



T.C.

ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**FEMUR KAYNAMAMADA ÇİVİ İLE
REVİZYONUN KAYNAMA ÜZERİNE ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. MEHMET METE YAŞAR

DANIŞMAN

DOÇ. DR. İSMAİL AĞIR

ADYAMAN-2021





ONAY SAYFASI

Doç. Dr. İsmail AĞIR danışmanlığında Dr. Mehmet Mete YAŞAR tarafından yapılan “**Femur Kaynamamada Çivi İle Revizyonun Kaynama Üzerine Etkisi**” başlıklı tez çalışması/...../2021 tarihindeki tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından **Ortopedi ve Travmatoloji** Anabilim Dalında **TIPTA UZMANLIK TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN.....:

**Adiyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı**

(İmza)

ÜYE.....:

**Adiyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı**

(İmza)

ÜYE.....:

**Adiyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı**

(İmza)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../...../2021

Prof. Dr. Ali AYDIN

Adiyaman Üniversitesi

Tıp Fakültesi Dekan Vekili

TEŞEKKÜR

ÖNSÖZ

Adıyaman Üniversitesi Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde almış olduğum uzmanlık eğitimi boyunca bilgi birikimlerini, tecrübe ve öngörülerini, anlayış ve sabır içinde benden esirgemeyen, uzman olarak yetişmemde büyük katkılarını gördüğüm, beni her zaman destekleyen anabilim dalı başkanı, klinik sorumlusu ve tez danışmanım değerli hocam sayın Doç. Dr. İsmail AĞIR' a, asistanlığım sürecinde bana destek olan değerli hocalarım sayın Doç. Dr. Abuzer Uludağ'a, sayın Doç. Dr. Hacı Bayram TOSUN' a, sayın Dr. Öğr. Gör. Ebubekir ŞERAMET'e ve sayın Dr. Öğr. Gör. Abdulkadir DOST'a derin saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim sırasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli uzman ağabeylerime ve birlikte çalıştığım asistan arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca beni her koşulda destekleyen ve bu günlere gelmemde en büyük paya sahip olan, bu zorlu süreçte motivasyon ve desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen sevgili eşime ve aileme sonsuz teşekkür eder, sevgilerimi sunarım.

Mehmet Mete Yaşar

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. GİRİŞ	1
1.1 Femur.....	2
1.2 Femur şaft kırıkları.....	8
1.3 Femur Şaft Kırığı Sınıflandırılması.....	12
1.4 Tedavi zamanlaması ve yöntemleri.....	14
1.5 Traksiyon ve Alçılama	15
1.6 İntramedüler çivileme.....	16
1.7 Eksternal fiksasyon.....	18
1.8 Plak Tespiti	21
1.9 Kompartman Sendromu	23
1.10 Kaynamama	23
2. TEZİN AMACI	25
3. YÖNTEM VE CERRAHİ TEKNİK	25
4. BULGULAR	28
5.TARTIŞMA	35
6. SONUÇ	41
KAYNAKLAR	40

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1: Femur başı.....	2
Şekil 1.2: Femur kemiğinin yapısı	6
Şekil 1.3: Proksimal Femur Şaft Kırığı Sonrası Kırık Konfigürasyonu..	11
Şekil 1.4: Unilateral Eksternal Fiksator	18
Şekil 1.5: İlizarov Fiksatorü	19
Şekil 1.6: Femur Plak Uygulaması	21
Şekil 4.1: 43 Yaş Kadın Hasta Grafileri	28
Şekil 4.2: 32 Yaş Erkek Hasta Grafileri	29
Şekil 4.3: 32 Yaş Erkek Hasta Grafileri	32
Şekil 4.4: 34 Yaş Erkek Hasta Grafileri	32
Şekil 4.5: 41 Yaş Erkek Hasta Grafileri	33

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1: Femur Kemiğinin Mekanik Özellikleri	7
Tablo 1.2: Gustillo-Andersen Sınıflaması	12
Tablo 1.3: Winquist –Hansen Sınıflaması	13
Tablo 3.1: Revizyon Öncesi Kaynamama Tipine Göre Hasta Dağılımı.....	25
Tablo 3.2: Revizyon Öncesi Kırık Tiplerine Göre Hasta Dağılımı	25
Tablo 3.3: Hasta Listesi	26
Tablo 4.1: Revizyon Sonrası İyileşmeyen Hastaların Kırık Tiplerine Göre Dağılımı.....	30
Tablo 4.2: Revizyon Sonrası İyileşmeyen Hastaların Kaynamama Tipine göre Dağılımı...30	
Tablo 4.3: Revizyon Sonrası İyileşen Hastaların Kaynama Sürelerine Göre Dağılımı.....	33

ÖZET

FEMUR KAYNAMAMADA ÇİVİ İLE REVİZYONUN KAYNAMA ÜZERİNE ETKİSİ

Amaç: Aseptik femur kaynamamalarında birden çok yöntem bulunsa da çivi revizyonu bu seçenekler içinde kolay uygulanabilen başarı oranı değişken olan yöntemdir. Bu çalışmada femur shaft kırığı nedeniyle kliniğimizde intramedüller nail uygulanan hastaların uzun dönem takiplerinde kaynamama görülmesi sonucu tedavi seçeneklerinden biri olan çivi revizyonunun kaynama üzerine etkisi incelenmiştir.

