve minimus kaslarının çekmesiyle fleksiyon, abdüksiyon ve dış rotasyonda olabilir. Distal fragman ise adduktor kaslar ve gastroknemius kasının çekmesiyle proksimal ve posteromediale giderken hamstring kaslarının çekimiyle de proksimale doğru kayabilir (Şekil 10).



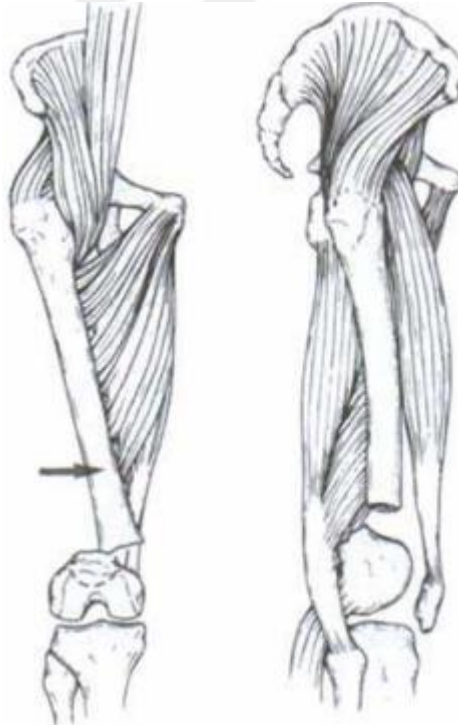
Şekil 10: 1/3 proksimal femur kırıklarının kas yapıları ile ilişkisinin görünümü

Orta 1/3 femur diafiz kırıklarında, distal fragman genellikle gastroknemius kasının etkisiyle posteriora çekilir. Proksimal fragman, orta hattın üzerinde ise abdüksiyona doğru kayabilir; orta hattın altında ise adduksiyona yönelebilir (Şekil 11).



Şekil 11: 1/3 orta bölge femur kırıklarının kas yapıları ile ilişkisinin görünümü

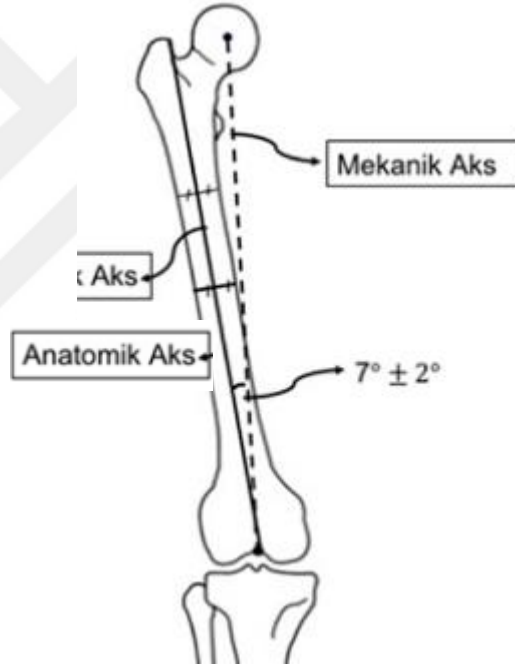
Distal 1/3 diafiz kırıklarında, distal fragman genellikle gastrocnemius kasının etkisiyle posterioara doğru çekilir. Bu bölgede nörovasküler yaralanma riski olabilir çünkü adduktor kanal femurun medial komşuluğundadır(Şekil 12).



Şekil 12: 1/3 distal bölgedeki femur şaft kırıklarının kas yapıları ile ilişkisinin görünümü

2.4 Femurun Biyomekaniği

Femurun mekanik aksı ve anatomik aksı birbirine paralel değildir. Mekanik aks femur başı merkezinden interkondiler aralığa çekilen çizgi ile elde edilir. Anatomik aks ise fossa piriformis ile interkondiler aralık arasındadır. Mekanik aks ile anatomik aks arasında $7-9^\circ$ arası bir açı vardır. Yerçekimi vektörü ile paralel olan vertikal aks ile mekanik aks arasında 3° 'lik açı mevcuttur. Bu açılar femurun $9-11^\circ$ 'lik fizyolojik valgusunu açıklar. Mekanik aks vücut ağırlığının diz eklemine iletim vektörüdür. Diz eklemine kondillere düşen yük asimetriktir ve medial kondile yükün yaklaşık %70'i gelmektedir. Vücut ağırlığı mekanik aks doğrultusunda diz eklemine yansıdığından dolayı femur medialinde kompresif ve lateralde tensil kuvvetlerin etkisinde kalır(Şekil 13).



Şekil 13: Femurun anatomik ve mekanik aksı

2.5 Kırık Tanımı, Tipleri ve Sınıflandırmalar

Dıştan veya içten etki eden kuvvetlerle kemiğin anatomik bütünlüğünün ve devamlılığının bozulmasına “kırık” denir. Bu kuvvetlerin şiddeti ve kemiğin bu enerjiyi absorbe edebilme kapasitesine bağlı olarak, kırıklar küçük bir fissürden başlayarak, bir veya birden fazla kemiğin kırılmasına ve hatta komşu eklemlerde çıkığa kadar değişiklik gösterebilir.

Kırığı oluşturan kuvvetler yalnızca kemik dokusunda ayrılma yaratmakla kalmaz, aynı zamanda kemiğin etrafındaki yumuşak dokularda (deri, kaslar, tendonlar, ligamentler, damarlar, sinirler) ve yakın organlarda da hasara neden olabilirler. Kırık oluşumunu tetikleyen nedenler ve kırığın lokalizasyonu yaşa bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Yenidoğan döneminde doğum travmaları, çocuklarda düşmeler, darp olayları ve trafik kazaları, gençlerde ise spor yaralanmaları ve trafik kazaları kırık oluşumunun başlıca nedenlerindendir(4, 10).

Femur kırıklarının sınıflandırma yöntemleri çok farklı şekillerde ele alınabilir. Örneğin; kırılma şekli itibari ile belli gruplarda sınıflandırılabilirken, anatomik bölge açısından ayrı ayrı gruplandırılabilir veya açık ve kapalı kırıklar şeklinde sınıflandırılabilir.

2.5.1 Anatomik Bölgeye Göre Sınıflandırmalar

Proksimal bölge kırıkları (Proksimal epifizer ve metafizer bölge; trokanterik bölge, femur boynu)

Cisim (shaft) kırıkları (Diyafiz bölgesi; 1/3 üst, 1/3 orta, 1/3 alt bölge olarak tanımlanır)

Distal bölge kırıkları (Distal epifizer ve metafizer ve suprakondiler bölge)

Epifiz bölgesi kırıkları (Çocuklarda fizis kapanmadan önceki dönemde fizis hattını etkileyen epifiz ve metafiz kırıkları)

Kırıklı - çıkıklar (Kırıkla birlikte kırığın olduğu kemiğin katıldığı eklemden de çıkık oluşturması)

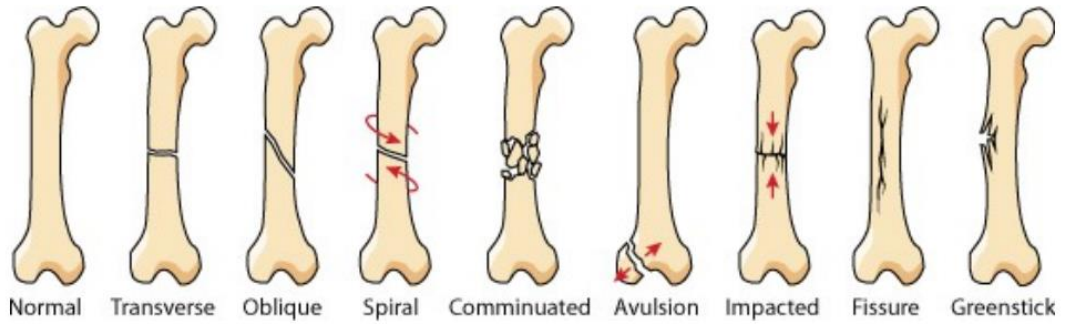
2.5.2 Kırık Hattı veya Derecesine Göre Sınıflandırmalar (Şekil 14)

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

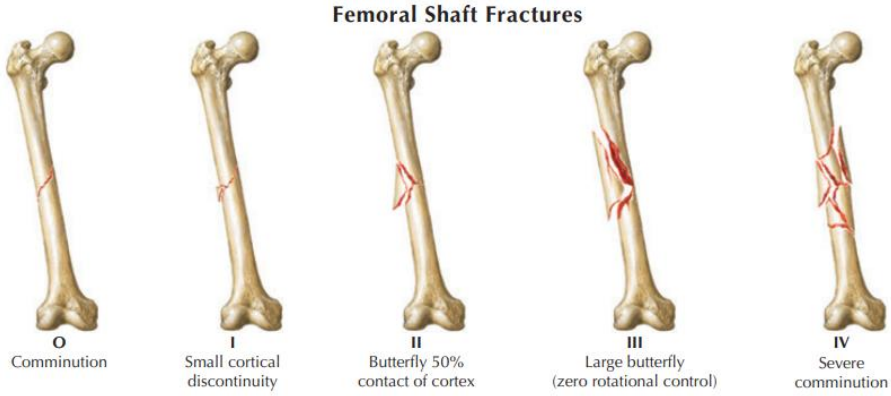


Şekil 14: Femur kırık şekilleri

2.5.3 Femur Kırıklarının Parçalanma Düzeyine Göre Sınıflandırması

Winquist – Hansen sınıflaması olarak kabul edilir(Şekil 15);

- Tip 0: Kırık hattında parçalanma yoktur.
- Tip I: Basit transvers veya oblik kırıktır; parçalanma yok, sadece küçük ayrık bir kemik parçası bulunabilir. Kortikal temas %75 veya daha fazladır.
- Tip II: Kelebek fragman daha büyüktür, ancak korteksin en az %50'si sağlamdır. Kortikal temas %50-75 arasındadır.
- Tip III: Parçalı kırıktır, büyük kelebek fragmanı vardır. Kortikal temas %50'nin altındadır; rotasyon ve uzunluk kontrolü zordur.
- Tip IV: Ciddi parçalanma vardır, ana kırık fragmanları arasında kortikal temas yoktur.



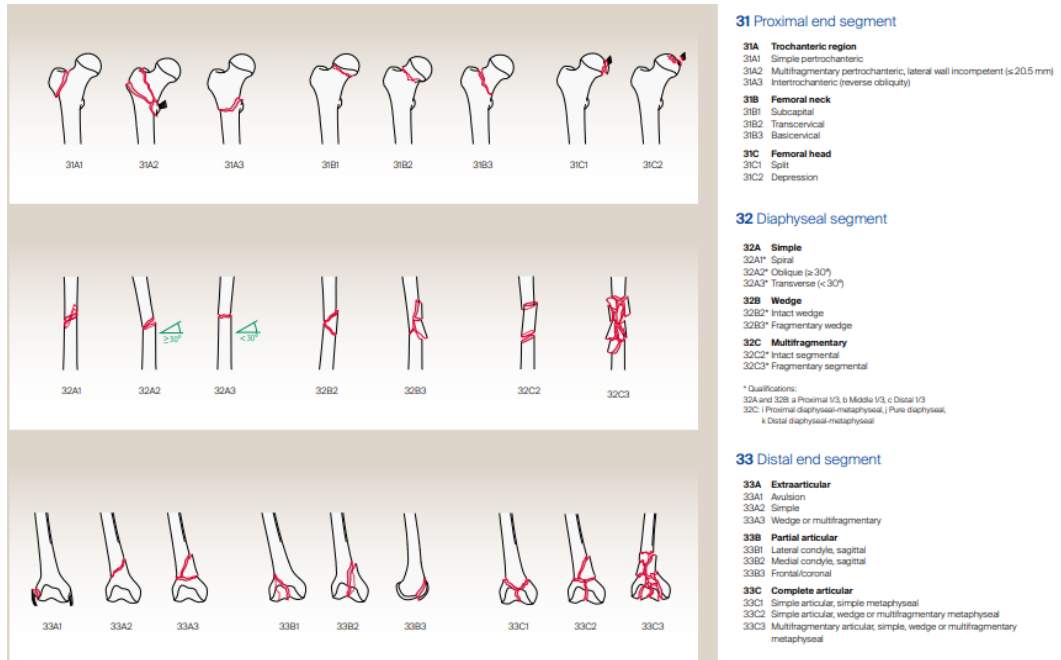
Şekil 15: Femur kırıklarının Winquist- Hansen sınıflaması (Netter's Concise Orthopaedic Anatomy S256)

Tip I ve Tip II stabil grup olarak kabul edilmekteyken Tip III ve Tip IV kırıklar anstabil kırık olarak değerlendirilir.

2.5.4 AO'nun Genel Kırık Sınıflaması (Şekil 16)

AO vücuttaki tüm kemiklerin kırıklarını belli kurallar dahilinde sınıflandırmış ve bunun için her kemiğe bir numara vererek başlamıştır.

Femurun AO sınıflandırmasındaki numarası '3' tür. AO daha sonra femurun anatomik lokalizasyonuna göre femuru 3 bölgeye ayırmış ve numaralamış, kırığın tipini ise A,B,C olarak kategorize etmiştir.



Şekil 16: AO'ya göre femur kırıklarının sınıflaması

2.5.5 Gustillo-Anderson Sınıflandırması

Açık kırıkları sınıflamak için genellikle Gustillo-Anderson sınıflaması kullanılır; buna göre açıklık boyutu, eşlik eden damar-sinir hasarı veya özellikli oluşum mekanizmasına göre gruplandırılır.

□ **Tip I:** Ciltte 1 cm'den küçük bir yaralanma vardır; düşük enerjili bir travma sonucu oluşmuştur. Yaralanma nispeten temizdir.

□ **Tip II:** Ciltteki yaralanma 1 cm veya daha büyüktür; daha yüksek enerjili bir travma sonucu oluşmuştur. Yaygın yumuşak doku hasarı, cilt flebi veya yumuşak doku avulsiyonu gibi yaralanma tipleri yoktur.

□ **Tip III:** Yüksek enerjili bir travma sonucu oluşmuştur; yaygın yumuşak doku hasarı mevcuttur. Kendi içinde 3 alt gruba ayrılır:

- **Tip IIIa:** Yaygın yumuşak doku laserasyonu veya flebi vardır, ancak kemiğin üzeri yumuşak doku ile kapatılabilir.
- **Tip IIIb:** Kemik fragmanları ve periost ekspozedir. Yaygın yumuşak doku hasarı ve periostal ayrılma görülür. Masif kontaminasyon bulunabilir. Fragmanların üstü yumuşak doku ile kapatılamaz.
- **Tip IIIc:** Nörovasküler yaralanma kırığa eşlik eder. Ateşli silah yaralanmaları veya tarım yaralanmaları bu gruba dahil edilir.

2.6 Kırık İyileşmesi

Kırık iyileşmesi kırık oluşumundan hemen sonra başlayan birçok hücre ve sitokinin katıldığı bir süreçtir. Kırık hattının mekanik stabilitesine göre 2 grup olarak ele alınır.

2.6.1 Primer Kemik İyileşmesi

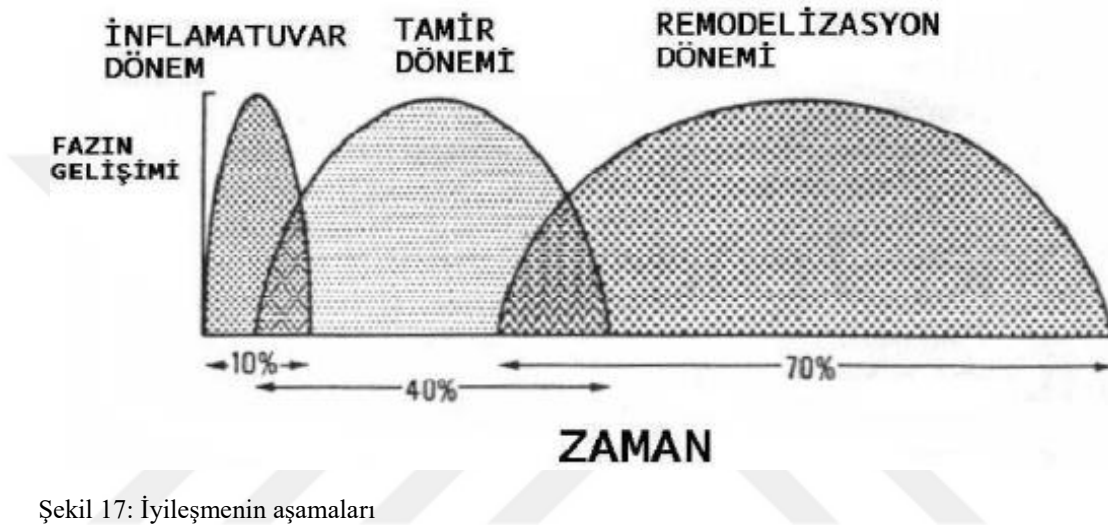
Fissür veya rijit bir osteosenteze bağlı olarak iyi bir mekanik stabilite vardır ve osteoblastik dönüşüm ile intramembröz kemikleşme olur. Radyolojik olarak kallusu görülmeyen, dış kallus değil iç kallusla iyileşme süreci sonlanan iyileşme türüdür.

2.6.2 Sekonder Kemik İyileşmesi

Klasik iyileşme şekli budur. Kallusun radyolojik olarak da tespit edildiği, daha sık görülen ve kırığın rijit bir şekilde tespit edilmediğinde oluşan kırık iyileşme şeklidir.

Histolojik ve radyolojik açıdan bakıldığında 3 dönemden meydana geldiği görülmüştür. Bu dönemler inflamasyon, onarım ve remodellingi içeren bölümlerdir.

Sekonder kemik iyileşmesindeki evreler keskin sınırlarla ayrıştırılamaz; her bir evre genellikle kendisinden önceki veya sonraki evre içinde yer alır. Histolojik yapı temelli sınıflandırmalarda ufak varyasyonlar olsa da, genel olarak benzer bulgular kabul edilir ve benzer sıralamalar yapılır. Remodelizasyon dönemi, iyileşme sürecinin en uzun dönemidir. Kırık iyileşme evreleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir: (Şekil 17)



Şekil 17: İyileşmenin aşamaları

2.6.2.1 İnflamatuvar Evre

Kırık tipine bakılmaksızın, ilk kemik iyileşmesi aşaması her zaman güçlü bir erken inflamatuvar yanıt ve kırık bölgesi çevresinde hematoma oluşumu ile karakterize olur. Kırığın çevresinde kemik iliği mimarisi kaybolur ve hücrel bir yeniden yapılanma meydana gelir. Bu bulunan hücrelerin ilk işlevi, kırık bölgesini debride etmek ve sonraki aşamalar için bir sinyal ortamı hazırlamaktır. İlk önce yaralanma bölgesine nötrofiller göç eder ve bunların yerini daha sonra monositler alır. Bu monositler makrofajlara farklılaşır, sitokinler ve büyüme faktörleri salgılar (interlökin 1 [IL-1], IL-6, tümör nekroz faktörü α [TNF α], dönüştürücü büyüme faktörü β [TGF β], indüklenabilir nitrik oksit sentaz [iNOS], fibroblast büyümesi faktör 2 [FGF2]). Granülositler ve lenfositlerin yanı sıra trombositler ve eritrositler, kanamayı kısmen azaltan ve yaklaşan yeniden yapılanma süreci için geçici bir fibrin matrisi görevi gören bir başlangıç pıhtı oluşturur. Periosteal hücrelerin kırık bölgesinde çoğaldığı ve farklılaştığı (mezenkimal kök hücreler, MSC'ler) osteojenik ve kondrojenik

progenitörlere dönüştüğü ve sonraki rekonstrüksiyon bölgesini geliştirdiği gösterilmiştir(11).

2.6.2.2 Onarım Evresi

İnflamasyon evresinden sonra başlayan bu tamir döneminde endosteum ve periosteum, kırık iyileşmesinde rol alan fibroblastların başlıca kaynakları olarak hizmet eder. Fibroblastlar, kollajen, elastik ve ağ lifleri ile glikoproteinler gibi matris bileşenlerini salgılayarak hayati bir rol oynarlar.

Fibroblastlar, vücut tarafından kırık yerinde salgılanan çeşitli kemik morfogenetik proteinler (BMP'ler) ve fibroblast büyüme faktörleri (FGF'ler) tarafından yönlendirilen osteoblastlara farklılaşır. Sonuç olarak, alkalın fosfataz (ALP), toplam kalsiyum içeriğı ve integrin-bağlayıcı sialoprotein (IBSP), runt-related transcription factor 2 (Runx2) ve osteoblastlarla ilişkilendirilen transkripsiyon faktörlerini kodlayan osteojenik belirteç genlerinin seviyeleri artar.

Kıkırdaklı (yumuşak) köprü endokondral ossifikasyon geçirmeye başlar ve bir medüller köprü daha fazla yumuşak köprüyü destekler. Onarım evresinde önemli bir aktivatör olan RANK-L; kondroblastların, kondroklastların, osteoblastların ve osteoklastların daha fazla farklılaşmasını uyarmak için tetikler. Sonuç olarak, kıkırdaklı köprü rezorbe olur ve kalsifikasyon başlar. Subperiostal olarak, dökülen kemik devam eder. Yeni oluşan kan damarları, daha fazla mezenkimal kök hücresinin göçünü sağlamak için sürekli olarak çoğalır. Bu aşamanın sonunda, olgun kemikten kalsifiye bir köprü oluşur. Kemik köprüsü oluşumu, kırık parçalar arasındaki uygun göreceli hareketlilikten bağımsız değildir(12).

2.6.2.3 Remodelling Evresi

Bu evre, BMP, fibroblast büyüme faktörü (FGF), paratiroid hormonu ile ilişkili peptid (PTHrP) ve Indian hedgehog (Ihh) gibi işaret yollarının karmaşık etkileşimini içerir. Tüm bunlar, eklem dışı iskeletin farklılaşmasında bir şekilde rol alır.

Hipertrofik kondrositler tip X kollajen eksprese ederken, ekstraartiküler matris kalsifiye olur, ardından proteazlar tarafından parçalanır. Kıkırdak kalsifikasyonu, olgunlaşan kondrositlerin ve yeni oluşan kemiklerin birleşim yerinde meydana gelir.

Daha sonra kondrositler apoptoza girer ve VEGF'nin daha fazla salınımı ile yeni damarlar oluşur.

Osteoklastlar kemik matriksi rezorpsiyon kapasitesine sahipken, osteoklastların farklılaşması ve aktivitesi osteoblastlar tarafından koordine edilir. Osteoblastlar, osteoklastları aktive eden nükleer faktör-B reseptör aktivatörü (RANK) ile etkileşime giren nükleer faktör-B ligandının (RANKL) reseptör aktivatörünü eksprese eder. Bu etkileşim osteoklastların farklılaşmasına ve aktivasyonuna neden olur. Ek olarak osteoblastlar, RANKL için tuzak bir reseptör olan osteoprotegerin (OPG) üretir. OPG, RANK'ın bağlanma bölgesini işgal ederek osteoklast öncü hücrelerinin aktivasyonunu inhibe edebilir(13).

Osteoblastların ve osteoklastların devam eden göçüyle sert kallus, 'birleşik yeniden yapılanma' olarak adlandırılan tekrarlanan yeniden yapılanmaya maruz kalır. Bu 'birleşik yeniden yapılanma', osteoklastlar tarafından emilme ve osteoblastlar tarafından yeni kemik oluşumu arasındaki dengedir. Kallusun merkezi sonuçta kompakt kemikle değiştirilirken, kallus kenarlarının yerini lamel kemik alır. Bu değişikliklerle birlikte damar yapısında önemli bir yeniden yapılanma meydana gelir. Kemğin yeniden şekillenmesi süreci aylarca sürer ve sonuçta normal kemik yapısının yenilenmesiyle sonuçlanır.

Yeni oluşan kemik (örgü kemik), organize osteoblastik-osteoklastik aktivite yoluyla yeniden modellenir ve ayrıca mekanik strese (Wolff yasası) ve elektrik yüklerine (piezoelektrik yükler) yanıt olarak şekillendirilir; sıkıştırma tarafı elektronegatifdir ve kemik oluşumunu uyarır, gerilim tarafı ise elektropozitifdir ve osteoklastları uyarır(14, 15).