Metod: Çalışmada retrospektif olarak 2014 ve 2021 yılları arası shaft kırığı nedeniyle intramedüller oymalı ve kilitli çivi ile opere olan 25 hasta (erkek=20,kadın=5) incelendi. Kliniğimizde femur shaft kırığı nedeniyle opere olan 25 hastanın 6-16 aylık takipleri sonrasında aseptik kaynamama kararı verilip büyük boy intramedüller çivi ile revizyon yapılmıştır. Cerrahi karar alınan hastalara kırık hattı açılmadan eski insizyon yerlerinden uygun kesilerle çiviye ulaşıp çıkardıktan sonra muhtelif oyucularla oyulduktan sonra 1-2 mm (ortalama: 1.6 mm) daha büyük çivi intramedüller yerleştirilip distal ve proksimalden kilitlenmiştir. Cerrahi sonrası tüm hastalar yük verdirilerek mobilize edilmişlerdir.

Bulgular: Revizyon sonrası takiplerde 20 (%80) hastada ortalama 8,3 ayda (4-14 ay) kaynama görülmüştür. Hastaların takiplerinde ciddi bir komplikasyon gelişmediği kayıt edilmiştir.

Sonuç: Düşük komplikasyon oranları, kolay uygulanabilir cerrahi teknik ve tatmin edici başarı sonuçları göz önüne alındığında aseptik femur kaynamamalarda çivi revizyonu güncel tedavi seçeneğini korumaktadır. Kaynamama tiplerini baz alarak yaptığımız gözlemde atrofik kaynamama dışında kalan kaynamama tiplerinde başarı oranının yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Femur shaft kırığı, aseptik kaynamama, çivi revizyonu

EFFECTS OF EXCHANGE REAMED INTRAMEDULLARY NAILING FOR FEMORAL SHAFT NONUNIONS

Objective: Although there are multiple methods in aseptic femur shaft nonunions, the revision of nail which have variable succes rate is the most easily applied. In this study, the effect of exchange reamed intramedullary nailing for femoral shaft nonunions formed on patient who didn't heal in long-term follow-up performed in our clinic due to femur shaft fracture.

Method: In this study, retrospectively between 2014 and 2021, due to shaft fractures 25 patients (male=20,female=5) who were operated with reamed and locked intramedullary nails were examined. In our clinic, after 6-16 months of follow-up of 25 patients who were operated due to femur shaft fracture decision was made by femur aseptic nonunion and were revisioned oversized with intramedullary nails. Patients who have been surgically decided after reaching and removing the nail with appropriate incisions from the old incision places without opening the fracture line, larger nail after reaming with reamers 1-2 mm (mean: 1.6 mm) placed intramedullary and locked from distal and proximal. After surgery all patients were mobilized by giving pressure.

Results: In post-revision follow-ups, 20 (80%) patients had an average of 8.3 months (range: 4-14 months) healing has been observed. Record that there were no serious complications in the follow-up of the patients.

Findings: Low complication rates, easy-to-apply surgical technique and satisfactory current treatment of nail revision in aseptic femur nonunions given the success results option. The success rate was found high in the nonunion types except atrophic nonunions.

Keywords: Femur shaft fracture, aseptic nonunion, nail revision

1. GİRİŞ

Femur kırığı genç hastalarda yüksekten düşme, trafik kazası, ateşli silah yaralanması gibi yüksek enerjili travmalar sonrası, ileri yaş hastalarda ise basit travma sonrası görülmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte femur kırıklarında çivi uygulaması sık kullanılır olmuştur.

Her ne kadar femur çivi tedavisi ile yüksek başarı oranları elde edilmiş olsa da yapılan çalışmalarda %1-10 arası oranda değişen kaynamama vakaları bildirilmiştir [17,37]. Kırık oluşumundan dokuz ay sonra tam olarak iyileşmemiş veya aylık alınan üç ardışık görüntülemelerde kırık iyileşmesinde ilerleme kayıt edilmemesi kaynamama olarak kabul edilir.

Kaynamamaya lokal ve sistemik etkenler neden olabilir. Lokal etkenler; enfeksiyon, bozulmuş vaskülarite, açık kırık, yumuşak doku ve kemik kaybı olarak sayılabilir. Sistemik etkenler ise sigara ve metabolik hastalıklardır. Seri görüntülemelerde kırık hattının kaybolması, kortikal devamlılık ve kallus boyutu radyografik değerlendirmede kullanılan parametrelerdir. Kallus boyutuna göre kaynamama atrofik, oligotrofik ve hipertrofik olmak üzere üç gruba ayrılır.

Günümüzde kaynamama tedavi literatüründe birçok prosedür yer almaktadır. Bunlar dinamizasyon, büyük boy çivi ile revizyon, kemik greftlemesi ve plak ile tespit, sirküler eksternal fiksatörler, elektriksel-elektromanyetik uyarım ve kemik morfojenik proteinlerin (bone morphogenic proteins-BMP) kullanılmasıdır.