Sonuç olarak daha iyi remodelling yaşanacak bölgeler genellikle metafizer bölgedeki kırıklar ile eklemin hareket düzlemindeki kırıklardır. Bu durum, humerusun proksimali, femurun distali ve radiusun distalinde gözlemlenebilir. Remodelizasyon kapasitesi, yani kusurlu kaynamanın zamanla düzelme miktarı, yaşla ters orantılıdır ve ekleme yakın kırıklarda, eklemin hareket yönüne karşı olan kırıklarda düzelme daha zor olabilir. Kemğin tıraşlanıp yeniden eskiye dönmesi 1–2 yıl sürebilir; ancak bazen bu süre 6–9 yıla kadar uzayabilir.

2.7 Çocuk Kırıklarında Özel Durumlar

Pediyatrik kemiğin anatomisi, biyomekaniği ve fizyolojisi yetişkinlere göre önemli ölçüde farklılık gösterir. Özel kırık modelleri ve iyileşme mekanizmaları bulunur. Çocukların kemikleri, yetişkinlere kıyasla daha az yoğun ve daha gözeneklidir. Ayrıca, vaskülaritesi daha fazla olan bu kemiklerde kapiller damarlar kemik boyunca daha geniş bir alanda penetre olarak yayılır.

Pediyatrik kemiklerin elastikiyet modülü, eğilmeye direnci ve mineral içeriği yetişkinlere göre daha düşüktür. Bu durum, erişkin kemiklerine göre strese karşı daha fazla gerilime maruz kalmalarına neden olur. Düşük elastikiyet modülü, kırılma öncesinde daha fazla enerji emilimine olanak tanır. Ayrıca gözenekli yapıları kırıkların yayılmasını önler ve parçalı kırıkların görülme sıklığını azaltır.

Bu biyomekanik özellikler nedeniyle, çocuklarda yetişkinlere kıyasla kırıklar daha zor oluşur ve özel kırık tipleri, plastik deformasyon veya yaş ağaç kırığı gibi durumlar görülebilir. Ayrıca, çocukların bağ dokuları genellikle yetişkinlere göre daha güçlüdür. Bu da normalde yetişkinde sprain gibi yumuşak doku yaralanmalarına neden olabilecek kuvvetlerin çocuklarda kemiğe iletilmesine ve kırıklara yol açmasına sebep olabilir(16).

Anatomik olarak bakıldığında çocuklara özel olan fiz plağı, epifiz hattı ve periost yapısı kırık ve iyileşmesi açısından özel durumlar içerir. Epifiz hattının kırıklarında vertikal uzamada problem yaşanabileceği ve bunların sonucunda büyüme kusurları ortaya çıkabileceği bilinmelidir. Periost ise son derece güçlü ve kalındır; bu durum kırık redüksiyonu, redüksiyonunun sürdürülmesi ve iyileşmesinde önemli fonksiyon görmektedir(17).

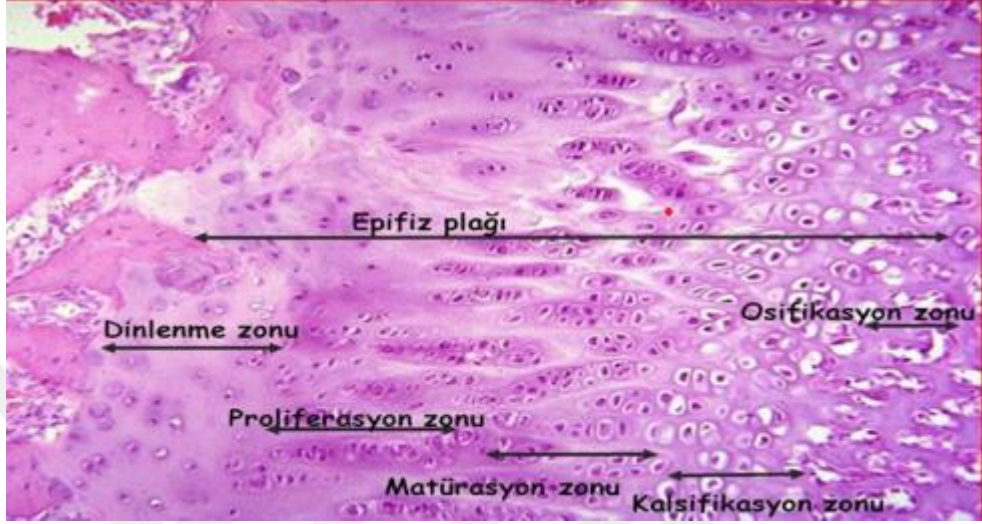
Fizyolojik farklılıklardan en önemlileri ise; daha kolay iyileşme, remodelling yeteneğinin fazlalığı ve büyümenin uyarılmasıdır. Çocuk kemiklerinin periostunun kalın olması ve yüksek vasküler cevaplar nedeniyle kırıklar daha kolay iyileşir ve kaynama yokluğu sıklıkla olmaz. Ayrıca çocukların kemiklerinin içeriğinde bolca bulunan aktif osteoprogenitör hücreler ve farklılaşmış mezenşimal hücreler hızlı endokondral kemikleşme oluşturur ve iyileşmeye katkı sağlar. Kalın olan periost zarar görmeden sıyrılır ve periostun altına hematoma geniş bir şekilde yayılmasına izin verir. Bu durum daha yaygın bir alanda yeni kemik oluşumunu uyarır ve kaynama daha

Büyümenin uyarılması da artmış kan akımına bağlı gelişebilen fizyolojik farklardan biridir. Çocukluk çağında şaft kırıkları sonrası ilgili alt ekstremiteye olan kan akımının fazlaştığı ve bütün alt ekstremitede büyümenin uyarıldığı düşünülmektedir. Shapiro yaptığı klinik çalışmada, büyüme uyarılmasının hastaların %78'inde yaklaşık 15 ay civarında bittiğini, %9'unda ise iskelet maturitesi oluşana kadar devam ettiğini bildirmiştir. Büyümenin uyarılması sonucu alt ekstremitede ortaya çıkan eşitsizlik ortalamaları 9-12 mm'dir. Çok az hastada eşitsizlik 20 mm ve üstünde, seyrek olarak da 60-65 mm gibi yüksek değerlerde olabilmektedir(20).

Fizis 4 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 18):

- 25

(4) kırıkdağı kalsifiye etmek için minerallerin lakunalarda biriktiği kalsifikasyon bölgesi. Kalsifiye kırıkta parçalanarak vasküler invazyona ve osteoblastik/osteoklastik kemik matriksinin birikmesine ve yeniden şekillenmesine olanak tanır.



Şekil 18: Fiz hattının histolojik görüntüsü(21)

Bu sebeplerden dolayı, pediatrik kemikler ossifikasyon öncesinde çoğunlukla kalsifiye kırıkdaktır ve bu durum, yetişkinlerdeki ossifiye kemiklerden önemli ölçüde daha esnek olmasını sağlar. Artan esneklikleri nedeniyle, pediatrik kemikler, yetişkin bir kemikte kırılmalara yol açabilecek stres altında daha fazla eğilme ve bükülme yaralanmalarına daha yatkındır.

Ayrıca, çocuklarda periostun daha aktif, daha kalın ve daha güçlü olması açık kırık ve kırığın yer değiştirmesi gibi komplikasyonların olasılığını önemli ölçüde azaltır. Periostun bu özellikleri ve diğer nitelikleri, pediatrik hastalarda yeşil ağaç, torus ve bükülme yaralanmaları gibi benzersiz kırık modelleri oluşturur.

Plastik Deformasyon

Pediatrik çağıdaki olgunlaşmamış kemik, olgun kemiğe göre daha fazla esnekliğe sahiptir. Aşırı kuvvet uygulandığında oluşan deformasyon, kuvvet kaldırıldığında normale dönebilir (elastik deformasyon), devam edebilir (plastik deformasyon) veya kırılmayla neticelenebilir. Plastik deformasyon genellikle çocuklarda görülür ve en sık radius ve ulnayı etkiler. Daha az sıklıkla fibula, femur, klavikula, kostalar ve tibia etkilenir.

Uygulanan kuvvet kemiğin elastikiyet sınırını aştığında, kırılma için yeterli derecede olmasa da, bu dar gerilim-gerinim bölgesinde plastik deformasyon meydana gelir. Çoğu plastik deformasyon vakası uzun tübüler kemiklerin uzunlamasına sıkışmasından kaynaklanmaktadır. Hayvan kemikleri üzerinde yapılan histolojik bir çalışma, elastik deformasyonun kemik mikro yapısında tespit edilebilir bir değişikliğe neden olmamasına rağmen, plastik deformasyonun yaralı kortekste uzunlamasına mikro kırıklar veya “kayma çizgileri” ile karakterize olduğunu göstermiştir. Bu mikro kırıklar, korteksi eğilme derecesine benzer şekilde yaklaşık 30°'lik bir açıyla çaprazlar. Kuvvetin şiddetinin artması mikrokırık sıklığının artmasına, kemiğin daha da zayıflamasına ve sonunda kırılmaya neden olur(22, 23).

Torus Kırığı

Gelişmekte olan kemiğin özellikle metafizer kısmını etkileyen impaksiyon tipi yaralanmalardır. Metafiz kısmının sıkıştırıcı yüklenmeye karşı farklı cevabı nedeniyle kemikte tamamlanmış bir kırık oluşmadan önce bükülme oluşur. Stabil bir yaralanma şeklidir. Çocuk büyüdükçe metafiz korteksinin gözenekli yapısı kaybolmaya başlar ve daha sert hale gelir. İskelet olgunlaştıkça artan bu sertlik ile torus kırığının insidansı azalır(24, 25).

Yeşil Ağaç Kırığı

Kemiğin sadece bir tarafında korteks ve periostun kesintiye uğradığı kısmi kalınlıkta bir kırıktır. Genellikle fibula, tibia, ulna, radius, humerus ve klavikula dahil olmak üzere uzun kemiklerde görülür. En sık önkol ve kolda meydana gelirler ve ulna, radius veya humerus kemiğini tutar. Bunun nedeni insanların düşme sırasında kollarını uzatarak zeminden destek almalarıdır(24, 25).

Fiz Hattındaki Yaralanmalar

Çocuklar travmatik yaralanmalarda, özellikle epifiz kırıkları ve bağ yaralanmaları açısından yüksek risk altındadır. Bu bölgedeki belirli yaralanma modelleri bacak uzunluk farkı, eklem uyumsuzluğu ve/veya açısal deformitelerin gelişimine yol açabilir. Fiz yaralanmalarının çoğu yaklaşık 3 hafta içinde iyileşir. Bu hızlı iyileşme, deformitenin redüksiyonu için sınırlı bir süre olduğunu göstermektedir.

En sık distal radius fizisi hasarlanır. Distal femur epifiz kırıklarının özellikle büyüme durması gibi komplikasyonlarının yüksek bir insidansa sahip olduğu da bilinmektedir.

Kırığın radyografik görünümüne bağlı olarak Salter Harris sınıflama sistemi kullanılır.

Şekil 19’da distal tibia da Salter Harris sınıflama sistemi örneklenmiştir.

NORMAL	TİP 1	TİP 2	TİP 3	TİP 4	TİP 5
					
	S	A	L	T	ER
	(STRAIGHT) (DÜZ)	(ABOVE) (ÜSTÜNDE)	(LOWER) (ALTINDA)	(THROUGH) (BOYUNCA)	(ERASURE) (EZİLMİŞ)

Şekil 19: Çocukluk çağında fiz hattını ilgilendiren Salter-Harris kırık sınıflama sistemi

2.8 Çocuk Kırıklarında Tanı ve Klinik Bulgular

Hekimler için genellikle femur ve tibia kırığı tanısını koymak sorun yaratmaz. Üzerine basamama, uyluk veya bacakta şişlik, inspeksiyonda şekil bozuklukları, ağrı, krepitasyon ve hassasiyet genellikle tanı koymak için yeterlidir. Kırıklarda görülebilecek belirtiler travmaya özgü ve kırığa özgü olmak üzere iki bölümde değerlendirilir.

a) Travmaya özgü belirti ve bulgular;

1. Ağrı ve hassasiyet: Ağrı travmaların genellikle hepsinde olur. Ancak kırık durumlarında daha da şiddetlidir. Spontan ağrı (hastanın travma yaşanan bölgesinde var olduğu ifade edilen ağrı), direkt ağrı (travma yaşanan bölgede basınç uygulandığında oluşan veya artan ağrı) veya indirekt ağrı (uzak bir anatomik lokalizasyonda zorlama uygulandığında travma bölgesinde oluşan veya artan ağrı) mevcut olabilir. Spontan, direkt ve indirekt ağrı aynı lokalizasyonda saptandığında bu kırık lehine bir bulgu olarak kabul edilir.

2. Hematom: Kırık oluşmasını sağlayan kuvvetin damarları hasarlaması, kırık uçlarının damarlarda oluşturduğu yaralanma ve kırılan kemikten olan kanama nedeniyle ortaya çıkar. Hematom hızla artar ve yayıldığı alan büyürse büyük damar yaralanmaları akla gelmelidir.
3. Ekimoz: Dokuların arasına, özellikle cilt altına doğru yayılan kanın vermiş olduğu morumsu görünüme denir. Erken zamanlarda travma bölgesinde görmek daha büyük kanamaların ve kırığın habercisi olabilir.
4. Fonksiyonel bozukluk: Hareket sistemindeki parçalar hasar gördüğünde ağrıya engel olmak için hareketler sınırlandırılır. Kırık durumunda ise kaldıraç kolu bozulduğu için zaten mekanik olarak hareketler yapılamaz.

b) Kırığa özgü belirti ve bulgular:

1. Hastanın duruşu: Bazı kırıklar için tipiktir. Önceden gelişmiş bir deformiteden kaynaklı olabileceği için yanılabilir. Ancak yine de örneğin; alt ekstremitelerde ipsilateral addüksiyon, dış rotasyon ve kısalık görüldüğünde kollum femoris veya trokanterik bölgenin kırıkları akla gelmelidir.
2. Deformite: Kırık uçlarının yer değiştirmesi ile olur. Kırık uçlarının birbirinden ayrılmasına deplasman, birbirinin üzerine binmesine ise overriding, birbirinden uzaklaşmasına distraksiyon; öne, arkaya veya yana açılma durumuna angulasyon, kendi eksenleri etrafında dönmelerine ise rotasyon adı verilir.
3. Krepitasyon: Kırık uçlarının birbirlerine sürtünmesi sonucu ortaya çıkan ve palpasyonla hissedilen kırırtı hissine verilen isimdir. Ancak palpasyonda zorlayarak kırık şeklini ve boyutunu ayrıntılı anlamaya çalışmak nörovasküler yaralanmalara yol açabilir.
4. Anormal hareket: Anatomi ve fizyolojisine aykırı bir şekilde kemikte gözlenen harekettir. Kemikte oluşan anormal hareketler kırık değerlendirmesi sırasında çok değerli bir bulgudur. Ancak krepatasyonda da olduğu gibi aynı gerekçelerle bu hareketlerin olup olmadığını tekrarlayarak aramak tıbbi bir hata olarak görülebilir.

5. Palpasyon belirtileri ve kısıklık: Kırık şüphesinde bulunduğumuz bir kemik, palpasyonda dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Cilde en yakın kısımlarından kemikler palpe edilmeli, komşu eklemler de dikkatlice muayene edilmelidir. Kemikte kısıklık oluşup oluşmadığına bakılır ve sağlam tarafın ölçüm sonuçları ile karşılaştırılır. Kırık açısından şüpheli ekstremitede tüm periferik sinirler ve arterlerin yaralanıp yaralanmama durumuna bakılmalıdır.

2.9 Çocuk Femur Kırıklarında Tedavi Yöntemleri

Çocukluk çağı femur kırıkları bir çok açıdan yetişkin kırıklarından farklıdır. Kırıklarda kaynamama veya kaynasa bile kaynamada gecikme durumu çocuklarda nadir olarak görülür. Blount 1955'te çocuk kırıklarının remodeling potansiyelini vurgulamış ve cerrahinin aslında gereksiz ve neredeyse kaçınılması gereken bir tedavi yöntemi olduğunu ileri sürmüştür. Chigot, Esteve ve Rang gibi doktorlar da konservatif tedaviyi öncelikle önererek başarısız olunan durumlarda cerrahi tedaviyi önermişlerdir. Ancak kırık biyolojisinin daha da iyi aydınlatılması, anestezi ve ağrı kontrolünde yaşanan ilerlemeler, daha iyi ameliyathane cihazlarının bulunması ve kullanılması, enfeksiyonla mücadelede yaşanan ilerlemeler, çocukların ve ebeveynlerin sosyal ve ekonomik etkenleri gibi nedenlerle çocukluk çağındaki femur kırıklarına bakış açısı cerrahi tedavi yönünde anlamlı derecede değişmiştir.

Pediyatrik femur kırıklarının tedavisinde çeşitli yöntemler tanımlanmıştır.

Tedavi genel olarak kapalı izole kırıkların tedavisi ve açık kırıklar ile politravmanın da ilişkili olduğu kırıkların tedavisi olmak üzere ikiye ayrılır. Birinci gruptaki kırıkların tedavisinde yaş en temel belirleyicidir. Küçük çocuklarda nadir olmasına rağmen, ikinci gruptaki kırıklar çok şiddetlidir ve parçaları stabilize etmek ve diğer ilişkili yaralanmaların tedavisine izin vermek için acil, hasar kontrollü cerrahi uygulamalar gerekir. Kırılan parçalar daha sonra kesin olarak sabitlenebilir. Açılanma ve kısalma değerleri değişik kaynaklarda farklı olarak belirtilse de genel olarak kabul edilebilir sınırlar tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1: Pediatrik femur kırıklarında tedavi sonrası kabul edilebilir açılanma ve kısalma değerleri

Yaş	Varus-valgus açılanması (°)	Sagittal planda açılanma (°)	Kısalma (mm)
0-2	< 30	< 30	< 20
2-5	< 15	< 20	< 20
6-10	< 10	< 15	< 15
11	< 5	< 10	< 10

Çocukluk çağı femur kırıklarının tedavisinde kullanılan yöntemler ve özellikleri aşağıda detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 2: Pediatrik femur shaft kırığı tedavilerinin özeti

Yaş	Kemik profili	Tedavi	Avantajları	Dezavantajları
0 ≤ Yaş < 6 ay	Mükemmel kemik yeniden şekillenme potansiyeli	Pavlik bandaj	Hızlı kallus oluşumuna izin verir Kolayca uygulanır ve ayarlanır Hastanede kalış süresini ve maliyetini azaltır	Nonstabil kırıklarda yeterli desteğin sağlanamaması
6 ay ≤ Yaş < 6 yaş	Açılanma ve kısalma karşı yüksek tolerans, ancak rotasyonel deformiteye karşı düşük tolerans	Pelvipedal alçı	Nonstabil kırıklar için iyi destek sunar	Uzun süreli ppa şunlara yol açar: Aşırı uzuv kısalması Redüksiyon kaybı Peroneal sinir felci Kompartman sendromu Kırığın kabul edilemez açılanmaları
6 yaş ≤ Yaş < 12 yaş	Kemiğin gücü artar	Elastik stabil İntramedüller Çivileme (TEN)	Stabil enine veya kısa eğik kırıklara iyi gelir Minimum cerrahi maruz kalma Düşük enfeksiyon riski Hızlı rehabilitasyon	Çivinin geri gelme riski Yanlış kaynama Uzunluğu stabil olmayan veya parçalı kırıklarda kabul edilemeyecek kısaltmalar
		Submuskuler plak-vida uygulama	Minimum cerrahi maruz kalma Daha az yumuşak doku hasarı ve daha küçük cerrahi yara izleri Uzunluğu stabil olmayan, çok proksimal veya distal ve parçalı kırıklara iyi gelir	Bacak boyu farklılığına neden olabilir Plagın çıkarılması sırasında ilave cerrahi maruziyet
		Eksternal fıkastör	Geniş nörovasküler doku hasarı olan kırıklar, açık ve/veya politravmatik kırıklar için iyidir. Nispeten hızlı prosedür; Çoklu yaralanmalarla birlikte ciddi kırıklar için acil hayat kurtarıcı tedavi kadar iyidir, Metadiáfiz kırıklarında daha güvenli seçenek, Düşük komplikasyon oranları	Yavaş birleşme Pin dibi enfeksiyonu Aşırı büyüme Kötü hizalama Yeniden kırılma
Yaş ≥ 12	İskelet olgunluğuna yaklaşır, kırık parçalarını yeterince stabilize edemez	Sert intramedüller çivi	En kararlı tedavi şekli. Çok proksimalde olan, çok distalde olan, uzunluğu stabil olmayan veya uzun oblik kırıklara iyi gelir.	Femur proksimalinden çivi girişi avasküler nekroza neden olabilir.

Yaş Grubuna Göre Kapalı İzole Femur Diafız Kırıklarının Tedavisi:

Yenidoğanda doğum travmalarından kaynaklanan femur kırıkları oldukça nadirdir, canlı doğumların %1'inden daha azında meydana gelir. Bir yaşına kadar olan ve

yürüyemeyen bebeklerde femur kırıklarının %60'ı şüpheli veya doğrulanmış çocuk istismarından kaynaklanır. Bu nedenle, bu yaş grubunda femur kırıklarının primer yönetimi, çocuk istismarının değerlendirilmesini içermelidir. Çocuk istismarı şüphesi varsa sosyal hizmet uzmanları ve çocuk koruma servisleri ile çok disiplinli bir işbirliği içinde olunmalıdır.

İnfanlarda femur diafiz kırıkları, genellikle hemen stabilite sağlamak ve ağrıyı azaltmak için basit alçı ile tedavi edilir. Ardından yaralanmış femurun uygun pozisyonda redüksiyonu ve Pavlik bandaj ile immobilizasyonu sağlanır. Pavlik bandajla immobilizasyon, yenidoğanlarda femur shaft kırıklarının tedavisinde minimal komplikasyonlarla hızlı kallus oluşumuna izin verdiği için mükemmel bir yöntem olarak düşünülebilir. Aynı zamanda kolay uygulanabilirlik, ayarlanabilirlik, hastanede kalış süresi kısalığı, maliyet azlığı, bakım ve bez değiştirme kolaylığı gibi avantajları vardır. Bu yaş grubundaki çocuklar, 30 dereceye kadar açılma ve 15 mm'ye kadar ekstremitede uzunluk farkını tolere edebilecek yeniden şekillendirme potansiyeline sahiptir. Bu da Pavlik bandajın etkinliğini artırır. Araştırmalar, bebeklerde Pavlik bandajın kullanılması durumunda malunion, malalignment ve kısalma toleransının yüksek olduğunu bildirmektedir. Nadir durumlarda Pavlik bandaj yeterli destek sağlamadığında, pelvipedal alçı alternatif olabilir. Ancak alçının potansiyel komplikasyonları arasında malalignment ve cilt ülserasyonları bulunur. Bu yaş grubundaki femur kırıkları için traksiyon nadiren gereklidir.

Altı ay ile 5 yaş arasındaki çocuklarda, Pavlik bandaj genellikle makul stabilizasyon sağlamak için yetersizdir. Bu yaş grubundaki çocuklarda 15-20° angülasyon ve 20 mm kısalma tolere edilir. Ancak rotasyonel deformite açısından tolerans oranı daha düşüktür. Bu nedenle pavlik bandaj dışındaki tedavi yöntemleri uygulanır. Geleneksel olarak, tedavi 1-2 haftalık iskelet traksiyonu ile başlar ve ardından pelvipedal alçı uygulanır. Ancak, yeni çalışmalar, bu yönetimin daha uzun hastanede kalma süresi, artan maliyet ve traksiyona bağlı yüksek enfeksiyon oranları ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bu yöntem stabil olmayan, parçalanmış kırıklar veya başlangıçtaki kısalmanın 2 santimetreden fazla olduğu ve erken pelvipedal alçılama (yaralanmadan sonraki 48 saat içinde) ile etkili bir şekilde düzeltilemeyen kırıklar için makul olmaya devam etmektedir. Çocuklarda kallus oluşumu hızlı olduğundan, femur diafiz kırıkları bir hafta traksiyon uygulamasından sonra yeterli stabiliteye ulaşabilir

ve pelvipedal alçılama hazır hale gelir. Kullanılan traksiyon türü genellikle çocuğun boyutuna bağlıdır. Küçük çocuklarda (<12 kg) önerilen genellikle bryants gallow cilt traksiyonudur. Daha büyük çocuklar için ise (≥ 12 kg) Hamilton–Russell cilt traksiyonu veya iskelet traksiyonu kullanılır.