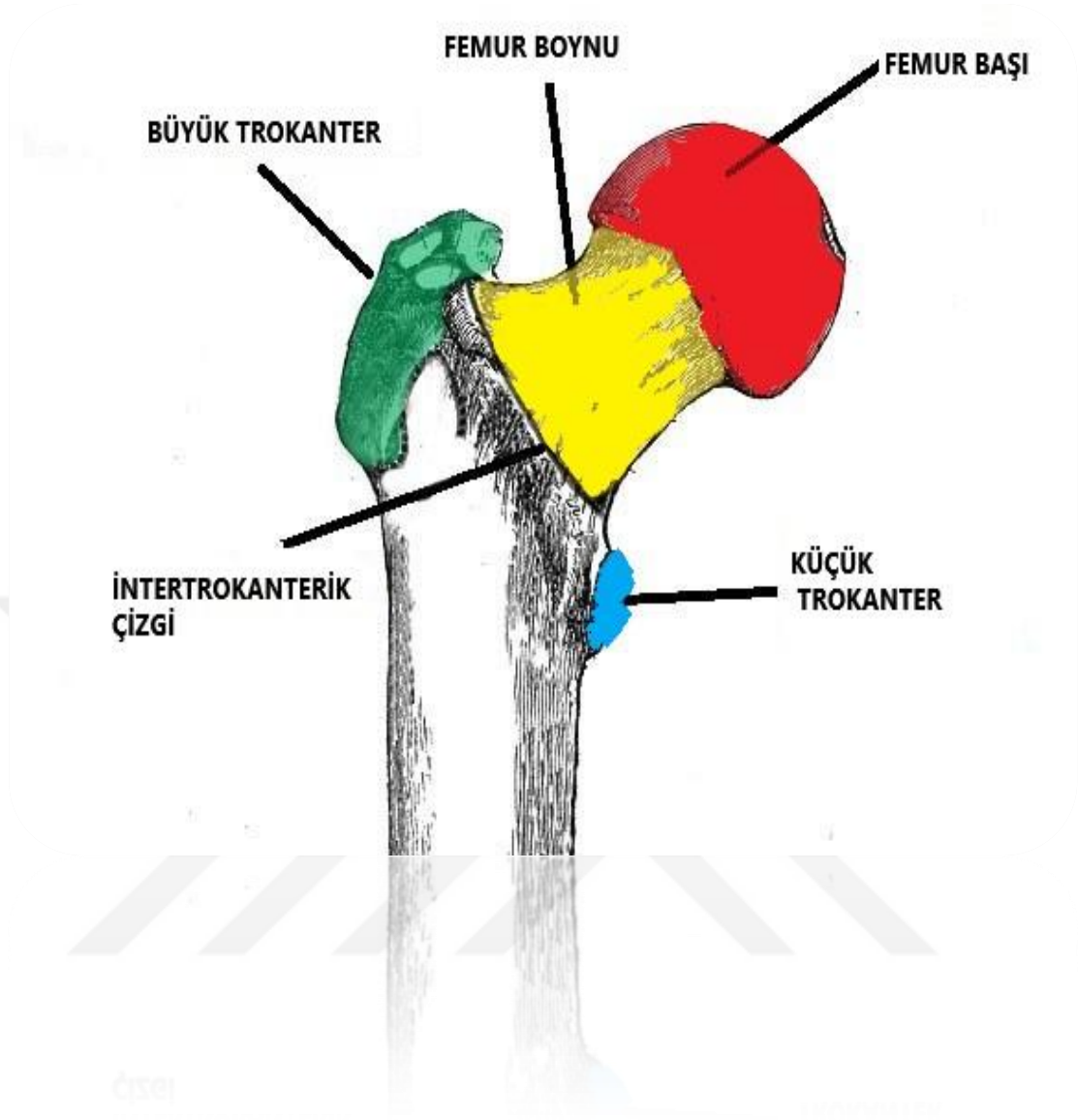
Bu çalışmada femur shaft kırığı nedeniyle primer cerrahisinde intramedüller çivi ile tedavi edilen ve klinik takiplerinde aseptik kaynamama gelişmesi sonrası çivi revizyonu uygulanan hastaların kaynama sonuçları değerlendirilmiştir.

1.1 Femur

Femur kalça eklemi ile diz eklemi arasında bulunan, insan vücudundaki en uzun, ağır ve güçlü kemiktir. Ayakta dururken, yürürken ve koşarken vücudun ağırlığını destekler [1]. Femur insan vücudundaki en uzun kemiktir ve yaklaşık olarak bir insan boyunun %26'sı kadardır [2]. Femur anatomisi benzersiz bir yapıya sahiptir; ambulasyon sırasında uzun maksimum şekilde uzatılmasına ek olarak kemiği bu bölgedeki çok sayıdaki kas ve bağ bağlantısını desteklemek için uygun hale getirir. Femur proksimal, shaft ve distal olmak üzere üç parçaya ayrılır. Femur proksimalde pelvik yapı ile eklem yaparken distalde ise patella ve tibia'nın proksimali ile etkileşime girer. Proksimal kısım baş, boyun ve iki adet trokanter içermektedir.

Femur başı yarım küreden daha büyük bir yapıdadır ve küresel mafsallık şeklindeki kalça eklemi konveks kısmıdır [3]. Femur başının pürüzsüz konveks yüzeyi posterior-inferior yüzeyde fovea capitis femoris isimli çöküntü ile bozulur. Bu çöküntüye asetabular çentikten köken alan ve içinde kendi arterini barındıran ligamentum teres yapışır. Bu arter femur başının beslenmesine yardımcı olur. Asetabulum femur başının yaklaşık olarak %60-70'ini sarar ve bu da kalça eklemine yüksek hareket aralığı sağlar [4]. Bergmann ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada femur başının anterior ve medial kısmının günlük rutin aktivitelerde en fazla yük taşıyan bölgeleri olduğunu göstermiştir [5].

Femurun başı shaft femur boynu ile bağlanır. Femur boynu yetişkin bir insanda yaklaşık 5 cm uzunluğundadır ve üç bölüme ayrılır. Trokanterlere yakın lateral kısım baziler parçadır ve bu bölüm boyunun en geniş kısmıdır. Orta kısım ise boyunun en dar kısmıdır ve servikal bölüm olarak adlandırılır. En superomedial kısım ise subkapital bölüm olarak adlandırılır. Yeterli kan akışını sağlamak için femur boyunun ön arka yüzeyi boyunca çok sayıda foramen mevcuttur.



Şekil 1.1: Proksimal Femur Yapısı

Femur shaftı ile boyun arasındaki açı genellikle ortalama 125 derecedir. Boyun shaft açısı bebeklerde daha fazladır ve yaş ilerledikçe kademeli olarak azalır ve normal değerlerine ulaşmaktadır. Bu açı kalça ekleminin hareket serbestliğini belirler ve uzun pelvise çarpmadan salınmasını sağlar. Ayrıca bu açı her iki cinsiyet arasında da değişkenlik gösterir. Kadınlar daha geniş bir shaft-boyun açısına sahiptir. Bu özellik iki cinsiyet arasındaki yürüyüş farklılığına katkıda bulunur. Shaft-boyun açısı 120'nin altındaysa coxa vara, 130'nin üzerindeyse coxa valga deformiteleri görülür.[3-4]. Transvers planda femur boynunu 10-15 derece anteversiyon pozisyonundadır.

Femoral apofizler, proksimalde bulunan belirgin çıkıntılardır ve trokanter olarak adlandırılırlar. Trokanterler kasların kemiğe bağlanmasını sağlayan çıkıntılardır, femurda büyük ve küçük olmak üzere iki adet trokanter vardır. Büyük trokanter femurun proksimal lateral kısmında bulunur. Büyük trokantere piriformis, obturator internus ve eksternus, gemelli ve gluteus medius ve gluteus minimus kasları bağlanır. Küçük trokanter femurun proksimal medial kısmında bulunur. Buraya psoas majör ve iliacus kasları bağlanır.

Femurun shaft kısmı femurun proksimal ile distal kısmı arasında kalan uzun bölgedir. Femur cismi anterior, medial ve lateralde silindirik yapıdadır. Arka tarafta kalınlaşan korteks, diyafizinin ortasında linea asparada birleşir. Linea aspara, proksimalde küçük ve büyük trokanterleri ayırırken, distalde medial ve lateral kondilleri ayırır. Linea aspara, kasların yapışacağı anatomik bir yapı olmakla beraber femur diyafizinin konkavitesinde bir destek görevi görmektedir. Femur shaftı hafif arkli bir yapıya sahiptir; anteriordan konveks posteriordan konkav görünümündedir bu da kemiğin ağırlık taşıma kapasitesine katkıda bulunur [6]. Femur shaftının anterior yüzü pürüssüz ve belirgin özelliklerden yoksun bir yapıdadır.

Femurun distal ucu, proksimal ucundan daha büyüktür. Distal kısım medial ve lateral kondiller, interkondiler fossa ve patellar yüzeyden oluşmaktadır. Kondiller tibia ve patella ile hareket yüzeyi sağlayarak diz eklemine oluşturmaktadır. Medial kondil lateral kondilden küçük olmasına rağmen daha kolay palpe edilebilir. Medial ve lateral femoral kondiller kaudalde interkondiler fossa ile ayrılırlar. İnterkondiler fossa çapraz ligamanların tutunmasını sağlamak için çok sayıda vasküler foramen içeren pürüzlü bir alandır. Distal femurun ön yüzeyinde interkondiler fossanın ön apeksine doğru troklear oluk veya patellar yüzey isimli bir alan bulunur. Lateral kondilin büyük olması nedeniyle fossa laterale doğru eğik durumda yönelmiştir. Oluğun ana işlevi eklem hareketi sırasında patellayı stabilize etmektir.

Proksimal femurun kanlanması, hasara yatkınlığı nedeniyle özellikle klinik açıdan önemlidir. Medial ve lateral sirkümfleks arterler ile inferior gluteal arter trokanterik anastomozu oluştururlar. Derin femoral arterden çıkan dallar hem sirkümfleks femoral arterler ile hem inferior gluteal arter ile çapraz anastomoz yaparak femur boyunun etrafındaki anastomoz halkasına katkıda bulunurlar. Anastomoz halkasından çıkan servikal arterler eklem kapsülünü delip retinaküler arterler haline

gelirler. Bu retinaküler arterler sonunda kapsül içinde kendi intrakapsüler anastomozlarını oluştururlar. Femur boyunda oluşacak bir hasar femur başına giden kan akışını bozabilir ve avasküler nekroza yol açabilir. Femurun distal ucu, popliteal damarlardan ve derin perforatörlerden kaynaklanan zengin bir kan beslenmesine sahiptir. Bu bölgedeki damarlar femur boyun kısmındaki damarlar kadar savunmasız değildir. Bu nedenle distal femurda avasküler nekroz oranı daha düşüktür.

Uyluk medial, lateral ve posterior intermüsküler septumlar ile üç ana kompartmana ayrılır. Anterior kompartmanda kuadriseps femoris, iliakus, psoas, sartorius ve pektineal kaslar yer alır. Anterior kompartmanın nörovasküler yapıları ise femoral arter, femoral ven, femoral sinir ve lateral femoral kutanöz sinirdir. Posterior kompartmanda biceps femoris, semimembranöz, semitendinosus ve addüktör magnusun distal kısmı yer alır. Posterior kompartmanın nörovasküler yapıları arteria profundus femorisin dalları, siyatik sinir ve posterior femoral kutanöz sinirdir. Medial kompartmanda addüktör brevis, addüktör longus, addüktör magnusun büyük bir kısmı ve gracilis yer alır. Medial kompartmanın nörovasküler yapıları profundus femoris arteri ve obturator arter ve sinirdir.