Birçok çalışmada erken ve geç pelvipedal alçılama karşılaştırılmış ve her iki yöntemin de kaynama süresi, kısalma, açılanma ve rotasyonel deformite açısından benzer sonuçlar gösterdiği rapor edilmiştir. Ancak, erken pelvipedal alçı, önemli ölçüde azalmış enfeksiyon oranları ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, uzun süreli alçılama aşırı kısalma, redüksiyon kaybı, peroneal sinir felci, cilt maserasyonu, kompartman sendromu ve kabul edilemez kırık angülasyonu ile komplike olabilir. Bu nedenle, doğru alçı teknikleri gerekli olup, hastalar alçı içindeyken yakından izlenmelidir. Alçılama sonrası yakın değerlendirme veya alçı değişikliği, aşırı kısalma ve angülasyon riskini azaltmak için gereklidir.

Genel olarak, erken pelvipedal alçı bu yaş grubundaki femur shaft kırıkları için iyi bir tedavi yöntemidir. Erken traksiyon ile gecikmiş pelvipedal alçı, uygun olduğu durumlarda düşünülebilir.

6–12 yaş arasındaki çocuklar için; traksiyon ile gecikmiş alçılama ve erken pelvipedal alçı gibi non-operatif yöntemler hala uygun olabilir ve düşük enfeksiyon veya komplikasyon oranları ile tatmin edici iyileşme oranları sağlayabilir. Bununla birlikte, ameliyat dışı yöntemler nadir görülen minimal yer değiştirmiş kırıklar için etkili görünmektedir. Çocuğun yaşı arttıkça ameliyatsız tedavi yöntemleriyle immobilizasyon süresi artar. Daha erken mobilizasyona ve ağırlık vermeye olanak sağlaması nedeniyle ameliyatlı tedavi uygulamaları giderek daha fazla tercih edilmektedir.

Bu yöntemlerin detayları aşağıda anlatılmıştır.

A. ESNEK KANAL İÇİ ÇİVİLEME

Paslanmaz çelik veya titanyum çiviler, 5 yaş ve üzeri çocuklarda femur kırıklarının tedavisinde giderek daha popüler hale gelmektedir. Elastik intramedüller çivileme birçok kırık tipi için yaygın olarak uygulanabilir, ancak özellikle uzunluğu stabil transvers veya kısa oblik kırıklar için uygundur. Minimal cerrahi maruziyet gerektirmesi, enfeksiyon riskinin düşük olması ve hızlı rehabilitasyon ile daha kısa

hastanede kalış süresi sunması nedeniyle diğer cerrahi yöntemlere göre avantajlıdır. Aynı zamanda traksiyon, erken pelvipedal alçısı , eksternal fiksasyon ve plaklama ile karşılaştırıldığında daha az majör komplikasyon ile daha kısa bir iyileşme süresi sağlar. Esnek bir intramedüller çivileme göreceli stabilite sağlayabilir; kırık bölgesinde mikro hareket için yeterli alan sağlar, büyüme plağı gelişimini bozmadan bol miktarda kallus oluşumuyla doğal iyileşmeyi destekler(26-28).

Esas olarak iki tip esnek elastik çivi vardır: titanyum elastik çiviler (TEN) ve paslanmaz çelik çiviler. Uygulama yöntemlerinde küçük farklılıklar vardır. TEN çivileri daha elastiktir ve hızlı kallus gelişmesine engel olan kuvvetlere karşı kırık bölgesini koruma kapasiteleri sınırlıdır. Biyomekanik kanıtlar, ağırlığı 49 kg'ın üzerinde veya yaşı 11'in üzerinde olan hastaların, esnek TEN ile tedavi edilen femur kırıklarında; sagittal ve koronal açılanma eğiliminin daha fazla olduğu bunun da çivilerin deforme olmasına ve redüksiyon kaybına yol açarak kötü radyolojik ve klinik sonuçlar oluşturduğunu göstermiştir. Paslanmaz çelik çiviler daha rijittir ve genellikle kanalı dolduracak şekilde üst üste dizilirler . Bu nedenle birçok araştırma, şiddetli kırıkların tedavisinde daha sert olan paslanmaz çelik çivilerin kullanılmasını önermektedir. Bu hastalarda optimal rotasyonel, aksiyal ve translasyonel stabilite için uygun cerrahi teknik de gereklidir.

Elastik çiviler anterograd veya retrograd yöntemlerle yerleştirilebilir. İki esnek çivi, anterograd yerleştirme sırasında büyük trokanterin biraz aşağısındaki proksimal yan giriş noktalarından retrograd yerleştirme sırasında ise distal femur fizisin 2-3 cm proksimalindeki medial yan giriş noktasından yerleştirilir(29). Daha fazla kırık stabilitesi sağladığından distal femoral yaklaşım, yerleştirme noktalarının proksimalindeki çoğu kırık için önerilmektedir. Öte yandan, anterograd uygulama distal metafiz-diyafiz bileşkesinin distalindeki kırıklar için uygun görülmektedir. Ancak bu kırıklarda stabiliteyi sağlamak için çivilerin uçlarının distal femur fizisine doğru ilerletilmesi gerekli olabilir. Aynı zamanda kırık bölgesindeki çivi yayılımının en üst düzeye çıkarılması da stabilite için önemlidir. Anterograd yerleştirme ile iyi bir çivi yayılımı sağlamak daha zordur. Bu nedenle, femurun proksimal ve distal kısımlarını içeren kırıklarda büyüme plaklarından kaçınarak yapılacak plak-vida tespiti daha iyi stabilite sağladığı için tercih edilebilir.

Elastik çivilemenin çivilerin geriye kaçması, yanlış kaynama ve uzunluğu stabil olmayan veya parçalı kırıklarda kabul edilemeyecek kısaltmalar oluşturması gibi dezavantajları vardır . Çivinin geri çıkmasını önlemek, yumuşak doku tahrişini azaltmak ve implantın çıkarılmasını kolaylaştırmak için uç kapakları uygulanabilir(30).

B.PLAK-VİDA İLE TESPİT

Geleneksel Plak Vida Tespiti

Geleneksel açık redüksiyon ve plak-vida tespiti ile, çocukluk çağı femur kırıklarında anatomik olarak iyi bir açısal ve rotasyonel dizilim ile mükemmel stabilite elde edilebilmektedir. Ancak uygulanan cerrahi girişimin büyüklüğü ve yumuşak dokuların kemikten sıyrılması bu yöntemdeki en önemli sorundur ve oluşan komplikasyonların da çoğunlukla sorumlusudur. Kanama, enfeksiyon, geç kaynama, kaynamama ve implant yetmezlikleri bu komplikasyonlar arasında sayılabilir. Ayrıca postoperatif dönemde uzun süren immobilizasyon gereksinimi, implant çıkarmak için yapılan cerrahinin büyük olması ve oluşan uzun cilt skarı da bu yöntemin diğer dezavantajlarıdır. Plak vida tespitinin yukarıda sayılan dezavantajlarına rağmen literatüre bakıldığında bu yöntemle oldukça başarılı sonuçlar bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Eren ve arkadaşları 4-10 yaş arası 40 çocukla yaptıkları çalışmada femur kırığını açık redüksiyon ve plak vida tespiti ile tedavi etmişler ve ortalama 6.3 yıl takip sonunda tüm hastalarda kaynamayı sorunsuz bir şekilde elde etmişlerdir. Bu çalışmada 1 olguda osteomyelit görülürken 1 olguda da yeniden kırık ile karşılaşmışlardır. Mirdad'ın serisinde ise çocuk femur kırıklarının açık redüksiyon ve plak vida ile tespitinde en çok karşılaşılan sorun %43 olguda görülen kanamadır. Yine Ünal ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada plak-vida tespiti yapılan hastalarda femur cisim kırığına eşlik eden ek travma varsa, hemogloblin konsantrasyonu ve hematokrit seviyelerinde belirgin bir düşüşün olduğu görülmüştür. Bu çalışmalara göre kafa travması ya da çoklu travma ile birlikte olan femur cisim kırıklarının tedavisinde açık redüksiyon ve plak vida tespiti seçilecekse kan kaybı ve hipotansiyon açısından dikkatli olmak gerekmektedir(31, 32).

Plak Vida ile Biyolojik Tespit

Submuskuler köprü plak tespitinde hastaya sırtüstü pozisyon verilir ve işlem floroskopi altında gerçekleştirilir. Plak, kemiğe göre önceden şekillendirilmiştir. Uyluğun proksimal veya distalinde yaklaşık 2-3 cm'lik lateral, uzunlamasına bir kesi yapılır. Daha sonra plak kesi yoluyla kemiğe yerleştirilir ve stabil redüksiyon için kırık lokasyonunun proksimal ve distaline vidalanır. Submusküler köprü plakları çeşitli kırık modellerinde uygulanabilmesine rağmen, çalışmalar uzunluğu stabil olmayan kırıklar, çok proksimal veya distal kırıklar ve parçalı kırıklarda rijit stabilizasyon sağlamada daha etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca elastik intamedüller çivileme ile yeterince tedavi edilemeyen obez çocuklar (> 49 kg) için de endikedir. Son zamanlarda kas altı köprü plak tespit yöntemlerine olan ilgi artmıştır, çünkü geleneksel kompresyon plak-vida tespiti, uzun süreli cerrahi maruziyete ve önemli yumuşak doku hasarına neden olur ve yüksek enfeksiyon oranlarıyla ilişkilidir. Submuskuler köprü plak fiksasyonunun ana avantajları arasında minimal cerrahi ekspozür ve yumuşak doku hasarı, komplikasyon oranlarını ve cerrahi yara izlerini önemli ölçüde azaltan periosteal kan akışının korunması yer alır. Bununla birlikte, kas altı plaklama tipik olarak daha karmaşık kırıklar için kullanıldığından, kaynamama, yanlış kaynama ve ekstremité uzunluk farklılığı oranlarının hala nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca plağın çıkarılmasının gerekli görülmesi durumunda ek diseksiyon yumuşak doku hasarını arttırabilir(33).

C.EKSTERNAL FİKSATÖRLE TEDAVİ

Eksternal fiksasyon kırıkları perkütan olarak stabilize eder. Kırığın düzeltilmesinden sonra, pinler femurun proksimal ve distal eksenlerine dik olarak gönderilir ve ardından pin klempleri, halkalar veya arklar ile stabilize edilir. Eksternal fiksasyon genellikle geniş nörovasküler doku hasarı olan ciddi kırıklar, açık kırıklar ve politravma ile ilişkili kırıklar için endikedir ve bu kırıklar için başlangıç stabilizasyonu görevi görür. Ayrıca kemik kisti ve ossifiye olmayan fibromların neden olduğu pediatrik patolojik kırıklarla ilişkili spesifik metadiapfiz kırıkları için de endikedir. Eksternal fiksasyonun minimal komplikasyon oranlarıyla gerçekleştirilmesi teknik olarak daha kolaydır ve vücut hasarı riskinin düşük olması, bu kırıkların stabilizasyonunda intramedüller çivilerden veya plaklardan daha etkili olmasını sağlar. Yavaş kaynama, çivi yeri enfeksiyonu, aşırı büyüme, dizilim bozukluğu ve kırılma riskleri taşısa da, bazı

yazarlar bu sorunların altta yatan yaralanmanın ciddiyetinden kaynaklandığını ileri sürmektedir(34, 35).

D.RİJİT KANAL İÇİ ÇİVİLEME

12 yaşındaki ergen çocuklar iskelet olgunluğuna yaklaştıkça, kırık parçalarını yeterince stabilize edememeleri nedeniyle ameliyatsız prosedürler giderek etkisiz hale gelir. Bunun yerine, bu dönemde geleneksel veya köprü plaklama teknikleri tercih edilir.

Ergenlerde femur cisim kırıklarının tedavisinde intramedüller çivinin etkinliği genel olarak iyi kabul edilmektedir ve çok sayıda çalışma tatmin edici uzunluk, hizalama ve kırık kaynaması rapor etmektedir. Ancak ergenlerde kullanılacak intramedüller çivi tespitinin türü tartışmalıdır. Daha küçük çocuklar için esnek intramedüller çiviler yeterli iken, özellikle uzunluğu stabil olmayan kırıkları bulunan 49 kg'ın üzerindeki büyük çocuklarda, femur büyük trokanterinin lateral yönüne yerleştirilen daha sert bir anterograd intramedüller çivi piriformis fossa girişli geleneksel sert medüller çivilerin aksine iyi bir stabilizasyon sağlayacak ve avasküler nekroz riskini azaltacaktır.

Standart sert intramedüller çivinin girişi, medial circumfleks femoral arterin (MCFA) ana kan desteğiyle çakışan büyük trokanterik ve piriformis fossaları içerir. Bu nedenle arteriyel sıkışma ve avasküler nekroz riski sunar. Her ne kadar bazı ön çalışmalar büyük trokanterik ucun lateralinden girişin daha güvenli ve daha etkili olduğunu gösterse de, halen trokanterik ve piriformis fossa girişli çivileri tamamen uygulamadan kaldıracak yeterli veri yoktur. Trokanterik apofiz hasarına bağlı avasküler nekroz ve proksimal femoral büyüme bozuklukları uzun süreli etkilere neden olabileceğinden, rijit intramedüller fiksasyon yapılırken çok dikkatli olunmalıdır(36-38).

Trokanterik büyüme plaklarına zarar vermeden intramedüller çivilemenin güvenli bir şekilde uygulanabileceği minimum yaş konusunda fikir birliği yoktur. Bazıları çivilemenin 8 yaşından büyük çocuklarda yapılmasını savunurken, diğerleri çivilemenin yalnızca 13 yaşından büyük çocuklarda güvenli olduğunu ileri sürmektedir. Bununla birlikte, kanıtlar, kemikli büyük trokanter ve kırıkdağın uzunlamasına büyümesinin büyük ölçüde 8 yaş civarında tamamlandığını göstermektedir. Bu nedenle 8 yaşından büyük çocuklarda intramedüller çivileme yapılması kabul edilebilir(37).

2.10 Çocuk Femur Diyafiz Kırıklarının Komplikasyonları

Klasikleşmiş olanlar dışında çocukluk çağı olması sebebiyle diğer bazı özel komplikasyonları da içerir. Her kırık gibi damar ve sinir yaralanmaları, kompartman sendromu, yağ embolisi, derin ven trombozu, enfeksiyon, kaynamama veya yanlış kaynama gibi sorunların yanında bacak boy eşitsizlikleri veya pelvipedal alçılammaya bağlı alçı sendromu gibi durumlar bu yaş grubunda karşımıza çıkabilir.

Damar ve Periferik Sinir Yaralanmaları

Çocukluk çağındaki femur kırıklarında vasküler yaralanmalar nadirdir ve olanların çoğu da penetran yaralanmalar dolayısıyla gelişir. Araç içi veya dışı trafik kazaları ve yüksekten düşmeler de sebepler arasındadır. Genel olarak ezilme tarzı ya da segmental olan kırıklarda damar yaralanmaları ile karşılaşılabilir. Femur kırıklarında suprakondiler seviyelerde femoral, distal seviyelerde ise popliteal arter yaralanmaları görülebilir. Ekstremitede solukluk, soğukluk, duyu kayıpları ve siyanotik görünümle karşılaşılabilir.

Distal femurda oluşmuş kırıklarda ve künt gerçekleşmiş travmalarında peroneal sinir felçleri görülebilmektedir.

Kompartman Sendromu

Kompartman sendromu (CS), fasya ile çevrelenen kompartmanda artan basıncın neden olduğu kapiller perfüzyon basıncının azalmasına bağlı olarak kas ve sinirlerde iskemik hasar oluşması olayıdır ve ortopedik bir acil durumdur. Fizyolojisinde ya kompartman hacmi azalmıştır veya kompartman içeriğinde artışa sebep olan faktörler mevcuttur. Hacimde azalma yapan en önemli sebepler sıkı bandaj uygulaması veya alçıyı sıkı sarmaktır. Kompartman içeriğinde yaşanan artış ise genellikle kırıklarda yaşanan yumuşak doku yaralanmalarına, osteotomilere, iskemi sonrası ödem gibi bir çok nedene bağlı olabilir. Acilen tedavisi yapılmazsa kompartman içindeki anatomik yapılarda iskemi kaynaklı nekroz ve Volkmann iskemik kontraktürü gelişir. Kas ve sinir iskemisinin en önemli göstergesi ağrıdır. Yaşanan ağrı devamlıdır ve uygulanan immobilizasyon ile de hafiflemez. Kompartmandaki kasın gerilmesi ile ağrı daha da artar. Klasik kompartman sendromunun klinik görünümü sıklıkla "beş p bulgusu" ile tanımlanır: solukluk, orantısız ağrı, nabızsızlık, parestezi ve felç. Ancak çok küçük çocuklarda ve kafa travması mevcut olan olgularda bu bulguları saptamak güçtür ve

problemleri fazla olan vakalarda kaynamama görülebilmektedir. Kaynamada gecikme ise genelde eksternal fiksator kullanılarak tedavisi sürdürülen çocuklarda görülmektedir. Çocuklardaki nonunionlarının çoğu genelde tibia kırıklarında görülürken femurda olan kırıklar çocuklarda nonunionların sadece % 15'inin sorumlusudur(41).

Yanlış Kaynama

Kırığın yanlış pozisyonda kaynama durumudur, ancak her zaman işlevsel bozuklukla karşılaşmayabilir. Alt ekstremitede olan malunionlar genellikle kafa travması yaşanan olgularda görülmektedir. Başlangıçtaki Glasgow Skalası 5'in üstünde, 5 yaşından büyük vakalarda ve 72 saat içerisinde hastanın genel durumunda düzelme olmaz ise kırık fikse edilmelidir(42). Bu hastalarda uygulanan konservatif tedaviler, kaslarda spastisite olması sebebiyle kısılıklar, açılanmalar ve yanlış kaynama gibi komplikasyonlar da artışa sebep olur.

Ekstremit Uzunluk Eşitsizlikleri

Çocukluk çağındaki femur kırıklarından sonra kısılıklar veya aşırı vaskulariteden kaynaklı hem femur hem de tibiada aşırı büyümeler görülebilir. Ortalama olarak femurda 1 cm, tibiada ise 0.29 cm uzama görülebilir. Olguların yaklaşık %82'sinde ve genel olarak ilk 18 ay içerisinde karşılaşılabılır. Bundan dolayı yaklaşık 1 cm kadar kısılık olacak şekilde uygulanan redüksiyon ile fark oluşması önlenmeye çalışılır(43).

Alçı Sendromu

Yaygın olarak superior mezenterik arter (SMA) sendromu olarak bilinen alçı sendromu, superior mezenterik arter ile abdominal aort arasındaki açının daralması sonucu duodenumun üçüncü kısmının sıkışması ve buna bağlı olarak duodenal çıkış tıkanıklığı semptomlarının ortaya çıkması ile kendini gösteren bağırsak tıkanıklığının nadir bir nedenidir. Eski zamanlarda pelvipedal alçı ve gövde alçısı uygulanan vakalarda sıklıkla karşılaşıldığı için bu isimle anılmıştır. Fakat alçı olmadan uzun süreli traksiyonlarda da görülmüştür(44, 45).

3. MATERİYAL METOD

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda 2013-2023 yılları arasında tedavi görmüş 0-12 yaş arası tek taraflı kapalı femur shaft kırığı olan hastalarla ilgili gerçekleştirildi. Çalışmamız için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan onay alındı (Sayı: B.30.2ODM.0.20.08/164-219, Tarih:29.04.2024). Hastanenin mernis sisteminden tarama yapılmış ve 188 hastadan son kontrollerine gelen, sistemde değerlendirilebilir durumda grafilerine ulaşılabilinen ve telefonla ulaşılarak kontrole getirilen 123 hasta çalışmaya dahil edilmiş ve incelenmiştir.

Hastanemiz bölgenin merkezi bir hastanesi olduğu için il içinden ve çevre illerden çok sayıda hasta çekmektedir. Özellikle kırığı olan küçük çocuklar ve multitravmalı olgular tarafımıza yönlendirilmektedir. Acil servise kabul edilen hastalar öncelikle en az 2 yönlü femur grafileri çekildikten sonra tarafımıza danışılmıştır. Gerekli muayeneler ve tetkikler tamamlandıktan sonra kalçayı geçen uzun bacak atel uygulanmıştır. Cerrahi kararı verilen hastaların ameliyat hazırlığı başlatılmış ve anestezi bölümünün istediği tetkikler tamamlanmıştır. Eğer ameliyathane müsait ise o gün, malzeme temin etmede güçlük yaşandığı veya ameliyathanenin müsait olmadığı durumlarda en yakın zamanda ameliyatlara yapılmıştır. Ameliyata alınmadan önce hasta yakınları bilgilendirilmiş ve aydınlatılmış onam alınmıştır. Sadece pelvipedal alçılama yapılan hastalar hariç 50-100 mg/kg/gün sefazolin sodyum profilaksisi ameliyattan önce başlanarak postoperatif dönemde 48 saat olmak üzere uygulanmıştır. Hastalar taburcu olduktan sonra genel olarak 2 hafta, 1-2-3 ve 6 ay kontrollerine çağırılmıştır.

3.1 Araştırmaya Dahil Etme ve Dışlama Kriterleri

Düzenli kontrollerine gelmeyen, açık kırığı veya sistemik hastalığı bulunan olgular, çalışma için son kontrole çağrılan hastalardan gelemeyen veya bilgilerine ulaşılamayan hastalar çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

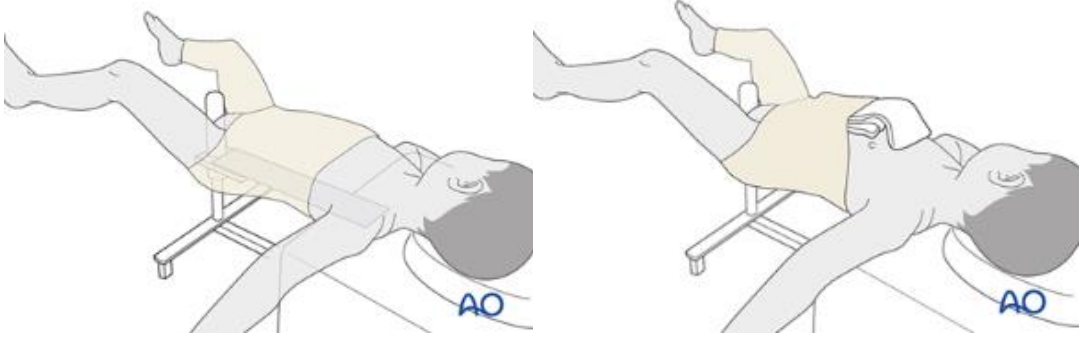
3.2 Tedavi Metodları

3.2.1 Pelvipedal alçılama

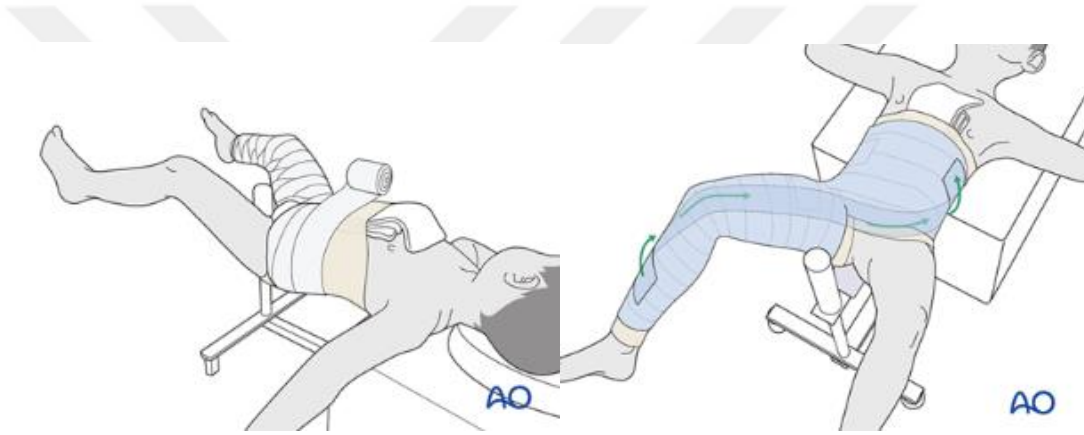
Öncelikle acil serviste atele alınan hasta uygun şartlar sağlandıktan sonra ameliyathaneye çekilir ve ameliyat masasında anestezi işlemleri gerçekleştirilir. Sonrasında pelvipedal alçılama için ameliyat masası uygun hale getirilir, kullanılacak olan alçı ve pamuklar hazırlanır. Hastanın steril bir şekilde örtümü sağlanır. Bu aşamadan sonra iki farklı uygulama yapılır. Bir uygulamada herhangi bir materyal kullanılmaz ve uzunluk ve rotasyon kontrol altına alınarak gerekli redüksiyon sağlandıktan sonra direkt olarak pelvipedal alçılama işlemine geçilir. Diğer bir yöntemde ise steril bir şekilde örtüm sonrası femur distalinden epifize zarar vermeyecek şekilde transvers olarak şanz çivisi uçları cilt dışında ve alçı içinde kalacak şekilde geçilir, uzunluk ve rotasyon kontrolü skopi altında yapıldıktan sonra pelvipedal alçılama işlemine geçilir (Şekil 20). Önce karın bölgesinden başlayarak ayağa kadar pamuk ile sarılır sonrasında ise alçı uygulanır. İşlem bittikten sonra son kez skopi altında redüksiyon kontrol edilir ve operasyona son verilir (Şekil 21-23).