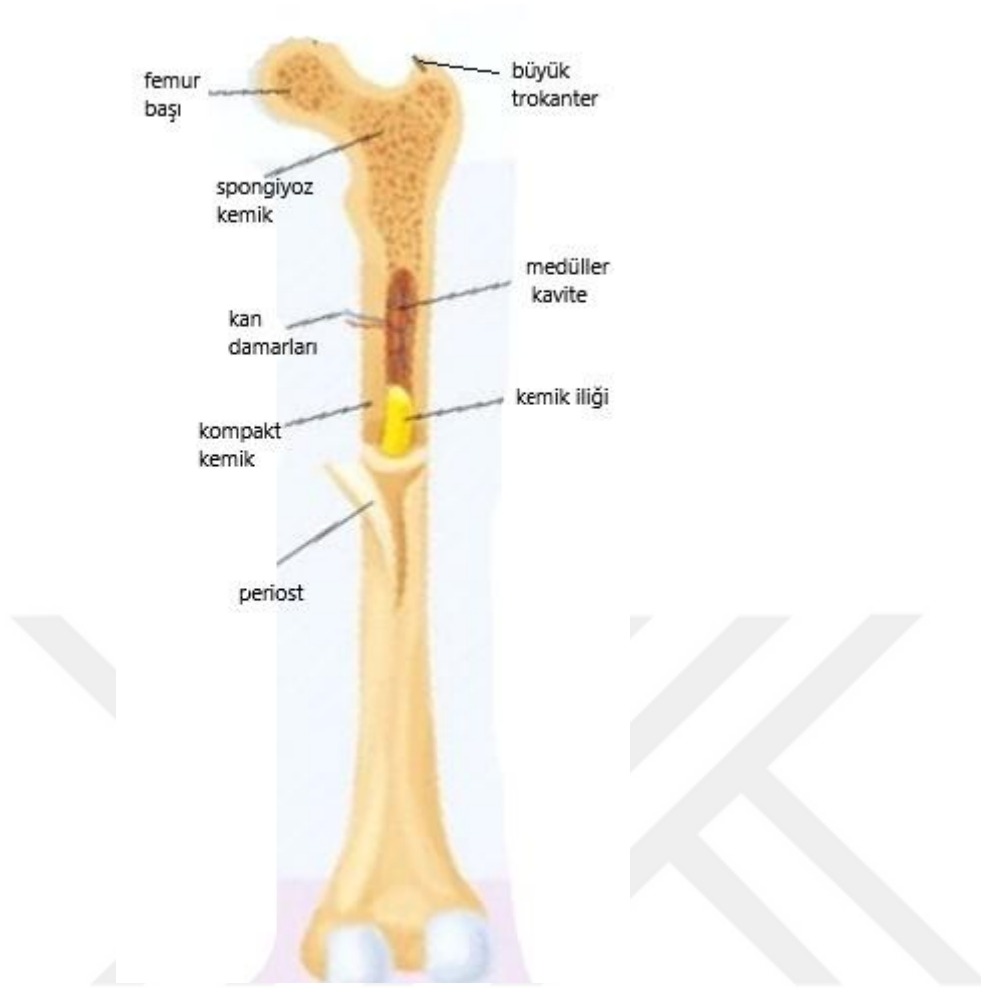
Önemli anatomik vasküler yapılar uyluğu geçerken kasları ve femuru besler. Eksternal iliak arter, inguinal bağ arkasından geçtikten sonra femoral arter adını alır ve femoral üçgenin içinde anterior kompartmana girer. Profundus femoris, femoral arterden ayrılarak medial ve lateral femoral sirkümfleks arter dallarını verir. Profundus femoris arteri femur boyunca posteriora doğru uzanan çok sayıda perforan arter dallarını verir. Femoral arter distale ulaşınca addüktör hiatusunu geçer ve popliteal arter adını alır. Bu damarların yerleşim ve konfigürasyonlarını bilmek sorunsuz bir cerrahi işlem uygulayabilmek için gereklidir.

Femur cisimin beslenmesi primer olarak nutrient arterler ve küçük periostal damarlardandır. Femurun nutrient arterlerden beslenmesi Laing [7] tarafından 10 erişkin hastanın femuruna baryum sülfat enjeksiyonu ile yapılan bir çalışmada detaylı olarak gösterilmiştir. Bu çalışmada nutrient arterlerin, profundus femoris perforan arterlerinin dalları olarak ortaya çıktığı gösterilmiştir. Dört örnekte iki nutrient arterin varlığı gözlemlenmiştir, diğer altı örnekte ise bir adet nutrient arter olduğu izlenmiştir. Bütün vakalarda nutrient arterin, linea aspera yakınından femura girdiği görülmüş medüller kaviteyi beslemek üzere proksimal ve distale dallar verdiği izlenmiştir.

Arterin femura girdiği yer çoğunlukla proksimal yarıda, bunların çoğunluğu da proksimal 1/3'lük bölümdedir. Bu damarın yerleşimi cerrahi açıdan önem arz etmektedir. Damarın korunması açısından linea aspera üzerindeki kaslar sıyrılmamalıdır. Uzun kemiklerin periostal beslenmesi Rhinelander [8] tarafından çeşitli hayvan çalışmaları ve cerrahi diseksiyonlar ile detaylıca açıklanmıştır. Bu çalışmalarda periostal arterlerin, kemiğin etrafını saran kasları da besleyen damarlardan köken aldığı gösterilmiştir. Medüller ve periostal dolaşım arasında anastomozlar bulunduğu ve tüm korteks kalınlığı boyunca medüller damarlardan periostal damarlara doğru tek yönlü bir akım olduğu izlenmiştir. Ayrılmış kırıklarda medüller arterler hasara uğradığından, kemik dolaşım ve beslenmesinin görevi primer olarak periostal arterler tarafından sağlanır. Medüller dolaşımının bozulması ile kan akımının yönü tersine dönmekte ve böylece kortikal revaskülarizasyon meydana gelmektedir.