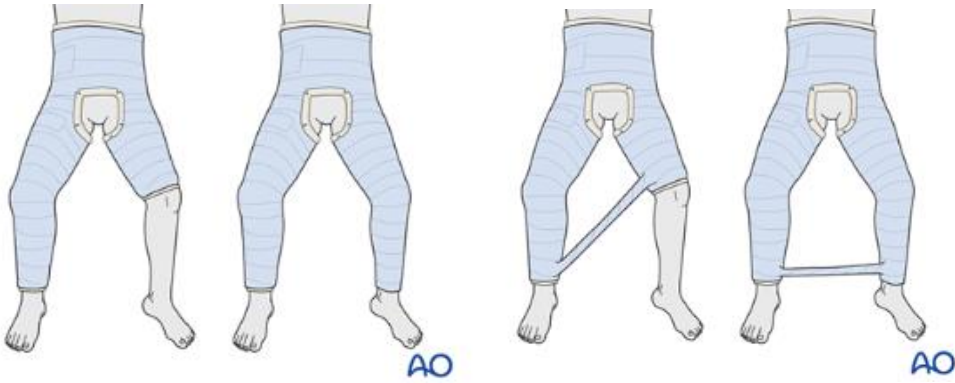
Şekil 20: Pelvipedal alçılama işleminde kullanılacak olan malzemeler ve femur distalden şanz geçişinin gösterilmesi(46)



Şekil 21: Kırık olan ekstremitede redükte edildikten sonra batına nefese yardımcı olmak üzere dolgu yapılır ve pamukla sarılır(46).



Şekil 22: Pamuk sarıldıktan sonra redüksiyon korunarak alçı sarılır ve sarma işlemi sonrası ayak bileğinden bele kadar destek alçıları uygulanabilir(46).

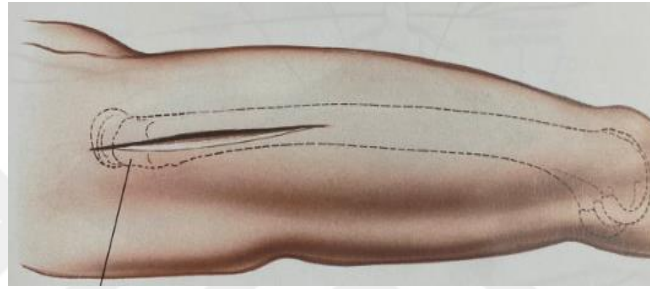


Şekil 23: Kırık tarafın alçılması bittikten sonra diğer ekstremitenin alçısı yarım bırakılabilir veya ayak bileğine kadar alçılabilir. Destek amaçlı iki bacak arası bar yapılabilir(46).

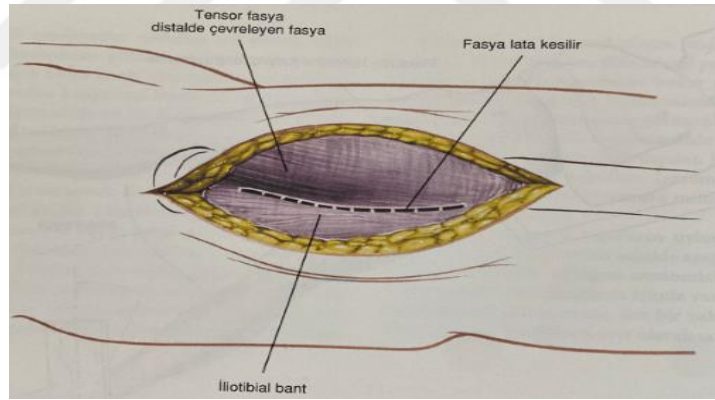
3.2.2 Plak-vida uygulama

Pelvipedal alçılama olduğu gibi rutin hazırlıklar yapıldıktan sonra normal ameliyat masasında işlem devam eder. Povidon iyot ile boyama ve örtünmeden sonra femur şaft

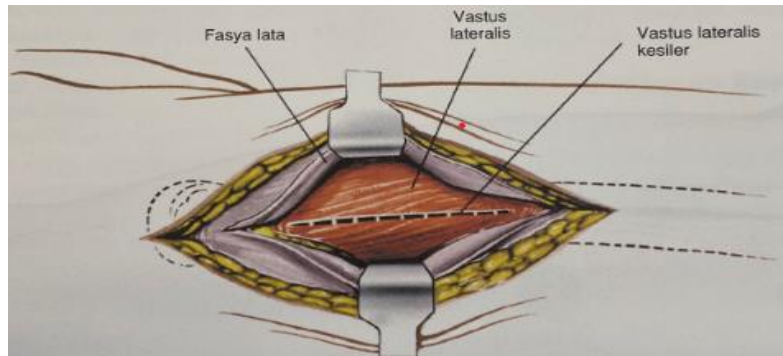
kırıklarında plak vida ile tespititte çoğunlukla açılan lateral insizyon ile kırığa ulaşılır ve kırığın uçları temizlendikten sonra redüksiyon gerçekleştirilir. Kırığın ve kemiğin boyutuna göre plak uzunluğu seçildikten sonra genelde 3 proksimale 3 distale veya 4 proksimal 4 distale vida konulur ve scopi altında teyit edilir. Plak mekanik aksın lateral korteksi distrakte edici etkisini en aza indirmek için bu kortekse konulmalıdır. Fakat medial tarafta kalan defekt yükün aksını değiştirerek plağa aşırı yük binmesi suretiyle kırık hattında bozulmaya neden olabilir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra yıkama yapılır ve usulüne uygun kapama işlemi gerçekleştirilir. Uzun bacak atel uygulanır (Şekil 24-28).



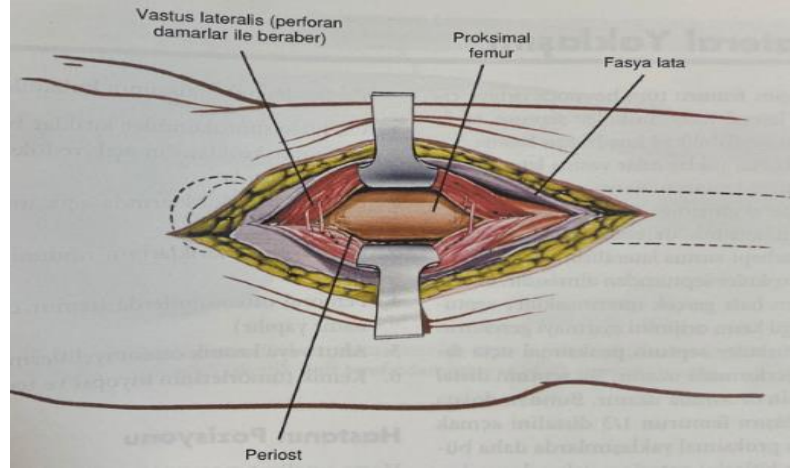
Şekil 24: Lateral cilt insizyon yerinin belirlenmesi(47)



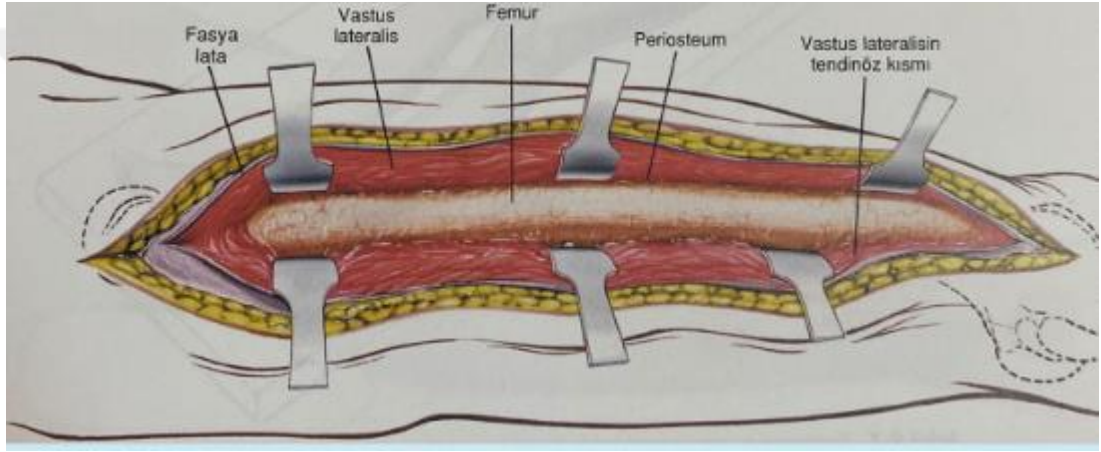
Şekil 25: Cilt kesisi ile aynı hatta fasya lata kesisi(47)



Şekil 26: Vastus laterali örten fasyanın insizyonu(47)

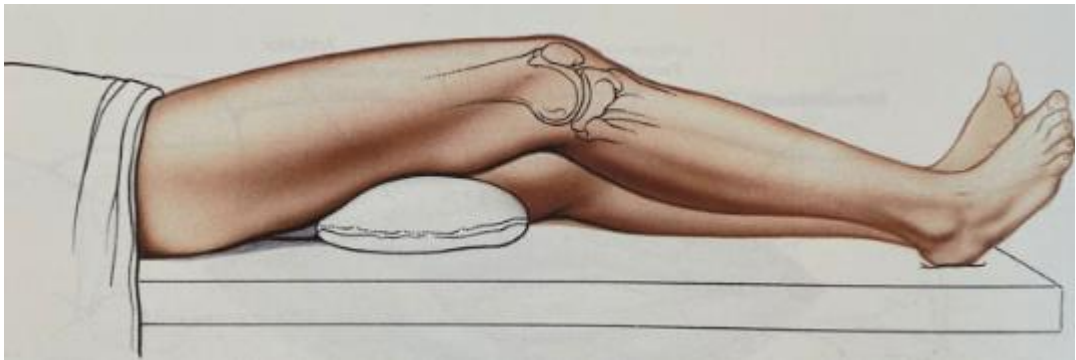


Şekil 27: Vastus lateralisin liflerinin ayrılması(47)

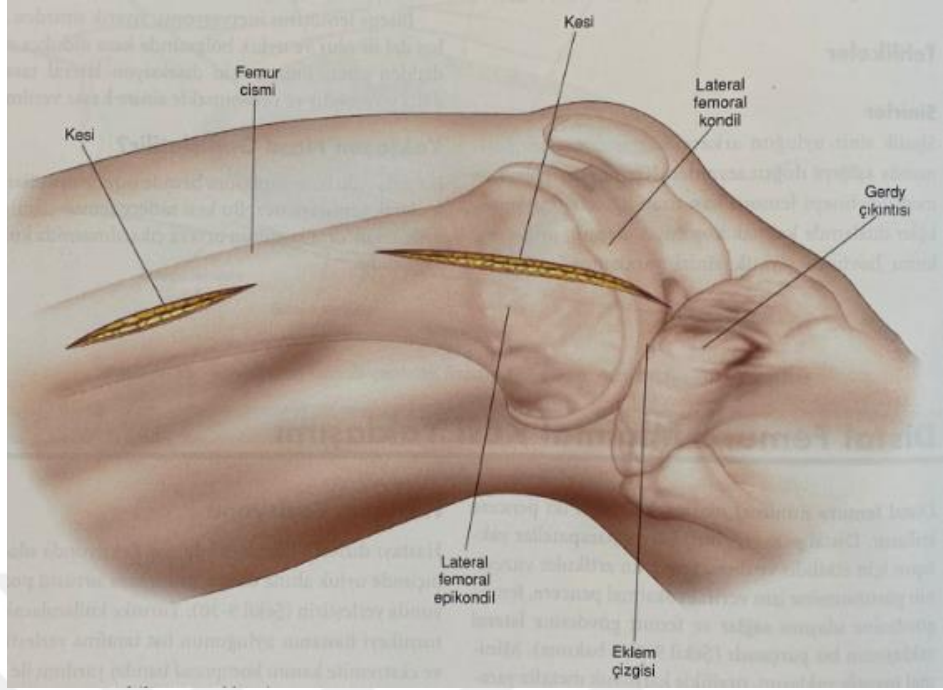


Şekil 28: Kırık hattının seviyesine göre bütün femurun ortaya konulması(47)

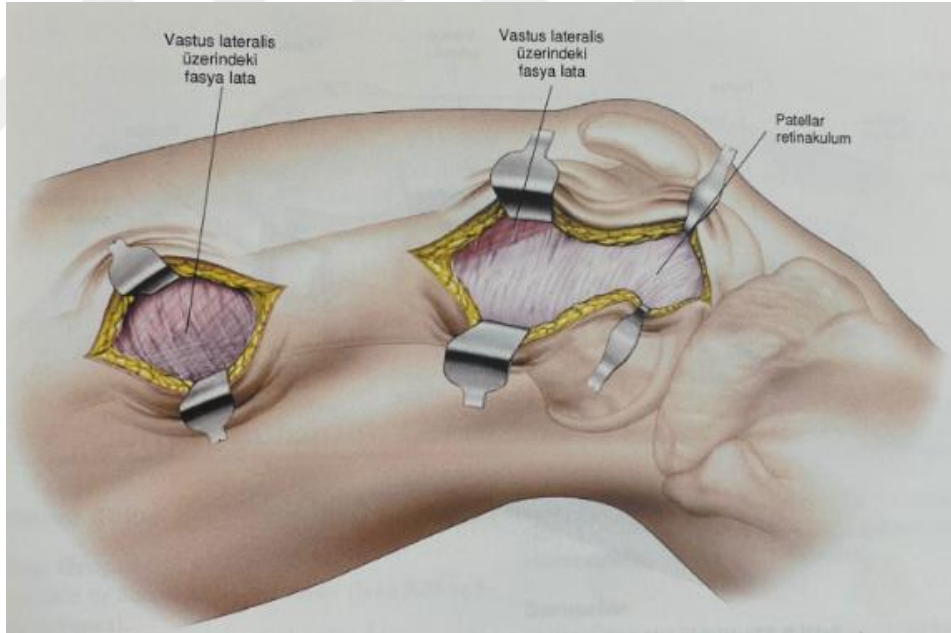
Submuskuler placlama yönteminde ise femurun tamamı açığa çıkarılmaz. Distal ve proksimal insizyonlarla kırık hatları görülür ve 29-33 no'lu şekillerde görüldüğü gibi distalden proksimale doğru plak yürütülerek işlem tamamlanır.



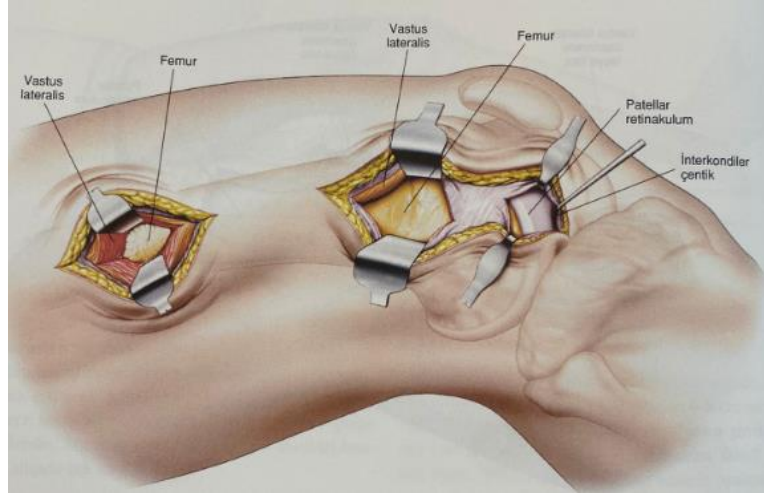
Şekil 29: Submuskuler olarak plak uygulanması planlanan hastanın pozisyonu(47)



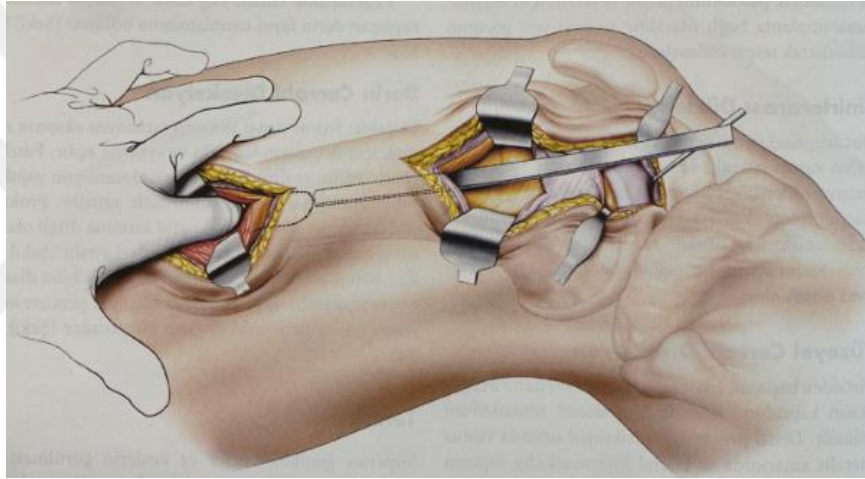
Şekil 30: Eklem hattından başlayarak kesi uygulanması ve kırık hattına göre uygulanacak plakla uyumlu proksimal kesi(47)



Şekil 31: Distalde subkutan dokuların ve proksimalde cilt ciltaltı kesilerin yapılması(47)



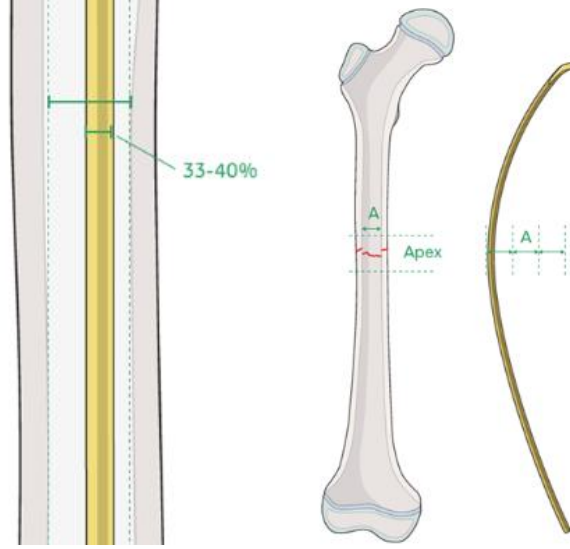
Şekil 32: Femur distal ve proksimal uçların açığa çıkarılması(47)



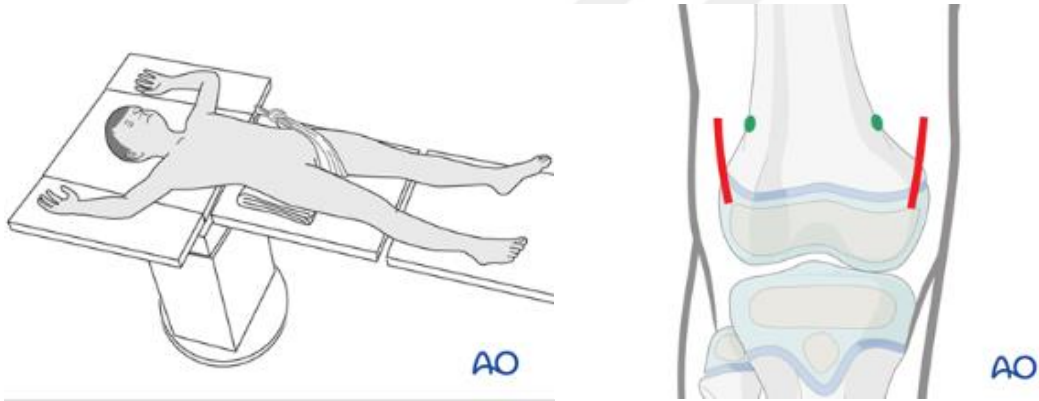
Şekil 33: Künt diseksiyonla kemiğin rahatlatılması sonrası materyalin uygulanma aşaması(47)

3.2.3 İntramedüller Elastik Çivi Uygulaması

Femurunda kırık olan hastada kullanılacak olan çivi hazırlanır(Şekil 34). Hasta radyolusen masada supin pozisyona alınıp operasyona hazırlanır ve kalçadan dize kadar povidon iyot ile boyanarak örtülür. Sonrasında skopi ile distal ön arka(AP) ve yan görüntüleri alınarak giriş yerleri belirlenir. Çivinin giriş yeri femur distalinde fiz hattının yaklaşık 2 cm proksimalinden olmalıdır. Belirlenen yerin medial ve lateral tarafından 3 cm insizyon yapılır ve cilt, ciltaltı geçilir (Şekil 35). Medial tarafta yumuşak dokular ve fasya kesilerek vastus medialise ulaşılır. Kas anteriora itilerek submusküler alandan kemiğe varılır. Aynı şekilde lateral tarafta iliotibial bant, liflerine paralel olarak kesilir, vastus lateralis yukarı kısıma sıyrılarak kemiğe ulaşılır.



Şekil 34: Optimal stabilite için operasyon öncesi çivi çapını seçerken medüller kanalın en dar kısmının %33 ila %40'ı arasında olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılacak çiviye femur kanalının yaklaşık 3 katı olacak şekilde kıvrım verilir.

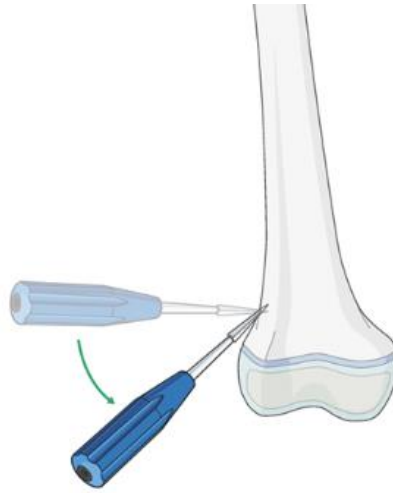


Şekil 35: Radyolüsen bir masaya hasta alınır ve gerekli hazırlıklar tamamlandıktan sonra femurun lateral ve medial tarafından insizyon hatları belirlenir.

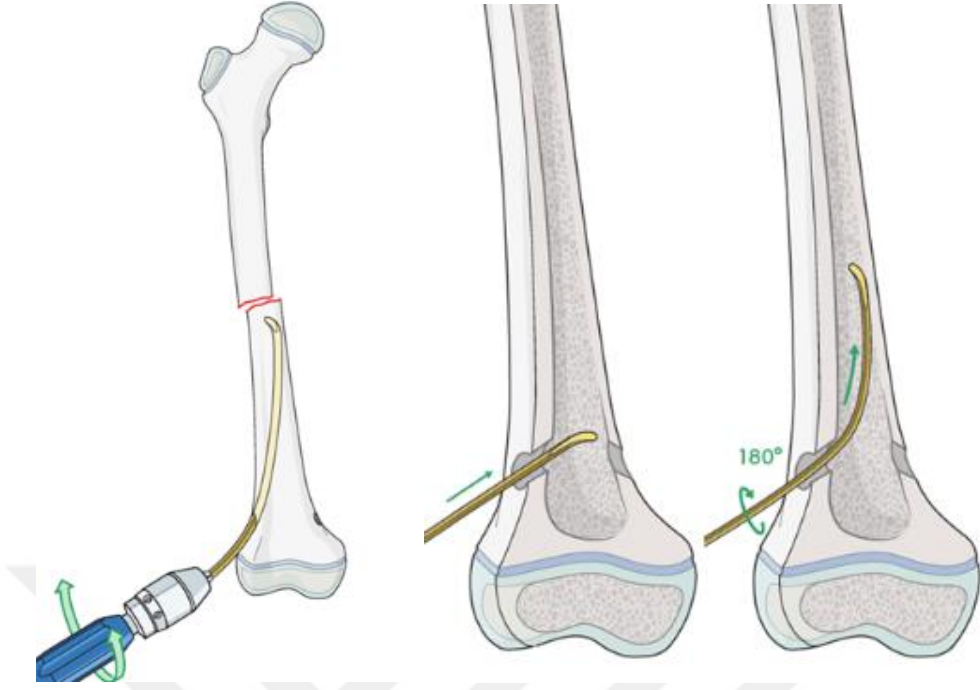
Fiz hattının 2 cm kadar proksimalinde biz kullanarak medial ve lateral olmak üzere iki adet delik açılır. Önce lateral taraftaki delikten boy ve çapı daha önce belirlenerek hazırlanan çivi sokulur. Cerrah çiviye meduller kaviteyi dolduran fakat ilerlemesi konusunda sıkıntı çıkarmayan bir çivi seçmelidir. Ameliyattan önce medüller kaviteyi ölçmeli ve formülize ederek çivisine karar vermelidir. Uygun çivi kalınlığı, medüller kanalının kalınlığının 0,4 ile çarpılması veya medulla çapının yarısından 1 mm çıkarılarak bulunur. Hekim tercihini çelikten veya titanyumdan yana kullanabilir, farkları çelik titanyumdan daha sağlam ancak daha az esnektir. Çiviye seçtikten sonra künt ucunun 1.5-2 cm kadar uzağından eğme işlemini gerçekleştirmelidir. Çivi eğildikten ve kemiğe dik bir şekilde sokulduktan sonra T şeklindeki tutucu ile

ilerletilir. Burada dikkat edilmesi gereken direkt yukarı yönelerek değil aşağı yönelerek sokulması ve 180 derece ters döndürülerek ilerletilmeye başlanmasıdır. Kırık seviyesine kadar ilerledikten sonra aynı şekilde medial taraftan da açılan delikten aynı kalınlıkta aynı kurallara uyarak kırık seviyesine ulaşana kadar ikinci bir çivi ilerletilir. Kırık seviyesine gelindiğinde tel dikkatlice devam edilmeli sonrasında skopi görüntüsü ile kemiğin içinde bulunduğu teyit edilmelidir. Eğer kemiğin içinde değilse geri çekilerek redüksiyon tekrar sağlanarak veya tel 180 derece döndürülerek tekrar intrakortikal devam edilmeye çalışılmalıdır. Eğer bu aşamada redüksiyon sağlanamazsa mini bir insizyonla kırık hattına ulaşarak redüksiyon sağlanıp devam edilebilir. Redüksiyon sağlanıp çivinin kemiğin içinde bulunduğu anlaşıncaya birkaç cm ilerleyerek diğer taraftaki tel ilerletilmez. Yine skopi altında kemiğin içinde bulunduğu garanti altına alınarak vakaya devam etmek gerekir. İki telin de kemik içinde devam ettiği anlaşıldıktan sonra birisi femur boynuna, diğeri ise trokanter majora kadar ilerletilerek zamanla rotasyon oluşması engellenmelidir.

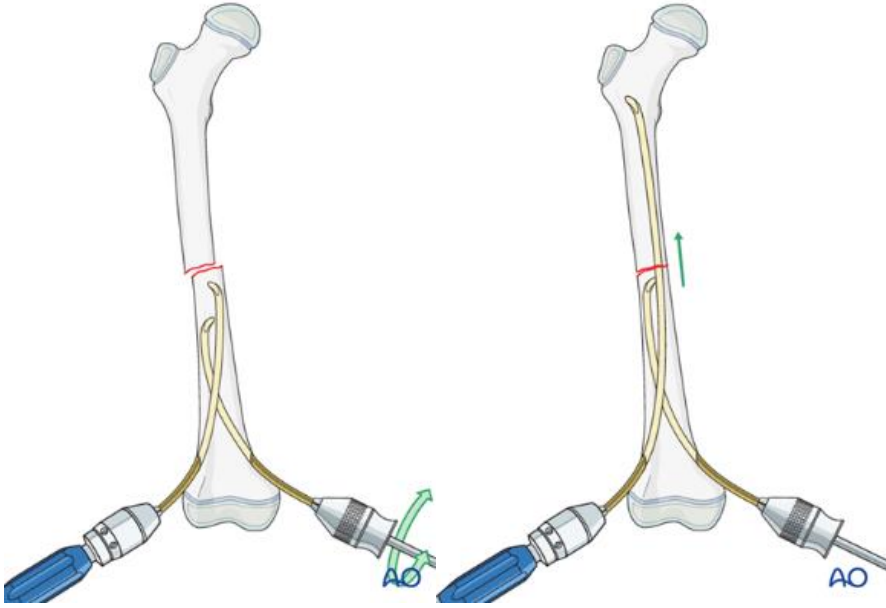
Çivi gönderme işlemi bittikten sonra çivilerin uçlarını kesmeden önce son kez hem ön-arka hem de yan grafiyle görülerek redüksiyon kontrolü yapılır. Sonrasında 1-2 cm kadar çiviler geri çekilmeli ve uçları kesildikten sonra tekrar kemik içine gönderilmelidir. Bazı uygulamalarımızda çivinin ucunu cilt altında veya cilt dışında bıraktığımız olgular da mevcuttur (Şekil 36-39).



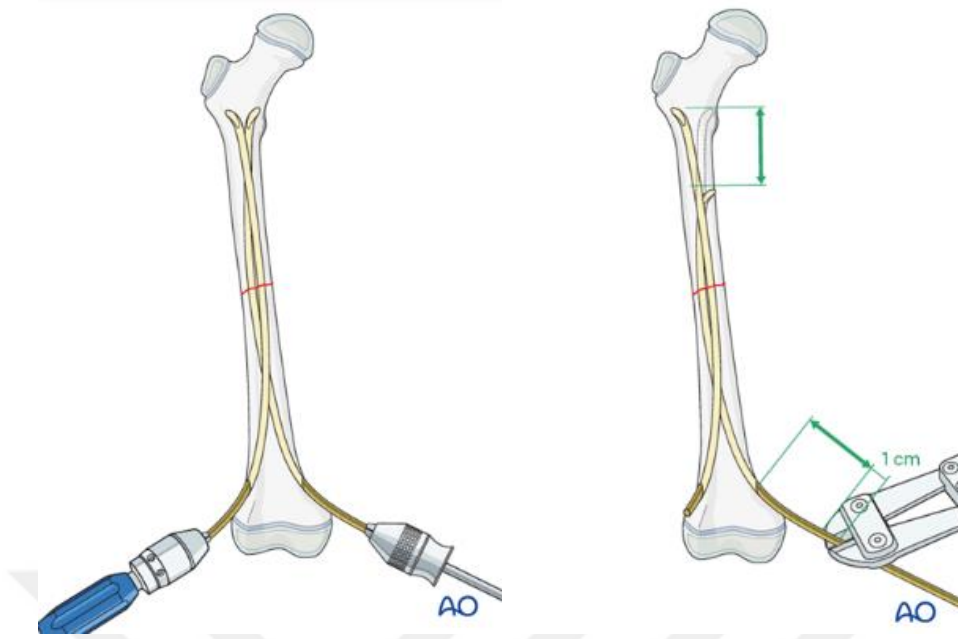
Şekil 36: Kanalin açılması aşamasında biz ile kemiğe önce dik olarak giriş sonrası 45° eğim verilerek girilir.



Şekil 37: İlk çivi lateral kenardan giriş yapıldıktan sonra 180° dönülerek kırık hattına doğru ilerlenir.



Şekil 38: İkinci çivi medialden gönderildikten sonra lateral çivi ilerletilerek kırık hattı geçilir.



Şekil 39: Medialden gönderilen çivi ilerletildikten sonra vaka bitirilmeden çiviler bir cm geri çekilip kesildikten sonra ilerletilerek vaka sonlandırılır.

3.3 İstatistiksel Yöntem

Analizler IBM SPSS 25 paket programı ile, verilerin özetlenmesi ise ortalama ve ortanca (minumum/maksimum) şeklinde yapılmıştır. Normallik varsayımına Kommogrov Smirnov testi kullanılarak bakılmıştır. Normal dağılım varsayımının karşılanmadığı ikili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi, ikiden fazla grup karşılaştırması için Kruskal Wallis testi, kategorik verilerin karşılaştırılmasında ise ki-kare testi kullanılmıştır.

3.4 Araştırmada incelenen veriler

- Yaş

Hastaların kırık geçirdikleri tarihteki yaşları ilk 12 ay içerisinde olan çocukların yaşı sıfır olacak şekilde kaydedildi.

- Cinsiyet (Kadın-Erkek)
- Etyolojik değerlendirme

Yüksekten (binadan, ağaçtan ve merdivenden) düşme, basit düşme (aynı seviyeden ve ev içi düşmeler), araç içi ve dışı trafik kazaları ve diğerleri olarak sınıflandırıldı.

- Oluş enerjisine göre değerlendirme

Yüksekten düşmeler, trafik kazaları veya üstüne cisim düşme gibi durumlar yüksek enerjili, ev içi düşme, egzersiz-spor sırasında kırılma gibi durumlar düşük enerjili travmalar olarak kabul edildi.

- Kırık tipleri açısından değerlendirme

Hastalar transvers, oblik, spiral ve parçalı kırığı olanlar şeklinde 4 gruba ayrıldı. Ayrıca kırıklar Winquist-Hansen sınıflamasına göre kaydedildi.

- Tedavi yöntemine göre değerlendirme

Olgular plak vida osteosentezi, elastik intramedüller çivi ve pelvipedal alçılama uygulananlar olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Ancak istatistik aşamasında; pelvipedal alçı yapılanlar şanzlı ve şanzsız olmak üzere iki farklı grup olarak değerlendirildi.

- Uzunluk Farkı

Son kontrolde; klinik olarak spina iliaca anterior süperior ve medial malleol arası ölçülerek, ayrıca çekilen bacak uzunluk grafileri üzerinde ölçümler yapılarak sağlam taraf ile karşılaştırma yapıldı ve varsa uzunluk farkları kaydedildi (Şekil 40).



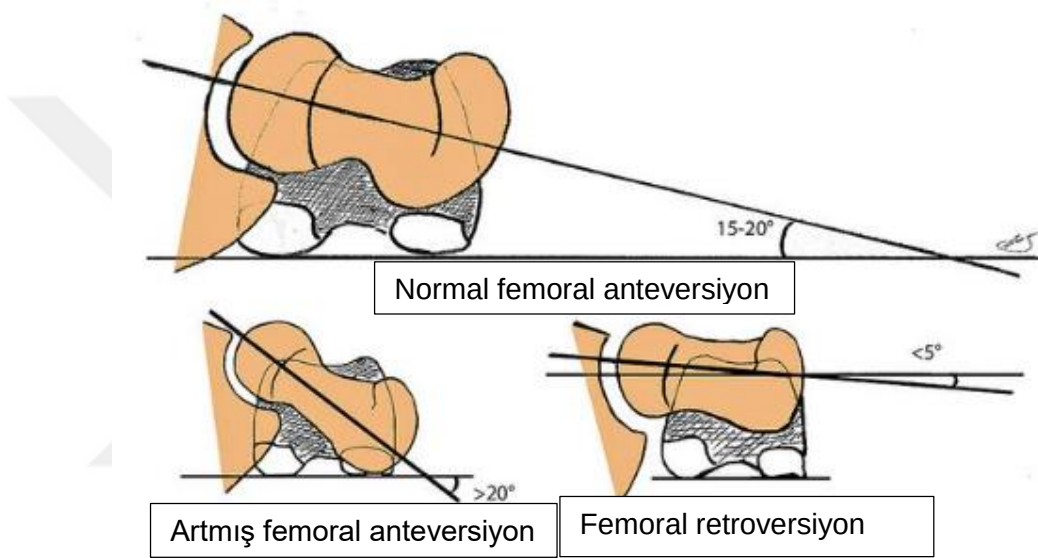
Şekil 40: SİAS ile medial malleol arasından karşılaştırmalı olarak bacak uzunluk farkının ölçülmesi

- Angulasyon (Açılanma)

Anterior posterior direkt radyografiler ile varus/valgus, yan grafiler ile de rekurvatum/prokurvatum açılanmaları ölçüldü ve kayıt altına alındı.

- Rotasyon

Rotasyonu belirlerken değerlendirme yöntemimiz; klinik olarak bilateral mukayese ile femoral anteversiyona yönelik muayenelerin yapılmasıdır. Bunun için; hastaların düz zemin üzerinde ayak yürüyüş açıları belirlenmiş; ayrıca dizler 90 derece fleksiyonda yüzüstü yatırılarak kalça eklemlerinin iç ve dış rotasyon genişlikleri ölçülmüştür (Şekil 42). Kırıklı ve sağlam taraf arasındaki farklar karşılaştırılmak suretiyle yaralanmanın iyileşme sürecinde femoral anteversiyon üzerinde oluşturduğu değişiklik belirlenmiş ve bunun da rotasyon durumunu gösterdiği düşünüldüğü değerler kayıt altına alınmıştır.



Şekil 41:Femur anteversiyon ve retroversiyon görünümü



Şekil 42: Karşılaştırmalı olarak femoral anteversiyonun ölçülmesi

- Klinik muayenelerin karşılaştırılması

Bu kapsamda kayıtlarımız tarandı, muayeneler yapıldı ve hasta yakınlarının beyanları kayıt altına alındı. Öncelikle hastaların kırık geçirdikleri alanlarda ağrıları olup olmadığı soruldu. Hastane kayıtlarına girmemiş herhangi bir yara yeri problemi veya başka bir komplikasyonla karşılaşp karşılaşmadıkları araştırıldı. Kalça eklem ve diz eklem hareket açıklıkları iki taraflı karşılaştırılarak herhangi bir kısıtlılık durumu olursa kaydedildi. Postoperatif dönemde atel/alçıda kalma süreleri, parsiyel yükle kısmi mobilize olma süreleri ve tam yükle mobilize olma süreleri kayıt altına alındı. Kas güçleri mukayese edildi, 5 üzerinden puanlandı ve bacak çapları ölçülerek aradaki fark not edildi (Şekil 43).



Şekil 43:Hastanın uyluk orta hattın bacak çap farklarının ölçülmesi

- Hastane yatış süreleri

Ameliyat olduğu gün dahil olmak üzere ilk taburculukları olana kadar yatış süreleri kaydedildi. Eğer revizyon ameliyat gerekmişse, plak çıkarmak için veya bazen ameliyathane şartlarında elastik intramedüller çivilerin çıkarılması gerekmişse onun için de ayrıca hastane yatış günü hesaplanmış ve toplam hastane yatış süresine ulaşılmıştır.

- Elastik intramedüller çivinin kemiğe giriş noktasının etkileri

Elastik intramedüller çiviler için genel uygulama olarak fiz hattından yaklaşık 2 cm uzaktan giriş yeri seçilse de uygulama sırasında farklı giriş noktaları olabilmektedir. Bundan dolayı giriş yerlerinin ameliyat sonrası röntgenlerde fiz hattına uzaklıkları ölçüldü ve diğer kriterlerle karşılaştırmaları yapıldı ve bunların üzerine olan etkileri araştırıldı.

- Plağın bitiş noktasının fiz hattına uzaklığının etkileri

Genel kural olarak ameliyat sırasında fiz hattına zarar vermemek üzere ameliyatlara gerçekleştirilmiştir. Ancak kırık seviyesine ve tipine göre, tespit için kullanılan plak fiz hattına yakın veya uzak olabilmektedir. Bahsedilen mesafenin fizis üzerine olumsuz etkileri incelendi. Bu amaçla; postoperatif grafipler üzerinden plağın bitiş noktasının fiz plağına uzaklığı ölçüldü ve diğer veriler ile karşılaştırılması yapıldı.

- Flynn kriterlerine göre sonuçların değerlendirilmesi

Hastaları objektif olarak karşılaştırmak için Flynn kriterleri kullanıldı ve sonuçları mükemmel, iyi ve kötü olarak gruplandırılarak analizleri yapıldı (Tablo 3).

Tablo 3: Flynn kriterleri(J Child Orthop.2009 April;3(2)129-135)

	Kötü sonuç	İyi sonuç	Mükemmel sonuç
Uzunluk farkı	>2 cm	<2 cm	<1 cm
Açısal deformite	>10 derece	<10 derece	<5 derece
Kırık hattında ağrı	var	yok	yok
Komplikasyon	major ve/veya rezidüel morbidite	minör	yok

4.BULGULAR

4.1 Yaş

Değerlendirmesini yaptığımız 123 hastanın yaş ortalaması 5,35 olup yaş aralığı 3 ay ile 12 yaş arasındadır. Erkek çocukların yaş ortalaması 5,4, kız çocuklarının ise 5,27'dir.

Takip süresi 1-10 yıl arasında, ortalama 5,67 yıldır.

Yaş ortalamaları ile tedavi seçenekleri arasında bir karşılaştırma yapıldığında pelvipedal alçı uygulanan çocukların yaş ortalaması 3,3, plak uygulanan çocukların 8,2, intramedüller esnek çivileme yapılanların ise 4,41 yıl olarak belirlenmiştir.

4.2 Cinsiyet

123 hastanın 79 tanesi erkek iken 44 tanesi kız çocuğudur(Tablo 4).

Tablo 4: Hastaların cinsiyet dağılımı

	n	%
Erkek	79	64
Kız	44	36
Toplam	123	100

4.3 Etiyoloji

Kırık sebebi %41 olguda düşme, %35 araç içi ve dışı trafik kazaları, %17 yüksekte düşme ve %8 diğerleri olarak bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 5: Hastaların kırık geçirmesinin etyolojik nedenlere göre dağılımı

	n	%
Düşme	51	41,5
Yüksekte düşme	21	17
Trafik kazaları	43	35
Diğer	8	6,5
Toplam	123	100

Ayrıca 55 çocuk düşük enerjili travmalar, 68 çocuğun ise yüksek enerjili travmalar sonucu kırık geçirdiği anlaşılmıştır (Tablo 6).

Tablo 6: Hastaların yüksek-düşük enerjili travma geçirme durumuna göre dağılımı

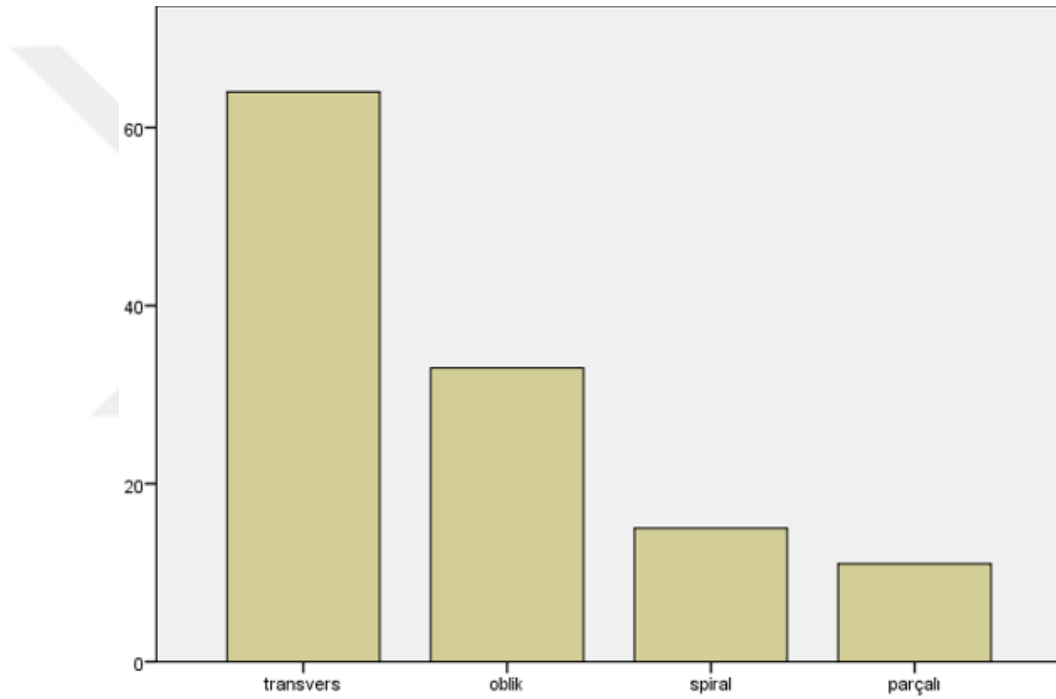
	n	%
Yüksek enerji	68	55,3
Düşük enerji	55	44,7
Toplam	123	100

4.4 Kırık tipi

Kırık şekline göre; 64 olguda transvers, 15 spiral, 33 oblik, 11 olguda ise parçalı kırık olduğu görülmüştür (Tablo 7).

Tablo 7:Kırık tipine göre olgu sayıları

Kırık tipi	N	%
Transvers	64	48,9
Oblik	33	25,2
Spiral	15	11,5
Parçalı	11	8,4
Toplam	123	100



Şekil 44: Kırık tiplerinin dağılımı

Winquist-Hansen sınıflamasına göre kategorilere ayrıldığında ise; 85 adeti tip 0, 24 tip 1, 2 tip 2, 12 adeti ise tip 3'tür (Tablo 8).

Tablo 8:Winquist- Hansen sınıflamasına göre kırıkların dağılımı

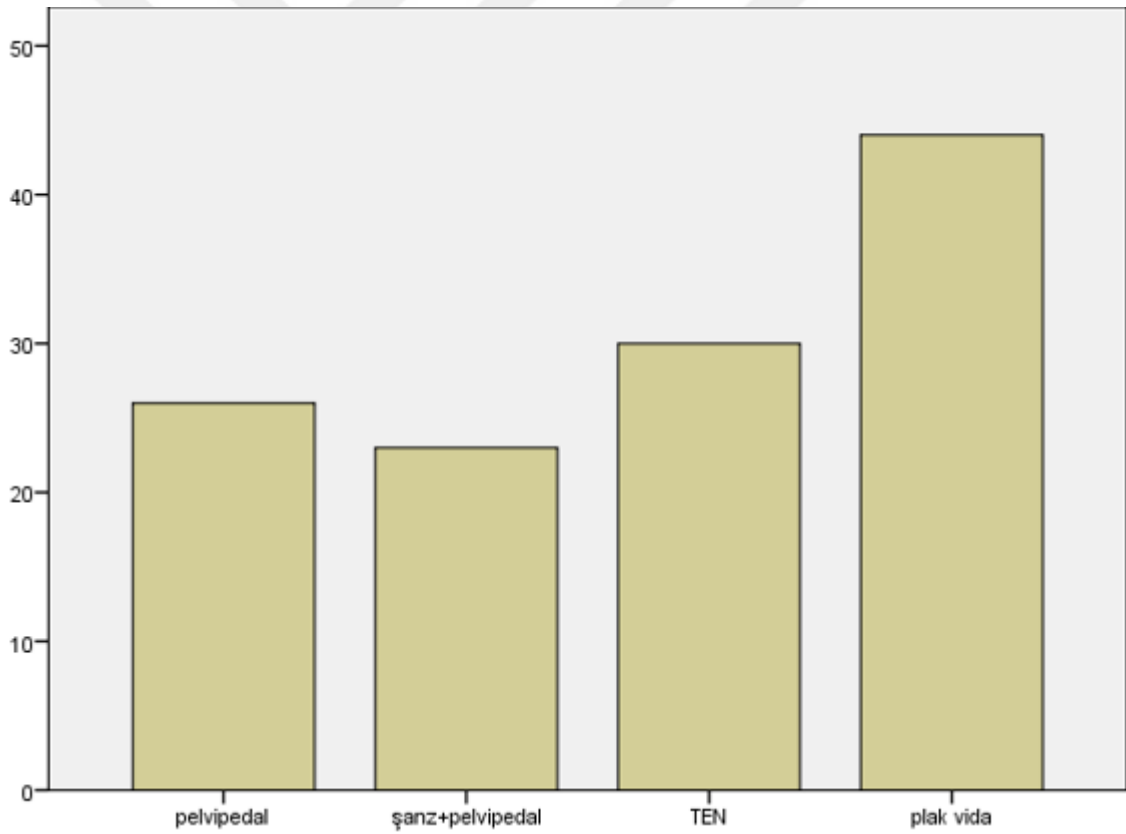
	n	%
Tip 0	85	69,1
Tip 1	24	19,5
Tip 2	2	1,6
Tip 3	12	9,8
Tip 4	0	0
Toplam	123	100

4.5 Tedavi yöntemi

Kırk dokuz (49) pelvipedal alçılama yapılan hastanın 23'üne şanz geçildikten sonra alçı sarılmıştır. 44 hastaya plak vida, 30 hastaya ise intramedüller elastik çiviler uygulanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9: Tedavi yöntemi dağılımları

	N	%
Pelvipedal alçılama	26	21,1
Şanz+ pelvipedal alçılama	23	18,7
TEN	30	24,4
Plak-vida	44	35,8
Toplam	123	100



Şekil 45: Tedavi yöntemlerinin sıklığının dağılımı

4.6 Operasyon Sayısı

Hastaların bazıları tek seferde ameliyat olarak mutlak tedavileri gerçekleşse de bazı durumlarda revizyon ameliyatları, plak çıkarma veya ucu cilt altında bırakılan elastik çivilerin ameliyathane şartlarında çıkarılması durumu söz konusu olmuştur. Toplamda bir defa ameliyat geçiren çocuklar 97 kişiye, iki defa ameliyat geçirenler 23 kişidir. Sadece 3 çocuk üç defa ameliyat olmak zorunda kalmıştır (Tablo 10).