Tüm femura trokanter majörden dize kadar kas koruyucu bir yaklaşım ile lateralden ulaşmak mümkündür. Yaklaşım femur cismini merkez alan lateral insizyon ile başlanır. Fasya lata uzunluğu boyunca kesilerek altındaki vastus lateralis ulaşılabilir. Vastus lateralis, lateral intermusküler septumdan dikkatlice altındaki pek çok perforan arter görülüp bağlanarak disseke edilebilir. Vastus lateralis ve altındaki vastus intermedius periostun intakt halde bırakılmasına dikkat edilerek eleve edilebilir.

Femur tüm bölgelerinde aynı mekanik özelliklere sahip değildir. Proksimal ve distal uçlarda daha gözenekli yapıda, shaft kısmında ise daha katı yapıdadır. Femur kemiğinin farklı bölgelerindeki bu gözenekli ve katı yapısı femurun farklı mekanik özelliklere sahip olmasını sağlamaktadır. Gözenekli yapıda olan kemiğe trabeküler, katı olan kısma ise kortikal kemik denmektedir. Femurun proksimal ve distal uçları epifiz, shaft kısmı diafiz olarak adlandırılmaktadır. Epifiz ve diafiz bölgeleri arasındaki bölge de metafiz bölgesi olarak adlandırılır. Metafiz bölgesinde kemiğin boyuna büyümesini sağlayan epifizyal plak bulunmaktadır. Femurun proksimal ve distal uçları gözenekli, shaft kısmı ve kabuk kısımları daha katı yapıdadır. Kemiğin gözenekli kısmı yani trabeküler kemik kortikal kısma göre daha esnek ve yumuşak bir yapıdadır. Kortikal kemiğin basma yönündeki elastisite katsayısı trabeküler kısmın elastisite katsayısının yaklaşık üç katıdır, bu da iki kemik tipi arasındaki mekanik özellik farkını göstermektedir.



Şekil 1.2: Femur Kemiği Yapısı

Femur ortotropik özellik gösteren bir yapıdadır. Ortotropik malzemeler her yönde ayrı mekanik özellik göstermektedirler. Zakiuddin [9]'in yaptığı çalışmaya göre femurun kortikal ve trabeküler kısımlarının mekanik özellikleri aşağıda tablo 1.1'de verilmiştir. Görüldüğü gibi kortikal kemik daha gevrek ve düşük tokluğa sahip bir yapıdayken trabeküler kemik daha duktıl ve yüksek tokluğa sahip bir yapıdadır. Ayrıca femur kemiği farklı yönlerdeki yüklemelerde farklı gerilme-gerinim davranışı sergilemektedir. Kemiğin en yüksek dayanımı basma yönünde en düşük dayanımı ise kesme yönünde göstermektedir.

Parametre	Kortikal Kemik	Trabeküler Kemik
Hounsfield birimi (HU)	2200	800
Yoğunluk (g/cm ³)	2.0208	1.3712
Elastikiyet Modülü (MPa)	Ex = 6982.9 Ey = 6982.9 Ez = 18155	Ex = 2029.4 Ey = 2029.4 Ez = 3195.3
Poisson Oranı	vxy = 0.4 vyz = 0.25 vxz = 0.25	vxy = 0.4 vyz = 0.25 vxz = 0.25
Kayma Modülü (GPa)	Gxy = 4.69 Gyz = 5.61 Gxz = 7.68	Gxy = 4.69 Gyz = 5.61 Gxz = 7.68

Tablo 1.1: Femur kemiğinin mekanik özellikleri [9].

1.2 Femur Şaft Kırıkları

Kemikteki sürekliliğin bozulması durumuna kırık denir [10]. Femur vücuttaki en güçlü kemik olmasına rağmen büyük kuvvetlere maruz kaldığında hasara uğrayabilmektedir. Anatomik olarak, küçük trokanterin 5 cm altından başlayıp addüktör tübrküle kadar uzanan bölgede görülen kırıklara femur cisim kırıkları denir. Femur cisim kırıkları genç hastalarda yüksekten düşme, trafik kazası gibi yüksek enerjili travmalar sonrası görülürken, osteoporotik kemikleri olan yaşlı hastalarda düşük enerjili travmalar sonrası görülebilir. Genellikle yüksek enerjili travma sonrası görülmesi nedeniyle hayatı tehdit edecek multiple yaralanmalar veya diğer ortopedik patolojiler ile seyredebilir. Bu nedenle hasta değerlendirilirken multidisipliner bir şekilde değerlendirilmelidir. Gereklik halinde diğer branş görüşleri alınmalıdır. Femur kırıklarına aynı taraf femur boyun, intertrokanterik ve distal femur uç kırıkları sık görülür. Ayrıca patella kırıkları, tibia kırıkları, asetabular kırıklar ve pelvik halka kırıkları da eşlik edebilir. Alt ekstemite büyük kemik kırıklarında emboli oranı yüksektir; femur kırığı bulunan hastaların akciğer komplikasyonu, akut respiratuar distress sendromu (ARDS) ve mortalite riski artmıştır [11]. Osteoporotik yaşlı

hastalarda görülen femur kırıkları genellikle basit travma sonrası görülmekte ve eşlik eden ek patoloji az rastlanmaktadır. Bu kırıklar genellikle kapalı kırık olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uzun kemik kırılmalarının %5-6'sını femur shaft kırıkları oluşturmaktadır [12]. Taylor ve arkadaşları [13] yaptıkları çalışmada femoral shaft kırıklarının %37'sinin yaya kazalarından, %24'ünün düşmeden ve %15'inin motosiklet kazalarından kaynaklandığını göstermişlerdir. Femur shaft kırıkları her yaş grubunda görülebilir ve diğer kırıklar ile karşılaştırıldığında genellikle açık kırık halindedirler [10]. Farklı kuvvet yüklenmeleri altında oluşabilecek femoral shaft kırık tipleri de gösterilmiştir. Femoral kırıklar genel olarak transvers, spiral, oblik, segmental, avülse, parçalanmış veya açık ya da kapalı olarak ayrılırlar. Transvers, spiral ve oblik kırıklar femur shaftında enine, spiral ve eğik biçimde oluşan kırıklardır. Parçalanmış kırıklarda kırık bölgesinde kemik birkaç parçaya ayrılmıştır. Kırılma anında kemiğe binen yük ne kadar fazla olursa parçalanma miktarı da o kadar fazladır. Kemiğin kırılarak vücut bütünlüğünü bozarak cilt dışına çıkmış haline de açık kırıklar denir. Çevresindeki dokulara en fazla zarar veren kırık tipidir ve iyileşmesi diğer kırık tiplerine göre daha uzun sürer. Femur kırık tipi femura uygulanan yük doğrultusunda değişir. Torsiyonel kuvvetler femurda spiral kırık oluşturur. Femura uygulanan dik moment kuvveti femurda transvers kırığı neden olur. Femura uygulanan kompresyon kuvveti femurda oblik kırık oluşmasına neden olur. Kompresyon ve moment kuvvetlerinin beraber femura uyguladığı kuvvetler ise femurda kelebek fragman oluşturacak bir kırığa neden olurlar.

Bilinci açık hastada femur kırığının tanısı açıktır; uyluğa lokalize ağrı mevcuttur. Tam bir hikâye travmalı bir hastanın başlangıç değerlendirmesinin en önemli bölümlerinden biridir. Yaralanma mekanizması kırık yeri, kırık tipi ve yumuşak doku yaralanmalarının tahminine olanak sağlar. Hastaneye başvuruya kadar geçen süre uyluk içine kanama miktarı hakkında ön bilgi verir. Açık kırıklı hastalarda kaza yerinin bilgisi kontamine olabilecek mikroorganizmalar hakkında öngörüle bulunulmasını sağlar. Fizik muayene sadece ağrı duyulan ve deforme olan bölge ile sınırlandırılmamalıdır. Ortopedik muayene inspeksiyon ve tüm ekstremitelerin, pelvisin ve vertebraların palpasyonunu içermelidir. İnspeksiyon ekstremitelerde açık yaraların, sıyrılmaya yaralarının, ekimozların ve abrazyonların değerlendirilmesine yönelik yapılır.

Aynı taraf diz ve kalça, başka kırıklar ve bağ yaralanmaları açısından muayene edilmelidir. Araştırmacılar femur cisim kırığı olan 47 hastayı çivileme sonrasında anestezi altında muayene etmiş ve artroskopik değerlendirmiştir. Yapılan araştırmada %49 hastada bağ laksisitesi, %26 hastada medial menisküs yırtığı, %28 hastada lateral menisküs yırtığına rastlanmıştır. Aynı çalışmada menisküs yırtığı ile bağ yırtığı arasında bir ilişki görülmemiştir [14]. Benzer olarak De Compos ve arkadaşları femur stabilizasyonu sonrasında 40 hastayı anestezi altında artroskopik olarak değerlendirmiştir [15]. Fizik muayenede hastaların %52,5'inde bağ laksisitesi olduğunu göstermiştir. Hemen sonrasında yapılan artroskopik muayenede %48 parsiyel, %5 total ön çapraz bağ yırtığı ve %20 lateral, %12 medial menisküs yırtığı belirlenmiştir. Toplamda hastaların %55'inde pozitif artroskopi bulguları saptanmıştır. Femur kırıklarına eşlik eden bağ yaralanmalarının tedavisine yönelik güncel bir protokol yoktur. Büyük oranda cerrahi tamir veya rekonstrüksiyona başlangıçta gerek duyulmamaktadır. Genel olarak sık görülen bu bağ yaralanmalarına yaklaşım femur cisim kırığı olmayan bağ yaralanmalı hastalara yaklaşımla aynı olmalıdır.

Femur kırıklarında diz çıkığı nadir görülür. Gelişigüzel diz muayenesi ve kırığa yönelik yapılan manipülasyonlar damarsal yaralanmalara sebep olup ekstremitayı tehdit edebilir. Ekstremitelerin muayenesi palpasyon ve doppler ultrasound ile belirlenebilir. Genişleyen bir hematoma, ekimoz veya belirgin bir kanama odağı kırık ile ilişkili damar yaralanmasını gösterebilir. Ekstremitelere traksiyon uygulanması ve daha anatomik bir düzeltme vasküler durumu düzeltebilir.