Tablo 10: Ameliyat geçirme sayılarının dağılımı

AMELİYAT OLMA SAYISI	n	%
Bir	97	78,9
İki	23	18,7
Üç	3	2,4
Toplam	123	100

Ayrıca pelvipedal alçılama yapılmış olan çocuklar ortalama 1,08 kere ameliyat olmuşken, bu oran plak vida uygulananlarda 1,5 ve elastik intramedüller çivi uygulanan çocuklarda ise 1,1'dir. Bu sonuçlar plak uygulanan çocukların istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla ameliyathaneye girdiğini göstermektedir ($P<0,05$).

4.7 Hastanede Yatış Süreleri

Multitравmalı hastaların daha fazla hastanede yattığı söylenebilse de tedavi yöntemlerine göre bu süre araştırıldığında; pelvipedal alçılama yapılan çocuklarda ortalama 2,16 gün, plak uygulananlarda 3,91, intramedüller elastik çivi uygulanan hastalarda ise 3,13 gün olarak belirlenmiştir. Tedavi yöntemleri arasında hastane yatış süresi açısından anlamlı fark olduğu görülmüş ve yapılan posthoc analizde farkın plak uygulanan gruptan kaynaklandığı anlaşılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11: Tedavi yöntemlerinin hastanede ortalama yatış süreleri

	Ortalama yatış günü	P değeri
Pelvipedal	2,16	
Elastik nail	3,13	
Plak-vida	3,91	
TOTAL		$P<0,05$

4.8 Uzunluk Farkı

26 pelvipedal, 23 şanzlı pelvipedal, 30 elastik çivi ve 44 plak uygulanan hasta arasında kısıalık oluşumu açısından anlamlı fark bulunmuş ve hangi grup üzerinden fark oluştuğunu anlamak için 2li gruplar kendi arasında da karşılaştırılmıştır.

Pelvipedal grubunda elastik intamedüller çivileme ve plağa göre anlamlı bir şekilde kısıalık oluştuğu görülmüş ancak ileri incelemede 2 ayrı grup olarak değerlendirilen şanz uygulanmış ve uygulanmamış pelvipedal alçılama grupları arasında da kısıalık oluşumu açısından anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$) (Tablo 12).

Tablo 12: Tedavi yöntemlerinin kısıalma ortalamaları

	Toplam Hasta Sayısı	<1cm (hasta sayısı)	1 cm<x<2cm (hasta sayısı)	>2cm (hasta sayısı)	Toplam kısıalma olan hasta sayısı	En az kısıalma miktarı (mm)	En fazla kısıalma miktarı (mm)	Ort. kısıalma miktarı (mm)
Pelvipedal	26	22	1	0	23	2	11	4,42
Şanz+ pelvipedal	23	11	3	0	14	2	12	3,3
TEN	30	11	1	0	12	2	12	1,3
Plak-vida	44	0	1	0	1	14	14	0,32
TOTAL	123	44	6	0	50			1,98

Klinik ve radyolojik incelemeler sırasında bazı hastalarda kırık olan ekstremitelerde kısıalık oluşumu dışında uzama oluştuğu da görülmüştür (Tablo 13).

Tablo 13: Tedavi yöntemlerinin uzama ortalamaları

	Toplam Hasta Sayısı	<1cm	1 cm<x<2	>2cm	Toplam uzama olan hasta sayısı	En az uzama miktarı (mm)	En fazla uzama miktarı (mm)	Ortalama uzama miktarı (mm)
Pelvipedal	26	2	0	0	2	6	7	0,5
Şanz+pelvipedal	23	9	0	0	9	2	9	0,96
TEN	30	16	1	0	17	1	12	1,6
Plak-vida	44	35	6	1	42	2	30	7,11
TOTAL	123	62	7	1	70			3,41

Şanz uygulanan pelvipedal ile şanz uygulanmadan yapılan pelvipedal alçılama arasında anlamlı fark oluştuğu görülmüştür. Yani şanz uygulandığında uzama ihtimali artmıştır.

Ayrıca şanz uygulanmış olan pelvipedal alçılama ile elastik çivi uygulanan hasta grubu arasında uzunluk oluşumu açısından fark oluşmamışken plak-vida uygulanan hastalarda diğer hasta gruplarıyla karşılaştırıldığında anlamlı bir şekilde uzama olduğu görülmüştür.

4.9 Angulasyon (Açılanma)

Açılanmalar koronal ve sagittal planda olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiş ve ona göre yorumlanmıştır.

4.9.1 Anteroposterior Açılanmalar

Koronal planda yapılan karşılaştırmalarda şanz uygulanmadan yapılan pelvipedal açılanmanın ortalama açısı 0,23 derece, şanz uygulanmış pelvipedal açılanmanın 0,57, intramedüller elastik çivinin 0,33 ve plak vida uygulanan hastaların 1,39 derece olarak bulunmuştur. Hasta grupları arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır(Tablo 14).

Tablo 14: Tedavi yöntemlerinin AP plan açılanma değerlerinin ortalamaları

	Toplam hasta sayısı	Açılanma olan hasta sayısı	<5°	5°<x<10°	>10°	Ortalama açılanma değeri (derece)	P DEĞERİ
Pelvipedal	26	2	2	0	0	0,23	
Şanz+pelvipedal	23	2	0	2	0	0,57	
TEN	30	1	0	1	0	0,33	
Plak-vida	44	9	5	3	1	1,39	
Total	123	14	7	6	1		0,117

4.9.2 Lateral Açılanmalar

Sagittal planda yapılan karşılaştırmalarda ise şanz uygulanmadan yapılan pelvipedal açılanmanın ortalama açısı 0,77 derece, şanz uygulanmış pelvipedal açılanmanın ortalaması 1,39, intramedüller elastik çivinin 0,17 ve plak vida uygulanan hastaların 0,3 derece olarak bulunmuştur.

Sagittal plandaki açılanmalar bakımından da gruplar arasında anlamlı fark oluşmamıştır.

Tablo 15: Tedavi yöntemlerinin sagittal plan açılanma değerlerinin ortalamaları

	Toplam hasta sayısı	Açılanma olan hasta sayısı	<5°	5°<x<10°	>10°	Ortalama açılanma değeri (derece)	P DEĞERİ
Pelvipedal	26	4	4	0	0	0,77	
Şanz+pelvipedal	23	5	3	1	1	1,39	
TEN	30	1	1	0	0	0,17	
Plak-vida	44	2	1	1	0	0,30	
Total	123	12	9	2	1		0,117

Açılanma değerleri ile hastanın kırık geçirdiği yaş, kırık geçirdiğindeki kilosu, kilosunun kırık geçirdiği yaş grubuna göre persentil değeri, kırığın proksimal 1/3, shaft veya distal 1/3 te olması veya kırık şeklinin transvers, oblik, spiral, parçalı olması durumu, kırığın stabil/nonstabil olması, erkek veya kız cinsiyeti ve oluş

mekanizmasına göre yüksek enerjili veya düşük enerjili olması durumlarına göre istatistiksel olarak analizi yapılmış ve aralarında herhangi bir bağlantı bulunamamıştır.

4.10 Rotasyon

Rotasyon oluşumu yönünden tedavi yöntemleri arasında anlamlı fark oluşmuştur. İkili karşılaştırma testleri ile sonuçlar incelendiğinde bu farkı şanz uygulansa da uygulanmasa da pelvipedal açılama yapılan grubun oluşturduğu görülmüştür. Yani tedavi tercihi olarak şanz uygulamanın rotasyonu engellemediği belirlenmiştir. Plak veya ten uygulanan grupların ise rotasyona uğramama açısından daha olumlu sonuç verdiği anlaşılmıştır.

Tablo 16: Tedavi yöntemlerinin rotasyon açı değerlerinin ortalamaları

	Toplam hasta sayısı	Açılanma olan hasta sayısı	<5°	5°<x<10°	>10°	Ortalama rotasyon değeri (derece)	P Değeri
Pelvipedal	26	16	1	15	0	3,38	
Şanz+pelvipedal	23	20	3	16	1	4,52	
TEN	30	11	6	5	0	1,27	
Plak-vida	44	0	0	0	0	0	
Total	123	47	10	36	1	1,87	P<0,05

Oluşan rotasyon miktarı veya oluşup oluşmamasına göre karşılaştırmalar yapıldığında rotasyon derecesi ile yaş arasındaki korelasyon anlamlı bulunmamıştır.

Rotasyon derecesi ile kilo persentil, cinsiyet farkı, travmanın yüksek enerjili veya düşük enerjili olması, kırığın stabil-instabil olması veya kırık oluşan yerin proksimal 1/3, şaft veya distalde olması arasında da anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Tablo 17: Rotasyon miktarını etkileyen parametrelerin istatistiksel analizi

DEĞİŞKENLER	P DEĞERİ
YAŞ*ROTASYON MİKTARI	0,412
KG*ROTASYON MİKTARI	<0,05
KG/PERSENTİL*ROTASYON MİKTARI	0,093
CİNSİYET*ROTASYON MİKTARI	0,667
ENERJİ YÜKSEKLİĞİ*ROTASYON MİKTARI	0,133
STABİL/ANSTABİL*ROTASYON MİKTARI	0,813
KIRIK YERİ*ROTASYON MİKTARI	0,230
KIRIK ŞEKİLLERİ*ROTASYON MİKTARI	0,025

Ancak rotasyon derecesi ile kilo arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon olduğu, çocukta kilo azaldıkça rotasyon miktarının arttığı görülmüştür.

Kırık şekilleri arasında da rotasyon derecesi açısından anlamlı fark vardır. İleri testlerde bu farklılığın spiral türü kırıklarda olduğu görülmüştür. Yani spiral kırıklarda rotasyon oluşma oranı anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur.

4.11 Mobilizasyon Süreleri

Hastalar kısmi yükle ve tam yükle mobilize olma süreleri bakımından ayrı ayrı değerlendirildi ve pelvipedal grubunda şanz uygulanıp uygulanmama durumu dikkate alınmadı. Sonuçlar incelendiğinde kısmi yükle mobilizasyon süresinde anlamlı bir fark oluşarak en erken elastik intramedüller çivi uygulanan hastaların, sonrasında plak uygulanan grubun ve en son olarak da pelvipedal alçılama uygulanan grubun mobilize olduğu görüldü.

Tam yükle mobilizasyon süresi incelendiğinde ise anlamlı fark oluşmadığı tespit edildi.

Sonuç olarak tedavi yöntemleri arasında takiplerde elastik çivileme grubu daha erken harekete başlarken uzun süreli takipte aralarında bir fark olmadığı belirlendi (Tablo 18).

Tablo 18: Tedavi yöntemlerinin kısmi ve tam yükle ortalama mobilizasyon sürelerinin karşılaştırılması

Tedavi yöntemi	Kısmi mob. Ort. (hafta)	P değeri	Tam yükle mobilizasyon ortalaması (hafta)	P değeri
Pelvipedal	9,12		12,14	
Elastik çivileme	7,27		11,88	
Plak-vida	8,08		12,23	
		<0,05		0,518

4.12 Diğer Klinik Sonuçların Karşılaştırması

Tablo 19: Tedavi yöntemlerinin diğer klinik sonuçlarının karşılaştırılma tablosu

DİĞER KLİNİK SONUÇLAR	P değeri
Operasyon süresi*tedavi yöntemi	<0,05
Hastane yatış süresi*tedavi yöntemi	<0,05
Atel/alçıda kalma süresi*tedavi yöntemi	<0,05
Eklem hareket açıklığı*tedavi yöntemi	0,518
Uyluk çap farkı*tedavi yöntemi	<0,05
Kas gücü*tedavi yöntemi	0,518

Diğer klinik sonuçlar için bakıldığında; farklı tedavi uygulamaları sonrasında kas gücü ve eklem hareket açıklığı anlamlı bir fark oluşturmamıştır.

Operasyon süresi karşılaştırmaları yapıldığında anlamlı fark oluşmuş ve bunun nedeni plak-vida uygulanan ameliyatlarda sürenin uzaması olarak görülmüştür(Tablo 20).

Tablo 20:Tedavi yöntemlerinin ameliyat süreleri

	Toplam hasta sayısı	En kısa ameliyat süresi(dk)	En uzun ameliyat süresi(dk)	Ortalama ameliyat süresi(dk)	P DEĞERİ
Pelvipedal	26	30	120	65,5	
Şanz+pelvipedal	23	30	90	55,8	
TEN	30	45	180	93,8	
Plak-vida	44	60	300	129,2	
Total	123				P<0,05

Atel veya alçıda kalma süreleri karşılaştırıldığında anlamlı bir fark oluşmuş ve bunun elastik intramedüller çivi uygulanan hastaların daha az atelde tutulması nedeniyle olduğu anlaşılmıştır(Tablo 21).

Tablo 21:Tedavi yöntemlerinin atel/alçıda kalma süreleri

	Toplam hasta sayısı	En az atelde/alçıda kalma süresi (hafta)	En fazla atelde/alçıda kalma süresi (hafta)	Ortalama atelde/alçıda kalma süresi (hafta)	P Değeri
Pelvipedal	26	6	12	9,5	
Şanz+pelvipedal	23	6	16	10,1	
TEN	30	0	12	6,1	
Plak-vida	44	4	10	7,3	
Total	123				P<0,05

Uyluk çap farkları oluşmasının tedavi seçenekleri ile ilişkisi incelendiğinde ise farkın anlamlı olduğu ve bunun nedeninin plak uygulanan çocuklarda lateral grup kaslardaki atrofi olduğu düşünülmüştür.

Yatış süreleri karşılaştırıldığında ise anlamlı olarak plak uygulanan çocukların hastanede daha fazla yatış gerektirdiği istatistiksel olarak görülmüştür(Tablo 22).

Tablo 22:Tedavi yöntemlerinin hastanede kalma süreleri

	Toplam hasta sayısı	En az hastanede kalma süresi (gün)	En fazla hastanede kalma süresi (gün)	Ortalama hastanede kalma süresi (gün)	P Değeri
Pelvipedal	26	1	7	1,61	
Şanz+pelvipedal	23	1	23	1,82	
TEN	30	1	14	2,89	
Plak-vida	44	1	18	3,9	
Total	123				P<0,05

4.13 Kırığın fize uzaklığının kısıklık-uzunluk farkı, angulasyon ve rotasyon üzerine etkisi

Çalışmamızda kırığın oluştuğu seviyenin fize uzaklığının o anki total femur boyuna oranı ile bir değer bulunup bunun fizi etkileme yoluyla iyileşme sırasında uzunluk farkı, angulasyon ve rotasyon oluşumu üzerine olan etkisi incelenmiş ve ilişki anlamlı bulunamamıştır.

4.14 Plagın bitiş noktasının fize uzaklığının sonuçlar üzerine etkisi

Plak ucunun fizise olan uzaklığı, büyüme kıkırdığını etkilemek suretiyle diz eklemi bölgesinde bir valgus ya da varus açılanması oluşturur mu? Bu soruya cevap vermek için bu hastalarda lateral distal femoral açılar ölçülerek bahsedilen mesafeyle karşılaştırıldı. Ancak aralarında anlamlı bir ilişki bulunamadı.

4.15 İntramedüller elastik çivinin kemiğe giriş noktasının uzunluk farkı, açılanmalar ve rotasyon üzerine etkisi

İntramedullar elastik çivilerin giriş yerleri genellikle fiz hattının yaklaşık 2 cm kadar üstünden açılır. Ancak uygulama sırasında fizise daha yakın veya uzak kalınabilir. Çalışmamızda bu mesafenin fizisi ve buna bağlı olarak sonuçları ne kadar etkilediğini inceledik ve sonuç olarak elastik intramedullar çivinin fize giriş noktasının uzunluk farkına, koronal veya sagittal plandaki açılanmalara ve rotasyona herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna vardık (Tablo 23).

Tablo 23: TEN'in giriş yerinin diğer parametrelerle korelasyon analizi

Correlations							
			teningirişyerin infizeuzaklığı mm	uzunluk farkı	rotasyonderece esi	varus/valgus	rekurvatum/ante kurvatum
Spearman's rho	teningirişyerininfizeuzaklığı mm	Correlation Coefficient	1,000	-,030	-,093	,087	-,097
		Sig. (2-tailed)	.	,876	,626	,649	,609
		N	30	30	30	30	30
	uzunluk farkı	Correlation Coefficient	-,030	1,000	,148	-,327	,187
		Sig. (2-tailed)	,876	.	,434	,078	,323
		N	30	30	30	30	30
	rotasyonderecesi	Correlation Coefficient	-,093	,148	1,000	,335	,335
		Sig. (2-tailed)	,626	,434	.	,071	,071
		N	30	30	30	30	30
	varus/valgus	Correlation Coefficient	,087	-,327	,335	1,000	-,034
		Sig. (2-tailed)	,649	,078	,071	.	,856
		N	30	30	30	30	30
	rekurvatum/ante kurvatum	Correlation Coefficient	-,097	,187	,335	-,034	1,000
		Sig. (2-tailed)	,609	,323	,071	,856	.
		N	30	30	30	30	30

4.16 Diğer Komplikasyonlar

Hastaların hiç birinde yukarıda ifade edilenler dışında, kalıcı enfeksiyon, damar ya da sinir yaralanması gibi komplikasyonlar görülmedi.

4.17 Flynn kriterlerine göre değerlendirme

Tedavi yöntemlerimizin Flynn kriterlerine göre sonuçları değerlendirildiğinde;

123 hastamızın 101 tanesi (%82) mükemmel sonuç, 13 tanesi (%11) iyi sonuç, 9 (%7)tanesi ise kötü sonuç olarak yorumlanmıştır.

Bu kriterlere göre tedavi yöntemleri birbirleriyle karşılaştırıldığında ise sonuçlar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (tablo 24).

Tablo 24: Flynn kriterlerine göre sonuçlar

SONUÇ	Kötü	İyi	Mükemmel
Pelvipedal alçılama	3	0	23
Şanz+ ppa	2	3	18
Elastik imç	0	3	27
Plak-vida	4	7	33
TOPLAM	9	13	101

5.VAKA SUNUMLARI

ÖRNEK VAKA 1:

M.Y.O 2 yaşında erkek çocuk ev içi düşme sonrası sol femur shaftında spirooblik kırık ile acil servise başvurdu.



Şekil 46: Tedavi öncesi radyografi

Sonrasında aynı gün açlık süresinin dolmasının hemen ardından ameliyathaneye alınmış ve redüksiyon sonrası erken dönemde pelvipedal alçılama yapılmıştır.



Şekil 47: Pelvipedal alçılama sonrası uyluk AP ve yan grafisi

Operasyon sonrası 2. ayda kontrole gelmiş olan hastanın kontrol grafisi çekilmiş ve mobilizasyonuna izin verilmiştir.



Şekil 48: Pelvipedal alçı sonrası 2. Ayda kontrol uyluk AP ve yan grafisi

Hastamız alçılama sonrası 8. Yılda kontrole gelmiş ve kontrol grafisi çekilmiş sonucu uzunluk farkı, açılanmaları ve ağrı düzeyi değerlendirilmiş ve mükemmel olarak yorumlanmıştır.



Şekil 49: Alçılama sonrası 8. Yılda kontrol uyluk AP ve yan grafisi

ÖRNEK VAKA 2:

S.M.G, 5 yaş erkek hasta ev içi düşme sonrası femurun distal 1/3'ünde non stabil bir kırık oluşması nedeniyle hastanemize başvurdu. İlk grafileri çekildikten sonra atele alındı.



Şekil 50: Ameliyat öncesi uyluk grafisi

Sonrasında preoperatif hazırlıklar tamamlandıktan sonra ameliyathaneye alındı. Öncelikle steril yıkanma sonrası povidon iyot ile boyanma ve örtünme işlemleri gerçekleştirildi. Femur distal hattan 1 adet 4mmlik şanz çivisi geçildi ve bunun üzerinden redüksiyon sağlanıp sonrasında pelvipedal alçılama uygulandı.



Şekil 51: Ameliyat sonrası uyluk AP ve yan grafisi

Hastamızın 2. ayda poliklinikte alçısı ve şanz çivisi çıkarıldıktan sonra mobilizasyonuna izin verildi. Takiplerinde herhangi bir problem olmayan hastamızın postoperatif 4. Yılda kontrol grafisi ve klinik muayenesi mükemmel olarak yorumlandı.



Şekil 52: Ameliyat sonrası 4. Yılda kontrol uyluk AP ve yan grafisi

ÖRNEK VAKA 3:

F.S.S , 9 yaş erkek hasta, araç içi trafik kazası sonrası sağ femur shaftta kırık ile tarafımıza başvurdu. Acil serviste ek travma tetkikleri ile birlikte değerlendirilip ilgili konsültasyonları tamamlanınca uzun bacak atele alındı ve servise yatışı sağlandı.



Şekil 53: Ameliyat öncesi uyluk AP ve yan grafi

Sonrasında ameliyat hazırlıkları tamamlandıktan sonra ameliyata alındı. Lateral insizyonla müdahale edilen kırığa 8 delikli plak uygulandı ve ameliyat sonrası uzun bacak atele alındı.



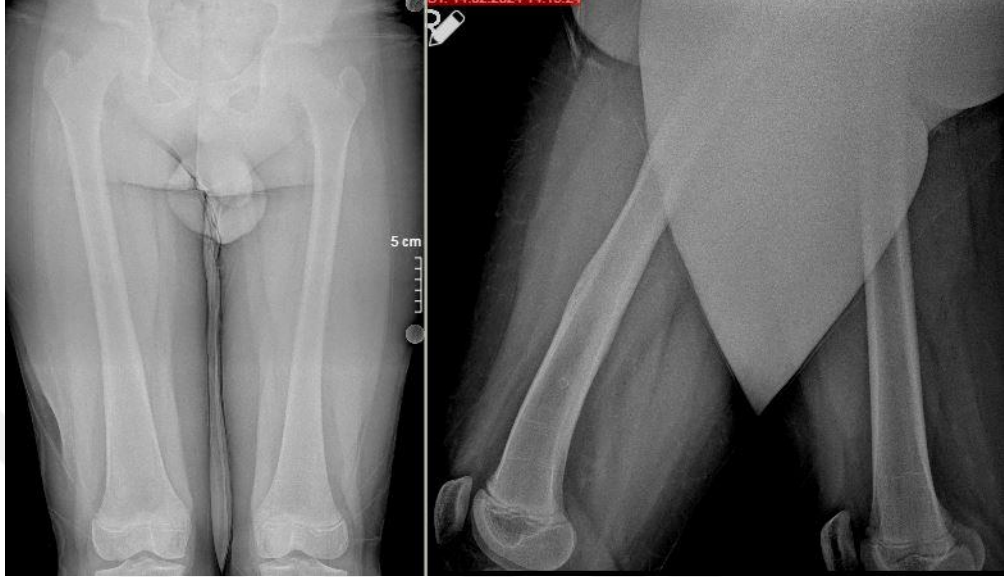
Şekil 54: Ameliyat sonrası uyluk AP ve yan grafisi

Hastamızın kontrollerinde herhangi bir komplikasyon görülmedi ve 6 hafta sonra atelin sonlandırılması sonrası kısmi mobilizasyona izin verildi. 2,5 ay sonra tam yük ile mobilize olmasına izin verildi. Sonrasında postoperatif 2. yıl dolduğunda plak çıkarma işlemi uygulandı ve kontrol grafileri çekildi.



Şekil 55: Ameliyat sonrası 2. yılda plak çıkarımı sonrası kontrol uyluk AP ve yan grafisi

Hastamız operasyondan sonra 4. yılda kontrole geldi ve Flynn kriterlerine göre değerlendirildiğinde bacak uzunluk farkı 17 mm olması ancak ağrı olmaması ve açısal bir deformite olmaması dolayısıyla ameliyat sonucu iyi olarak değerlendirildi.



Şekil 56: Ameliyat sonrası 4. yılda kontrol uyluk AP ve yan grafisi

ÖRNEK VAKA 4:

Ö.F.G, 10 yaş erkek hasta, araç içi trafik kazası sonrası sol femur shaftta transvers bir kırık hattı ile tarafımıza başvurdu. Hastanın ek travmaları değerlendirildikten sonra uzun bacak atele alındı ve servise yatırıldı.



Şekil 57: Ameliyat öncesi uyluk grafisi

Ameliyathane şartları uygun olduğunda ameliyata alındı ve intramedüller elastik çivi uygulanmasına karar verildi. Kırık hattının redüksiyonuna yardımcı olmak için birkaç santimetrelik insizyon ile girilerek redükte edildi ve çiviler uygulandı. Ameliyat sonrasında uzun bacak atele alındı.



Şekil 58: Ameliyat sonrası kontrol uyluk AP ve yan grafisi

Hastanın kontrollerinde 2. Haftada sutureları alındı ve 4. Haftada ateli sonlandırılarak kısmi mobilizasyonuna izin verildi. 6 haftada tam yükte mobilize edildi. Sonrasında postoperatif 5. Ayda elastik çiviler çıkarıldı.



Şekil 59: Ameliyat sonrası 5. ayda kontrol uyluk AP ve yan grafisi

Hastamızın ameliyat sonrası 6. Yılda geldiği kontrolde uzunluk farkı, angulasyon ve ağrı kriterlerine göre sonucu mkemmek olarak değerlendirildi.



Şekil 60: Ameliyat sonrası 6. yılda kontrol uyluk AP ve yan grafisi

6. TARTIŞMA

Çocukluk çağında yaşanan femur shaft kırıklarının tedavi yönetiminde pavlik bandaj, pelvipedal alçılama, intramedüller elastik veya rijit çivileme, eksternal fiksatörler ve plak vida seçenekleri mevcuttur. Hastanın yaşı, kırığın şekli, ailenin sosyoekonomik seviyesi ve diğer birçok faktör göz önünde bulundurularak tedavi seçenekleri değerlendirilir ve hastaya en uygun yönetime karar verilir.

Çalışmamızda yer alan toplam 123 hastanın 79(%64) tanesi erkek çocuk iken 44'ü(%36) ise kız olarak tespit edilmiştir. 2018 yılında Andrew T. Chen ve arkadaşları yaptığı derlemede erkek çocuk oranını %76 bulurken(48); 2020 yılında Zandra Engström ve arkadaşları İsveç'te yaklaşık 709 femur kırıklı çocuk üzerinde yaptığı çalışmada erkek oranını %64 olarak bulmuşlardır(49). Buradan çıkardığımız sonuç erkek çocukların literatürde de olduğu gibi daha fazla kırık geçirme ihtimali olduğu, erkeklerin daha hareketli ve oyun seçimlerinin kız çocuklarına göre daha farklı türde olmasının bu sonucu doğruduğunu düşünmekteyiz.

Hastalarımızdaki kırıklar oluşum sebeplerine göre incelendiğinde; basit düşme %41, araç içi ve dışı trafik kazaları %35, yüksekten düşme ise %17 oranında tespit edilmiştir. Diğer sebepler ise yaklaşık %8'e denk gelmektedir. 2021 yılında Glen Zİ Qiang ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da %35 ile düşme ilk sırada gelirken, %33 ile trafik kazaları onu takip etmiştir(38).

Çalışmamızdaki kırıklar şekillerine göre gruplandırıldığında; transvers kırıkların 64 adet (%52), oblik kırıklar 33(%27), spiral kırıklar 15 (%12), ve parçalı kırıkların ise 11 adet (%8) olduğu görülmüştür. 2017 yılında Di Lu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da 88 hastanın 44'ü (%50) transvers kırık iken 35'i (%40) oblik 9'u (%10) ise spiral türde gelişmiş kırıklardır. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı gibi; çalışmadaki bulgular literatürdeki çalışmalarla benzer demografik veriler içermektedir(50).

Tedavi yöntemleri karşılaştırılmalarında öncelikle baktığımız konulardan ikisi; ameliyat olma sayısı ve hastanede yatış süresidir. Bunlar zaten birbiri ile bağlantılı iki konudur. Sonuçlar değerlendirildiğinde plak uygulanan hastalarımızın tekrar ameliyathanede plak çıkarma işlemi yapılması ile ortalama ameliyat olma sayısı 1,5'a yükselmiştir. Plak uygulama ve çıkarılmasındaki cerrahinin büyüklüğü nedeniyle hastanede yatış süreleri ortalama 3.91 gün ile diğer yöntemlerden daha fazla

bulunmuştur. Bu nedenle plak uygulanan hastalarda tedavi maliyetlerinin ve sağlık personeli iş gücü kaybının daha yüksek olması kaçınılmaz olmuştur. Literatür incelendiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde eskiden serviste uzun süre traksiyon uygulamaları sonrası pelvipedal alçı uygulama yönteminin tedavi maliyetini önemli oranda artırdığı görülmektedir. Günümüzde artık 3 cm üzerinde ve redüksiyonu kontrol edilemeyecek kırıklarda uygun görülürken bu yöntem, bizim kliniğimizde pek uygulanmayıp erken alçılama yöntemi tercih edilmektedir. Litaratür tarandığında; örneğin Suzanne Yandow ve arkadaşlarının 246 hastada yaptığı çalışmada; traksiyonda yatışı yapılarak takip edilip sonra pelvipedal alçı uygulanan ve erken alçılama yapılan hastaların taburculuk sürelerini karşılaştırılmış, ortalama 17,3 güne karşı 2,2 gün gibi büyük bir fark çıkmıştır(51). Bu sebeple artık hastanede yatış ve takip süresinin en uzun plak uygulama tedavisinde olduğu söylenebilir. Litaratür incelendiğinde Allen Jerad ve arkadaşlarının 65 hasta üzerinde yaptığı bir çalışmada elastik çivi ve plak uygulanan hastaların yatış süreleri arasında bir fark olmadığı belirtilmiştir(52). 112 hastayı içeren 3 çalışmayı inceleyen Robert Taylor Strait ve arkadaşları ise elastik çivi yapılan hastaların anlamlı bir şekilde plak uygulananlara göre daha az hastanede yattıklarını ve bunun ağrı ve kanama kontrolüne bağlı olduğunu söylemişlerdir(53). Robert Lewis ve arkadaşlarının 73 çocukla yaptıkları çalışmada erken pelvipedal alçılama uygulanan çocukların bizim çalışmamızda da olduğu gibi elastik intramedüller çivilemeye göre daha erken taburcu oldukları gösterilmiştir(54).

Çalışmamızda dikkat ettiğimiz alanlardan bir diğeri ekstremitelerde uzunluk farkının oluşması ve sebeplerini incelemektir. Bunu kısalık oluşması veya uzunluk oluşması şeklinde alt kategorilere ayırdık. Kırık oluşan alt ekstremitelerde kısalık oluşması üzerine değerlendirme yapıldığında klinik gözlemler sırasında pelvipedal alçılama (PPA) uygulanan hasta grubunun bir kısmında rotasyonu ve kısalığı engellemesi açısından femur distal hattan geçilen şanzın uzun vadede sonuçları etkilemiş olabileceği düşünülmüş ve ayrı bir grup olarak kabul edilip; erken pelvipedal alçılama uygulanan hastalar şanz uygulanmış ve uygulanmamış olarak 2 alt gruba ayrılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Kısalığa göre değerlendirildiğinde;

Brandon A. Ramo ve arkadaşları 262 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada elastik intramedüller çivi ve pelvipedal alçıyı karşılaştırmış ve alçı grubunda çivi grubuna göre 10mm üzeri kısalık oluşumunu daha fazla bulmuş, 20mm üzerinde ise anlamlı bir fark oluşmadığını görmüşlerdir(55). Nicolas Jauquier ve arkadaşlarının 46 çocukla yaptığı çalışmada da 20mm'den fazla kısalık gelişmesi açısından anlamlı bir fark oluşmadığı görülmüştür(56).Fabiano Prata ve arkadaşları ise 60 çocuk üzerinde yaptıkları çalışmada intramedüller çivi grubunda ortalama 2,5mm pelvipedal alçı grubunda ise 11mm kısalma görmüş ancak aradaki farkı anlamlı bulmamışlardır(57).

Kyeon-Hyeon Park ve arkadaşları 87 çocuk üzerinde yaptıkları çalışmada plak ve intramedüller elastik çiviye karşılaştırmış ve kısalık açısından aralarında anlamlı bir fark bulamamışlardır(58).

Tae Gyun Kim ve arkadaşları 72 hastayı içeren çalışmalarında pelvipedal alçılama, elastik intramedüller çivileme ve plaklamayı karşılaştırmış pelvipedal alçılama yapılan hastalarda anlamlı şekilde daha fazla kısalık oluştuğunu bulmuşlardır(59).

Literatürde farklı yorumlarla karşılaşmış olsak da, bizim çalışmamızdaki pelvipedal alçılamanın şanzlı veya şanzsız uygulanması, plak veya elastik intramedüller çivileme tedavileri arasında kısalık oluşması bakımından anlamlı fark oluşmuş ve en fazla kısalık oluşumu şanz uygulanmayan pelvipedal alçı grubunda ortaya çıkmıştır. Kısalık oluşumu açısından intramedüller elastik çivi uygulanan grup şanzlı pelvipedal alçı grubu ile karşılaştırıldığında yine anlamlı fark oluşmuştur. Buradan çıkaracağımız sonuç tedavi yöntemleri arasında eğer pelvipedal alçılama uygulanacaksa şanz kullanımının kısalık oluşmasını anlamlı bir şekilde azalttığı ancak yine de elastik çivilemeye göre daha kötü sonuca yol açtığı söylenebilir. Kısalık oluşturmama açısından en güvenilir yöntem ise plak uygulamadır.

Uzunluğa göre değerlendirildiğinde;

Fabiano Prata ve arkadaşları 60 çocuk üzerinde yaptıkları çalışmada intramedüller çivi grubunda ortalama 6 mm pelvipedal grupta ise 10 mm uzama görmüş ancak aradaki farkı anlamlı bulmamışlardır(57).

Kyeon-Hyeon Park ve arkadaşları 87 çocuk üzerinde yaptıkları çalışmada plak ve intramedüller elastik çiviye karşılaştırmış ve plağın çiviye göre daha fazla uzunluk oluşturduğunu bulsa da aralarında anlamlı bir fark tespit edememişlerdir(58).

Tae Gyun kim ve arkadaşları 72 hastada yaptıkları çalışmada; pelvipedal alçılama ortalama 4,2mm, elastik intramedüller çivilemede 9,2 mm ve plaklama sonucunda 10,5mm uzama olduğunu görmüşler fakat bu sonuçlar arasında anlamlı bir fark oluşmadığını söylemişlerdir(59).

Yi Luo ve arkadaşları 2015-2017 yılları arasında toplam 56 hastada elastik çivi ve plak uygulamış ve 20mm'nin üzerinde uzunluk farkını anlamlı kabul ederek karşılaştırma yapmış ve iki yöntem arasında anlamlı fark bulamamışlardır(60). Hae-Ryong Son ve arkadaşları ise 46 çocukta yaptıkları retrospektif çalışmada pelvipedal alçı ile elastik intramedüller çiviler arasında uzama miktarında artış oluşumu açısından anlamlı fark bulamamıştır(61).

Bizim çalışmamızda da uzunluk oluşumu açısından şanz uygulanmış ve şanz uygulanmamış olan pelvipedal alçılama 2 ayrı grup olarak kabul edilerek dört tedavi yöntemi arasında karşılaştırma yapılmıştır. Dört grup içerisinde anlamlı olarak en fazla uzama oluşan grubun plak uygulanan grup olduğu görülmüş ancak genel olarak bu uzamanın hastanın kliniğine olumsuz olarak yansımalarının çok nadir olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca şanz uygulanan ve uzama görülen pelvipedal alçılama sayısının şanz uygulanmayan pelvipedal alçılama anlamlı olarak daha fazla çıktığı belirlenmiştir. Şanzlı pelvipedal alçı tedavisi kısalık oluşumu açısından az riskli iken uzunluk oluşumunun şanz uygulanmamış pelvipedal alçı grubuna göre daha fazla olduğu ve tedavi uygulamaları sırasında bunun dikkate alınması gerektiği görülmüştür. Farklı bir açıdan bakıldığında; elastik intramedüller çivi uygulanan hasta grubunun hem kısalık oluşumu hem de uzama açısından diğer tedavi yöntemlerine göre daha kabul edilebilir sonuçları olduğu dikkat çekmiştir.

Michael J Heffernan ve arkadaşları 215 hastada yaptığı çalışmada, PPA uygulanan grupla elastik çivileri karşılaştırdığında; alçı yapılan hastalarda hem sagittal hem de koronal düzlemde daha fazla açılanma olduğunu buldu. Ancak açılanma miktarının kabul edilir sınırlar içinde kaldığını ve sonrasında herhangi bir tedavi gerektirmediğini belirtmişlerdir(62). Brandon A. Ramo ve ark. 262 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada

elastik intramedüller çivi ve pelvipedal alçıyı karşılaştırmış, koronal ve sagittal plandaki açılanmalar arasında anlamlı fark görmemişlerdir(55). Hae-Ryong Son ve ark. ise 46 çocukta yaptıkları retrospektif çalışmada pelvipedal alçı ile elastik intramedüller çiviler arasında koronal ve sagittal plandaki açılanmaların ortalama açısından anlamlı bir fark bulmasa da, ciddi açısal fark oluşmuş 3 çocuğun hepsinin pelvipedal alçı grubunda meydana geldiğini belirtmişlerdir(61).

Yi Luo ve arkadaşları 2015/2017 yılları arasında toplam 56 hastada elastik çivi ve plak uygulamış ve bunların sonucunda koronal ve sagittal planda herhangi bir anlamlı açılanma farkı bulmamışlardır(60). Jin li ve arkadaşları da 112 hastada yaptıkları çalışmada elastik intramedüller çivi ve plak arasında angulasyon oluşturma açısından anlamlı bir fark görememişlerdir(63).

Bizim çalışmamızda da açılanmalar koronal ve sagittal planda olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiş ve ona göre yorumlanmıştır. Koronal planda yapılan karşılaştırmalarda şanz uygulanmadan yapılan pelvipedal alçılamanın ortalama açısı 0,23 derece, şanz uygulanmış pelvipedal alçılamanın 0,57, intramedüller elastik çivinin 0,33, plak vida uygulanan hastaların ise 1,39 derece olarak bulunmuştur. Sagittal planda yapılan karşılaştırmalarda ise şanzsız pelvipedal alçılamanın ortalama açısı 0,77 derece, şanzlı PPA 1,39, intramedüller elastik çivinin 0,17, plak vida uygulanan hastaların ise 0,3 derece olarak bulunmuştur. Koronal planda da sagittal planda da yapılan karşılaştırmalarda dörtlü ayrı grup olarak değerlendirildiğinde literatüre benzer şekilde anlamlı bir fark oluşmamıştır.

Hae-Ryong Son ve arkadaşları 46 çocukta yaptıkları retrospektif çalışmada kırık yerinin açılanmaya olan etkisini de kontrol etmiş ve proksimal kırık olan grupta daha fazla açılanmalar olduğunu ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığını söylemişlerdir(61). Bizim çalışmamızda da oluşmuş olan açılanmalar ile hastanın kırık geçirdiği yaş, hastanın kırık geçirdiğindeki kilosu, kilosunun kırık geçirdiği yaş grubuna göre persentil değeri, kemikte seviyesine göre proksimal 1/3, shaft veya distal 1/3 te olması veya kırık şeklinin transvers, oblik, spiral, parçalı olması durumu, kırığın stabil/nonstabil olması, erkek veya kız cinsiyeti ve oluş mekanizmasına göre yüksek enerjili veya düşük enerjili olması durumları arasında istatistiksel olarak analiz yapılmış ve aralarında herhangi bir bağlantı bulunamamıştır.

Yi Luo ve arkadaşları 2015-2017 yılları arasında toplam 56 hastada elastik çivi ve plak uygulamış ve bunların sonucunda anlamlı bir rotasyon farkı bulmamışlardır(60).

Aktekin ve arkadaşları da 21 intramedüller elastik çivi uyguladıkları hastanın sonuçlarını takip etmişler ve hiçbirinde rotasyonel deformite tespit etmemişlerdir(64). Ancak Govindh Singh ve arkadaşları 26 çocukta yaptıkları çalışmada elastik intramedüller çivilerin hiçbirisi 10 dereceden fazla olmasa da plakla karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha fazla rotasyona sebep olduğunu belirtmişlerdir(65).

Lea Bopst ve arkadaşları pelvipedal alçılama ve intramedüller çivi uygulamasının karışık olduğu 73 olguluk bir grup üzerinde yaptıkları çalışmada; sadece bir adet rotasyonel deformite görmüş, onun da anlamsız olduğunu kabul etmişlerdir(66). John Ferguson ve arkadaşları da 101 hastada yaptıkları çalışmada erken pelvipedal alçılama yapılan 101 hastanın 7'sinde rotasyon tespit etmiş ancak sadece bir hastada 10 dereceden fazla rotasyonla karşılaşmışlardır(67).

Rotasyon yönünden, bizim yöntemlerimizi karşılaştırdığımızda; şanz uygulanmış olsa da olmasa da anlamlı bir şekilde daha fazla rotasyonla karşılaştığımız grubun pelvipedal alçılama grubu olduğunu söyleyebiliriz. Hatta aşıkare derecede içe basması ve 35 derece rotasyonu olan hastamızın şanz uygulanan bir pelvipedal alçılama hastası olduğunu belirtmek isteriz. Diğer tedavi yöntemleri açısından bakıldığında; plak uygulanan veya elastik intramedüller çivileme ile tedavi edilen hasta gruplarının rotasyona uğramama açısından daha şanslı olduğu görülmüştür. Ancak yine de hastaların klinik muayeneleri sırasında dikkat çeken bir durum, hatta 30 derecenin üzerinde anlamlı derece rotasyona uğramış tek bir hastamız da dahil olmak üzere, hastaların hiçbirinin şikayeti olmadığıdır. Buradan bahsi geçen dört yöntemle tedavi edilen hastalarda oluşan rotasyonun klinik olarak yansımalarının çok az olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Literatüre bakıldığında; Keskin ve arkadaşlarının 50 hasta üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada, ayak ilerleme açılarını takip ettikleri rotasyonel deformitesi olan femur kırıklı çocukların yaklaşık 6 yıl sonunda hiçbir şikayetlerinin olmadığını görmüşlerdir(68).

Ayrıca, bizim hastalarımızdan düşük kilolu olan çocuklarda, anlamlı olarak rotasyonun daha fazla gerçekleştiği görülmüş, daha küçük olan çocuk grubunda pelvipedal

alçılama yönteminin fazla kullanılmasının buna yol açmış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Ali A. Siddiqui ve arkadaşları 58 hastada yaptıkları çalışmada özellikle spiral ve parçalı kırıklar ile oblik ve transvers kırıkları 2 ayrı grup olarak ayırmış ve komplikasyonlar açısından karşılaştırdığında anlamlı bir fark bulamamışlardır(69). Fei Qiao ve arkadaşları da 34 hasta arasında yine aynı şekilde hastaları kırık şekillerine göre 2 ayrı gruba ayırmış ancak komplikasyon açısından herhangi bir anlamlı fark olmadığını belirtmişlerdir.(70). K.J Aurier ve arkadaşlarının 50 hasta üzerinde yaptıkları 30 yıllık retrospektif çalışmada oluşan kırık şekillerinin spiral, transvers veya oblik olmasının veya hastanın kırık geçirdiği yaşı rotasyon oluşması ile anlamlı bir sonucunun olmadığını söylemişlerdir(71). Bizim çalışmamızda ise spiral kırıklarda anlamlı bir şekilde daha fazla rotasyon oluştuğu ortaya çıkmıştır.

Michael J. Heffernan ve arkadaşları 215 hastada yaptığı çalışma sonrasında elastik çivi uygulanan hastaların PPA uygulanan hastalara göre daha kısa sürede mobilize olduklarını ve tam aktivitelerine dönüş yaptıklarını buldu(62). Say ve arkadaşları da 48 hastayla yaptıkları çalışmada elastik çivileme grubunun pelvipedal alçılama grubuna göre daha erken mobilize olduğunu tespit etmişlerdir(72).

Sean A. Suthpen ve arkadaşları ise 198 hastada yaptıkları çalışmada plak uygulanan hastaların elastik intramedüller çivi uygulanan gruba göre daha erken tam yükte mobilize olduklarını savunmuşlardır(73). Ayrıca Singh Abhinav ve arkadaşlarının 805 hastayı kattıkları bir meta analiz sonucuna göre plak uygulanan hastaların mobilizasyon sürelerinin intramedüller elastik çivi uygulanan gruba göre daha erken olduğunu ileri sürmüşlerdir(74).

Biz hastalarımızı kısmi ve tam yükte mobilize olmak üzere iki farklı şekilde değerlendirdik. Sonuçlar incelendiğinde kısmi yükte mobilizasyon süresinde anlamlı bir fark oluşarak en erken elastik intramedüller çivi grubunda olduğu, onu plak ve en son olarak PPA uygulanan hastaların takip ettiği belirlenmiştir. Tam yükte mobilizasyon süresi ve varsa okul hayatına dönüş yönünden ise gruplar arasında anlamlı fark oluşmadığı görülmüştür.

Bu konuyla bağlantılı olarak atel/alçıda kalma süreleri de karşılaştırıldığında intramedüller elastik nail uygulanan hastalarımızın daha az süre ile atel-alçıda kalmış

olduğu görülmüştür. Zaten erken mobilizasyonla bu sonucun ilişkili olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak tedavi yöntemleri arasında takiplerde elastik çivileme grubu daha erken harekete başlarken uzun süreli takipte aralarında bir fark olmadığı görüldü. Ancak bu veriler alınırken hasta yakınlarından da bilgi alındığı için veri güvenliğinin kısmi olarak objektif olduğunu belirtmek isteriz.

Say ve arkadaşları 48 hastada pelvipedal alçılama yaptıkları gruba elastik intramedullar çivi uyguladıkları grubu karşılaştırmış ve dizde eklem hareket açıklığı karşılaştırmasında alçılama yaptıkları grubun daha iyi sonuçları olduğunu söylemişlerdir. Uzun vade sonuçlarının olmaması ve istatistiğin anlamlı bulunmasına rağmen hasta sayısının az olması nedeniyle kendileri de sonucu minimal fark olarak yorumlamışlardır(72). Çağlar ve arkadaşları ise 40 hastada yaptıkları çalışmada plak ve intramedüller elastik çivi uygulanan 2 grup arasında eklem hareket açıklığı arasında fark görmemişlerdir(75). Biz de çalışmamızda kalça ve diz eklem hareket açıklıklarını karşılaştırdığımızda kısa vadede elastik çivi uygulanan grupta diz eklem hareket açıklıklarında minimal kısıtlanma şikayetleri yaşandığını görsek de, uzun vade sonuçlarında aralarında anlamlı bir fark oluşmadığını belirledik.

Donglai Hu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada elastik intramedüller çivilerin ameliyat süresini plakla karşılaştırmış ve plak uygulamalarında anlamlı olarak daha uzun olduğunu bulmuşken(76), Deeptiman James ve arkadaşları 40 çocukta yaptıkları çalışmada ameliyat sürelerinin benzer olduğunu savunmuştur(77). Yine aynı şekilde Çağlar ve arkadaşları da 40 hastada yaptıkları çalışmada ameliyat süreleri arasında anlamlı bir fark görememişlerdir(75). Bizim çalışmamızda operasyon süreleri karşılaştırması yapıldığında plak uygulanan hasta grubunun operasyon sürelerinin anlamlı olarak diğer tedavi yöntemlerine göre uzun olduğu görülmüş ve çoğunlukla bu durum 2 ayrı nedene bağlanmıştır. İlk neden; plak uygulaması submuskuler uygulamalar dışında geleneksel yöntemlerle yapıldığında, insizyon ve sonrasında yapılan sütürasyon işlemlerinin ameliyat süresini önemli ölçüde artırdığı; diğer neden olarak da plak uygulanan hastaların çoğunun plak çıkarılma operasyon sürelerinin de toplam ameliyat sürelerine katılması sebebiyle ameliyathanede geçen sürenin anlamlı olarak artmasına sebep olduğu görülmüştür.

Damholt ve arkadaşlarının 77 hasta üzerinde uyluk çap farkı ve kas gücü değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; tedavi yöntemlerini karşılaştırmamış olsalar da kırık geçirilen tarafta anlamlı olarak kas gücü ve uyluk çapında azalma tespit etmişlerdir(78). Stoneback ve arkadaşları ise 10 hastada yaptıkları çalışmada kas gücü açısından karşılaştırma yapıldığında uzun süre takip sonrasında herhangi bir fark kalmadığını belirtmişlerdir(79). Bizim çalışmamızda da hastalar 2 açıdan değerlendirilmiştir. Uyluklar arası çap farkı karşılaştırmasında; sadece plak uygulanan grupta istatistiksel olarak anlamlı bir atrofi olduğu, diğer üç tedavi yönteminde belirgin bir çap farkı oluşmadığı ayrıca bütün hastalarda anlamlı bir kas gücü kaybı ortaya çıkmadığı tespit edilmiştir.

Ar ve arkadaşları 15 çocukta yaptığı çalışmada kırık oluşan bölgenin, femur büyümesi ile anlamlı bir ilişkisini bulamamıştır(80). Heywort ve arkadaşları 117 hastada yaptığı çalışmada ise distal bölge kırıklarının özellikle valgus olmak üzere açılanmalara daha fazla yol açtığını söylemişlerdir(81). Bizim yaptığımız çalışmaya, özellikle femur distal kırıklarını değil, şaft bölgesinin 1/3 distal kırıklarını aldığımızı hatırlatmak isteriz. O açıdan baktığımızda, fiz hattını içeren ve hatta çok yakın olan kırıkların çalışmamızda olmadığı açıktır. Bazı yayınlarda, fize yakın kırıkların iyileşme sürecinde veya cerrahi insizyonlara bağlı olarak artan kan akımının büyümeyi etkileme durumundan bahsedilse de, çalışmamızda kırıkların proksimal veya distal fize uzaklığının toplam femur boyuna oranlanması sonucu ortaya çıkan rakamlar birbiriyle karşılaştırılmış sonuç olarak kırığın fize uzaklığının, fiz hasarı olmamak şartı ile, uzunluk farkı, rotasyon ve açılanma üzerine etkili olmadığı görülmüştür.

Heywort ve arkadaşlarının 117 hastada yaptığı çalışmada, plağın bitiş noktasının fiz hattına uzaklığının dizde valgus oluşumuna etkisi araştırılmış ve fize yakın plak bitiş noktasının anlamlı bir şekilde valgusa sebep olduğu belirtilmiştir(81). Stoneback ve arkadaşlarının femur şaft kırığı olan ve plak uyguladıkları 10 hastada, lateral distal femoral açıda anlamlı olarak bozulma tespit etmemişlerdir(79). Bizim çalışmamızda; plak uyguladığımız hastalarda plağın bitiş noktasının fize uzaklığının lateral femoral açı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çeşitli yayınlarda, intramedüller esnek çivilerin fiz hattından uzak kalarak uygulanması gerektiğinden bahsedilmişse de özellikle yakınlık-uzaklık farkından

dolayı yaşanmış komplikasyonlara yönelik herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Bizim hastalarımızda genellikle fiz hattının 2 cm üstünden giriş noktası belirlense de, az veya çok farklılıkların yaşandığı durumlar olduğu görülmüştür. Yaptığımız istatistiksel çalışmalar sonucunda intramedullar elastik çivinin fize giriş noktasının ekstremiteler arasında gelişecek uzunluk farkına, koronal veya sagittal plandaki açılanmalara ve oluşan rotasyonlara herhangi bir anlamlı etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonucun, cerrahi işlem sırasında büyüme kıkırdağına zarar vermediği sürece geçerli olacağı aşîkârdır.

Flynn kriterlerine (Tablo 3) göre tedavi sonuçlarımız değerlendirildiğinde 123 hastamızın 101 tanesinde (%82) mükemmel, 13'ünde (%11) iyi, 9'unda (%7) ise kötü sonuç elde edildiğı görülmüştür. Bajelidze ve arkadaşları 137 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada; Flynn kriterlerine göre değerlendirildiğinde, bizim çalışmamızla uyumlu olacak şekilde, %77 mükemmel, % 17 iyi ve %6 kötü sonuç bildirmişlerdir. Aynı çalışmada plak ve intamedüller çivi grupları arasında anlamlı bir fark oluşmadığı belirtilmiştir(82). Xuepeng Xu ve arkadaşlarının 35 çocukta, plak ve intramedüller çivi sonuçlarını aynı kriterlere göre karşılaştırmış ve iki grup arasında anlamlı bir fark bulamamıştır(83). Hae-Ryong Son ve arkadaşları ise 46 çocukta yaptıkları retrospektif çalışmada; pelvipedal alçı ile elastik intramedüller çiviler arasında Flynn kriterleri açısından yaptıkları değerlendirmede; sonuçların intramedüller çivide daha iyi olduğu kanaatine varmışlardır(61). Bizim çalışmamızda da tedavi yöntemlerinin sonuçlarının Flynn kriterlerine göre karşılaştırılmasında anlamlı bir fark oluşmamıştır.

7. SONUÇ

Çocukluk çağı femur shaft kırıklarının en çok basit düşme ve trafik kazaları sonrası meydana geldiği, daha çok 1/3 orta kısımda ve erkek çocuklarda görüldüğü tespit edilmiştir.

Bu kırıklarda tedavi seçenekleri; artık pek uygulanmayan, ağırlık uygulanarak yapılan traksiyon sonrasında uzun servis yatışlarını takiben pelvipedal alçılama kapsam dışı bırakıldığında, erken uygulanan şanzlı veya şanzsız pelvipedal alçılamalar, plak-vida uygulamaları ve intramedüller elastik çivilerdir. Bunların dışında uygulanan eksternal fiksator ve belli bir yaştan ve ağırlığın üstünde uygulanan rijit kilitli intramedüller çivilerin kullanım alanı ilk 12 yaş için oldukça sınırlıdır. Tedavi seçenekleri arasından, hastanın yaşı, kırığın şekli ve seviyesi, hastanın uyumu gibi parametreler değerlendirilerek uygun olana karar verilmelidir.

Pelvipedal alçılmalarda, diğer yöntemlere göre femurda daha fazla rotasyon ortaya çıktığı görülmüş olup bunun engellenmesinde ilave şanz uygulanmasının bir avantajının olmadığı belirlenmiştir. Pelvipedal alçılama yapılan hastalarda şanz uygulanmadığında ekstremitede kısalık ihtimalinin olabileceği, uygulandığında ise uzama riskinin artabileceği bilinmelidir. Elastik intramedüller çivileme uygulamaları plak vida yöntemine göre daha kısa ameliyat ve hastanede yatış süresi, erken mobilizasyon ve daha az ekstremitte uzunluk farkı oluşturma avantajlarına sahiptir. Plak uygulamalarında ise rotasyon riskinin ortadan kalktığı ancak ameliyat ve hastanede yatış sürelerinin uzun olduğu, uzun vadede ekstremitde uzama oluşma durumunun diğer tedavi yöntemlerine göre karşımıza daha fazla çıkacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Her tedavi yönteminin avantaj ve dezavantajlarını bilmek ve ileride karşılaşılabilecek komplikasyonlara karşı daha dikkatli davranmak gerekir. Çalışmanın geneline bakıldığında varılan sonuç; bu çağdaki femur kırıklarının tedavisinde uyguladığımız bu dört tedavi yönteminin ayrı ayrı avantaj ve dezavantajları bulunsa da, kemiğin remodelizasyon yeteneği sayesinde az komplikasyon, yüksek başarı ve hasta memnuniyeti oranlarına sahip olduğu görülmektedir. Hastayı tedavi eden hekimin hasta ve kırığın özelliklerini de dikkate alarak, alışkın olduğu ve kendini rahat hissedeceği bir yöntemi seçmesi uygun olacaktır.

8. KAYNAKLAR

1. Bridgman S, Wilson R. Epidemiology of femoral fractures in children in the West Midlands region of England 1991 to 2001. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 2004;86(8):1152-7.
2. Anderson WA. The significance of femoral fractures in children. *Annals of emergency medicine*. 1982;11(4):174-7.
3. Mutlu G. ANTİK KAYNAKLARDA İSKELET KIRIK VE ÇIKIKLARININ TEDAVİ YAKLAŞIMI. *Archivum Anatolicum-Anadolu Arşivleri*. 2021;15(2):431-64.
4. BUCHOLZ B. Fractures of the shaft of the femur. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 1996:1903-6.
5. Ed TsPOt. 2022.
6. Beaty JH. Femoral-shaft fractures in children and adolescents. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 1995;3(4):207-17.
7. Kakria H. Evolution in fracture management. *Medical Journal, Armed Forces India*. 2005;61(4):311.
8. Ransom AL, Sinkler MA, Nallamotheu SV. *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Femoral Muscles*. 2018.
9. Gomez BA, Miller M. D.: *Anatomy Review of Orthopedics P. 446-470 , Second Edition. Anatomy Review of Orthopedics P. 446-470 , Second Edition*. 1996.
10. Staheli LT. *Practice of pediatric orthopedics: Lippincott Williams & Wilkins*; 2006.
11. Bahney CS, Zondervan RL, Allison P, Theologis A, Ashley JW, Ahn J, et al. Cellular biology of fracture healing. *Journal of Orthopaedic Research®*. 2019;37(1):35-50.
12. Sheen JR, Mabrouk A, Garla VV. Fracture healing overview. *StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing*; 2023.
13. Yasuda H, Shima N, Nakagawa N, Yamaguchi K, Kinosaki M, Mochizuki S-i, et al. Osteoclast differentiation factor is a ligand for osteoprotegerin/osteoclastogenesis-inhibitory factor and is identical to TRANCE/RANKL. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1998;95(7):3597-602.
14. Ghiasi MS, Chen J, Vaziri A, Rodriguez EK, Nazarian A. Bone fracture healing in mechanobiological modeling: A review of principles and methods. *Bone reports*. 2017;6:87-100.
15. Kostenuik P, Mirza FM. Fracture healing physiology and the quest for therapies for delayed healing and nonunion. *Journal of Orthopaedic Research®*. 2017;35(2):213-23.
16. Crandall JR, Myers BS, Meaney DF, Schmidtke SZ. *Pediatric injury biomechanics: archive & textbook: Springer Science & Business Media*; 2012.

17. Jacobsen FS. Periosteum: its relation to pediatric fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 1997;6(2):84-90.
18. Jenny C, Abuse CoC, Neglect. Evaluating infants and young children with multiple fractures. *Pediatrics*. 2006;118(3):1299-303.
19. Calmar EA, Vinci RJ. The anatomy and physiology of bone fracture and healing. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*. 2002;3(2):85-93.
20. Shapiro F. Fractures of the femoral shaft in children: the overgrowth phenomenon. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1981;52(6):649-55.
21. Topaloğlu U, Ketani MA, Saruhan BG. Kemik doku ve kemikleşme çeşitleri. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2017;10(1):62-71.
22. Griffith JF, Tong MP, Hung HY, Kumta SM. Plastic deformation of the femur: cross-sectional imaging. *American Journal of Roentgenology*. 2005;184(5):1495-8.
23. Mabrey JD, Fitch RD. Plastic deformation in pediatric fractures: mechanism and treatment. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1989;9(3):310-4.
24. Atanelov Z, Bentley TP. Greenstick fracture. 2018.
25. Asokan A, Kheir N. Pediatric torus buckle fracture. 2020.
26. Ligier J, Metaizeau JP, Prévot J, Lascombes P. Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 1988;70(1):74-7.
27. Shemshaki HR, Mousavi H, Salehi G, Eshaghi MA. Titanium elastic nailing versus hip spica cast in treatment of femoral-shaft fractures in children. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2011;12:45-8.
28. Furlan D, Pogorelić Z, Biočić M, Jurić I, Budimir D, Todorčić J, et al. Elastic stable intramedullary nailing for pediatric long bone fractures: experience with 175 fractures. *Scandinavian journal of surgery*. 2011;100(3):208-15.
29. Mehlman CT, Nemeth NM, Glos DL. Antegrade versus retrograde titanium elastic nail fixation of pediatric distal-third femoral-shaft fractures: a mechanical study. *Journal of orthopaedic trauma*. 2006;20(9):608-12.
30. Nectoux E, Giacomelli M, Karger C, Gicquel P, Clavert J. Use of end caps in elastic stable intramedullary nailing of femoral and tibial unstable fractures in children: preliminary results in 11 fractures. *Journal of children's orthopaedics*. 2008;2(4):309-14.
31. 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? *JBJS*. 2005;87(8):1761-8.
32. Paley D, CATAGNI MA, ARGNANI F, VILLA A, BIJNEDETTI GB, CATTANEO R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1989;241:146-65.
33. McKeon K, Gordon JE. Pediatric femoral shaft fractures: Current and future treatment. *International Journal of Clinical Rheumatology*. 2010;5(6):687.

34. Kong H, Sabharwal S. External fixation for closed pediatric femoral shaft fractures: where are we now? *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2014;472(12):3814-22.
35. Zlowodzki M, Prakash J, Aggarwal N. External fixation of complex femoral shaft fractures. *International orthopaedics*. 2007;31:409-13.
36. Khoriaty A-a, Jones C, Gelfer Y, Trompeter A. The management of paediatric diaphyseal femoral fractures: a modern approach. *Strategies in trauma and limb reconstruction*. 2016;11:87-97.
37. Knapik DM, McCarthy C, Liu RW. Developmental patterns of the greater trochanter in skeletally immature patients. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2019;39(6):e412-e6.
38. Liao GZQ, Lin HY, Wang Y, Nistala KRY, Cheong CK, Hui JHP. Pediatric femoral shaft fracture: an age-based treatment algorithm. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2021;55:55-67.
39. Kuroki Y, Imamura R, Inoue H, Inoue T, Ebihara T, Nakamura K, et al. Gluteal compartment syndrome after femoral nail extraction: a case report. *Cureus*. 2023;15(4).
40. Hansen EL, Pedersen L, Lindberg-Larsen M. Akut kompartmentsyndrom. *Ugeskr Laeger*. 2021;183:V11200817.
41. Arslan H, Kapukaya A, Kesemenli C, Subasi M, Kayikçi C. Floating knee in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2003;23(4):458-63.
42. HOFFER MM, GARRETT A, BRINK J, PERRY J, HALE W, NICKEL VL. The orthopaedic management of brain-injured children. *JBJS*. 1971;53(3):567-77.
43. Wilkins KE. Principles of fracture remodeling in children. *Injury*. 2005;36(1):S3-S11.
44. Madhu B, Govardhan B, Krishna B. Cast syndrome. *Oxford Medical Case Reports*. 2019;2019(4):omz025.
45. Altioek H, Lubicky JP, DeWald CJ, Herman JE. The superior mesenteric artery syndrome in patients with spinal deformity. *Spine*. 2005;30(19):2164-70.
46. surgeryreference.aofoundation. (Hip spica casting).
47. Şaylı SEİOTAASHÇPDU.
48. Chen AT, Morris WZ, Zirkle LG, Liu RW. Evaluation of intramedullary fixation for pediatric femoral shaft fractures in developing countries. *Journal of orthopaedic trauma*. 2018;32(6):e210-e4.
49. Engström Z, Wolf O, Hailer YD. Epidemiology of pediatric femur fractures in children: the Swedish Fracture Register. *BMC musculoskeletal disorders*. 2020;21:1-8.
50. Lu D, Yang J, Zhang J-D, Chen H, Sun L-J. The outcomes of pediatric femoral shaft fractures treated surgically by different types of orthopedists. *Injury*. 2017;48(2):548-51.

51. Yandow SM, Archibeck MJ, Stevens PM, Shultz R. Femoral-shaft fractures in children: a comparison of immediate casting and traction. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1999;19(1):55-9.
52. Allen JD, Murr K, Albitar F, Jacobs C, Moghadamian ES, Muchow R. Titanium elastic nailing has superior value to plate fixation of midshaft femur fractures in children 5 to 11 years. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2018;38(3):e111-e7.
53. Strait RT, Pankey C. Submuscular plating versus elastic intramedullary nailing in children with femoral shaft fracture; a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2023:102203.
54. Lewis RB, Hariri O, Elliott ME, Jo C-H, Ramo BA. Financial analysis of closed femur fractures in 3-to 6-year-olds treated with immediate spica casting versus intramedullary fixation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2019;39(2):e114-e9.
55. Ramo BA, Martus JE, Tareen N, Hooe BS, Snoddy MC, Jo C-H. Intramedullary nailing compared with spica casts for isolated femoral fractures in four and five-year-old children. *JBJS*. 2016;98(4):267-75.
56. Jauquier N, Doerfler M, Haecker F-M, Hasler C, Zambelli P-Y, Lutz N. Immediate hip spica is as effective as, but more efficient than, flexible intramedullary nailing for femoral shaft fractures in pre-school children. *Journal of children's orthopaedics*. 2010;4(5):461-5.
57. Nascimento FP, Santili C, Akkari M, Waisberg G, dos Reis Braga S, de Barros Fucs PMM. Short hospitalization period with elastic stable intramedullary nails in the treatment of femoral shaft fractures in school children. *Journal of children's orthopaedics*. 2010;4(1):53-60.
58. Park K-H, Park BK, Oh C-W, Kim D-W, Park H, Park K-B. Overgrowth of the femur after internal fixation in children with femoral shaft fracture—a multicenter study. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2020;34(3):e90-e5.
59. Kim TG, Park MS, Lee SH, Choi KJ, Im B-e, Kim DY, et al. Leg-length discrepancy and associated risk factors after paediatric femur shaft fracture: a multicentre study. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2021;15(3):215-22.
60. Luo Y, Wang L, Zhao Lh, Wang Yc, Chen Mj, Wang S, et al. Elastic stable titanium flexible intramedullary nails versus plates in treating low grade comminuted femur shaft fractures in children. *Orthopaedic Surgery*. 2019;11(4):664-70.
61. Song H-R, Oh C-W, Shin H-D, Kim S-J, Kyung H-S, Baek S-H, et al. Treatment of femoral shaft fractures in young children: comparison between conservative treatment and retrograde flexible nailing. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2004;13(4):275-80.
62. Heffernan MJ, Gordon JE, Sabatini CS, Keeler KA, Lehmann CL, O'Donnell JC, et al. Treatment of femur fractures in young children: a multicenter comparison of flexible intramedullary nails to spica casting in young children aged 2 to 6 years. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2015;35(2):126-9.
63. Li J, Rai S, Ze R, Tang X, Liu R, Hong P. The optimal choice for length unstable femoral shaft fracture in school-aged children: a comparative study of elastic

stable intramedullary nail and submuscular plate. *Medicine*. 2020;99(25):e20796.

64. Aktekin CN, Öztürk AM, Altay M, Toprak A, Özkurt B, Tabak AY. Flexible intramedullary nailing of the children. *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2007;13(2):115-21.
65. Singh GP, Ashraf A, Mander H, Gupta N, Vaibhav B. Titanium elastic nails versus plating in paediatric femoral fractures: A prospective randomized study. *International Journal of Orthopaedics*. 2021;7(4):764-9.
66. Bopst L, Reinberg O, Lutz N. Femur fracture in preschool children: experience with flexible intramedullary nailing in 72 children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2007;27(3):299-303.
67. Ferguson J, Nicol RO. Early spica treatment of pediatric femoral shaft fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2000;20(2):189-92.
68. Keskin D, Ezirmik N, Tatlı L. ROTATIONAL DEFORMITIES AS THE COMPLICATION OF THE CONSERVATIVE TREATMENT IN CHILDREN'S FEMORAL SHAFT FRACTURES (FREQUENCY AND CLINICAL RESULTS). 2001.
69. Siddiqui AA, Abousamra O, Compton E, Meisel E, Illingworth KD. Titanium elastic nails are a safe and effective treatment for length unstable pediatric femur fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2020;40(7):e560-e5.
70. Qiao F, Jiang F, Lv P. Treatment of acute completely displaced fractures of the femoral diaphysis in children aged 2 to 6. 2022.
71. Brouwer K, Molenaar J, Van Linge B. Rotational deformities after femoral shaft fractures in childhood: a retrospective study 27–32 years after the accident. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1981;52(1):81-9.
72. Say F, Gürler D, İnkaya E, Yener K, Bülbül M. Which treatment option for paediatric femoral fractures in school-aged children: elastic nail or spica casting? *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2014;24:593-8.
73. Sutphen SA, Mendoza JD, Mundy AC, Yang JG, Beebe AC, Samora III WP, et al. Pediatric diaphyseal femur fractures: submuscular plating compared with intramedullary nailing. *Orthopedics*. 2016;39(6):353-8.
74. Singh A, Bierrum W, Wormald J, Ramachandran M, Firth G, Eastwood D. Plate fixation versus flexible intramedullary nails for management of closed femoral shaft fractures in the pediatric population: A systematic review and meta-analysis of the adverse outcomes. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2023;17(5):442-52.
75. Caglar O, Aksoy MC, Yazıcı M, Surat A. Comparison of compression plate and flexible intramedullary nail fixation in pediatric femoral shaft fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2006;15(3):210-4.
76. Hu D, Xu Z, Shi T, Zhong H, Xie Y, Chen J. Elastic stable intramedullary nail fixation versus submuscular plate fixation of pediatric femur shaft fractures in school age patients: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2023;102(39):e35287.

77. James D, Martin D, Kumar A, Krishnan S, Gahukamble A, Madhuri V, et al. Elastic stable intramedullary nailing versus submuscular plating in pediatric diaphyseal femur fractures: a randomized controlled trial among children in South India. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2022;31(2):e122-e9.
78. Damholt V, Zdravkovic D. Quadriceps function following fractures of the femoral shaft. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1972;43(2):148-56.
79. Stoneback JW, Carry PM, Flynn K, Pan Z, Sink EL, Miller NH. Clinical and radiographic outcomes after submuscular plating (SMP) of pediatric femoral shaft fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2018;38(3):138-43.
80. Sulaiman A, Joehaimy J, Iskandar M, Anwar Hau M, Ezane A, Faisham W. Femoral overgrowth following plate fixation of the fractured femur in children. *Singapore medical journal*. 2006;47(8):684.
81. Heyworth BE, Hedequist DJ, Nasreddine AY, Stamoulis C, Hresko MT, Yen Y-M. Distal femoral valgus deformity following plate fixation of pediatric femoral shaft fractures. *JBJS*. 2013;95(6):526-33.
82. Bajelidze G, Kanashvili B, Cholokava N, Bajelidze M, Zimlitski M. TREATMENT OF PEDIATRIC FEMORAL SHAFT FRACTURES–TITANUM ELASTIC INTRAMEDULLARY NAILS VS PLATE. *GEORGIAN MEDICAL*. 2020:36.
83. Xu X, Lu X, Luo L, Zhang X, Wang Y. Effectiveness comparison of titanium elastic nail and locking compression plate fixation in treating femoral subtrochanteric fractures in older children. *Zhongguo xiu fu Chong Jian wai ke za zhi= Zhongguo Xiufu Chongjian Waike Zazhi= Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*. 2017;31(10):1184-9.

9.EKLER

9.1 Etik Kurul Kararı



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/164-219

29.04.2024

Sayın Prof. Dr. Davut Keskin

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz Pediatrik Femur Şaft Kırıklarının Klinik Sonuçlarının Değerlendirilmesi başlıklı OMÜ KAEK 2024/134 Karar nolu Veri kaynakları taraması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 13.03.2024 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.



9.2 Kurum Çalışma İzni



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü



Sayı : E-15374210-605-2400022908
Konu : Kurum İzni

30.01.2024

Sayın Umut Can YILMAZ

İlgi : 26.01.2024 tarihli dilekçe.

"Pediatrik Femur Şaft Kırıklarının Klinik Sonuçlarının Değerlendirilmesi" başlıklı çalışmayı hastanemizde yapma isteğiniz Merkez Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.
Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Davut GÜVEN
Merkez Müdürü

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: FAF43M7

Belge Takip Adresi: <https://ubys.omu.edu.tr/ERMS/Record/ConfirmationPage/Index>

Adres: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörlük Binası

Bilgi için :

Meral Tulum

Telefon No:

Faks No: (0 362) 4576029

Telefon No:

Bilgisayar İşletmeni

e-Posta:

İnternet Adresi:

Direkt Hat:

Kep Adresi: omu@hs01.kep.tr



9.3 Orjinallik Raporu

ORJİNALLİK RAPORU

% **14**
BENZERLİK ENDEKSİ

% **13**
İNTERNET KAYNAKLARI

% **4**
YAYINLAR

% **5**
ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 10
2	Submitted to Ondokuz Mayıs Üniversitesi Öğrenci Ödevi	% 1
3	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	% 1
4	acikerisim.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	Submitted to Istanbul Bilgi University Öğrenci Ödevi	<% 1
6	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1