Uyanık ve koopere hastalarda nörolojik muayene iyi dökümanite edilmelidir. Femur kırığı sonrasında femur ve obturator sinir hasarı nadir görülse de siyatik sinir hasarı görülebilir. Bu nedenle tibialis ve peroneal sinir dallarının motor fonksiyonlarının kesin değerlendirilip not edilmesi gerekir.

Varsa açık yaraların ve abrazyonların kırık hattı ile ilişkili olup olmadığı ekarte edilmelidir. Ekstremitede görülen yağ ve kan drenajı aksi ispat edilinceye kadar açık kırık olarak kabul edilmelidir. Femur kırıklarında sıklıkla lateral ve anterolateral açık yaralar görülmektedir. Açık yaralar kibarca irriga edilmeli ve mevcut yabancı materyaller uzaklaştırılmalıdır. Cilt dışına uzanan kemik çıkıntısı varsa kontaminasyonu engellemek için redüksiyon ile kapalı kırık haline getirilmelidir.

Femur ön-arka ve lateral grafisi radyolojik değerlendirmede ilk adımdır. Traksiyon sonrası çekilecek grafi femur kırığı hakkında daha net bilgi verir. İdeal olarak tüm femur tek kasete sığdırılmalıdır. Sağlam tarafın çekilen grafisi femur uzunluğu ve anatomik eğikliği açısından ön bilgi verir. Çekilen grafiler kırık tipi, kemik kaybı, kemik kalitesi ve kısalma miktarı açısından dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Femur shaft kırığı olan hastada rutin olarak kalça ve diz grafileri görülmelidir.

Femur kendisine yapışan kaslarla tamamen çevrili durumdadır. Kasların yapışma noktaları hakkında bilgi sahibi olmak, minimal travmatik cerrahi diseksiyon yapmak ve femur kırıklarıyla birlikte sıklıkla görülen deformiteleri anlamak için gereklidir. Proksimaldeki yapışma noktaları, trokanter majördeki abdüktör ve kısa dış rotatorlar ile lateral proksimal femurdaki gluteus maximusun insersiyosu ve trokanter minördeki iliakus ve psoas insersiyolarıdır. Addüktörler, femura uzunluğu boyunca posteromedialinden tutunurlar. Vastus lateralisin origosu ise gluteus medius hemen distalinde yer alacak şekilde proksimaldedir. Anterior ve lateral femura, diyafiz boyunca intermedius yapışır. Medial ve posteromedial diyafiz boyunca da vastus medialisin origosu yer alır. Distalde gastroknemius, kondillerin posteriorundan orijin alır.

Femur kırıklarında oluşan deformite, femuru saran kasların istirahat tonusları sonucu oluşur. Kırık sonucu görülen kısalık, hamstring ve kuadriseps kaslarının çekmesine bağlı olarak hemen her zaman görülür. Proksimal femur shaft kırıklarında kalça abdüktör, fleksör ve dış rotatörlerin çekmesine bağlı olarak proksimal segment, fleksiyon, abdüksiyon ve dış rotasyondadır. Distal fragman addüktörlerin çekmesine bağlı olarak genellikle medialize olur. Distal femur kırıklarında ise genellikle izlenen ekstansiyon deformitesi, kondillerin arkasına yapışan gastroknemiusun çekmesiyle meydana gelir. Addüktör kasların femur cismi çekmesine bağlı olarak cisim medialize olur. Ekstremitte pozisyonu, stratejik yerlere yükseklik yerleştirilmesi ve doğru şekilde uygulanan kuvvetler, açısal ve translasyonel deformitelerin düzeltilmesinde son derece büyük önem taşımaktadır.



Şekil 1.3: Proksimal Femur Şaft Kırığı Sonrası Kırık Konfigürasyonu

1.3 Femur Şaft Kırığı Sınıflandırılması

Femur şaft kırıkları anatomik yerleşimi, kırık morfolojisi, parçalanma derecesi veya bunların kombinasyonu kullanılarak sınıflandırılırlar. Anatomik yerleşimine göre proksimal 1/3, orta 1/3 ve distal 1/3 olarak tanımlanır. Kırığın morfolojisi ve parçalanma derecesine göre sınıflandırmalar; AO/OTA, Gustillo-Anderson ve Winquist-Hansen sınıflandırmalarıdır.

Gustillo ve Anderson 1969 ve 1973 yılları arasında inceledikleri 352 açık kırık vakası sonucu açık kırıkları üç kategoriye ayırmışlardır. 1 cm'den kısa olan yaralar tip I, 1 cm'den uzun yara bulunan ancak yumuşak dokuda zedelenme bulunmayan açık yaralar tip II, yumuşak doku zedelenmesi bulunan yüksek enerjili travma ile oluşan kırıklar tip III olarak sınıflandırılmışlardır [16].

Tip 1	Düşük enerji, minimal doku hasarı, cilt yaralanması < 1cm, genellikle içeriden dışarıya doğru
Tip 2	Orta-yüksek enerji, 1-10 cm laserasyon, minimal kontaminasyon
Tip 3A	Yüksek enerji, 10 cm'den fazla laserasyon, yeterli kemik yumuşak doku örtüsü, parçalı ya da segmenter kırık
Tip 3B	Yüksek enerji, yaygın yumuşak doku sıyrılması, flep gerektiren yetersiz yumuşak doku örtülmesi, periostal sıyrılma, masif kontaminasyon
Tip 3C	Tedavi gerektiren damar yaralanması

Tablo 1.2: Gustillo-Anderson Sınıflaması [16]

AO/OTA (Orthopaedic Trauma Association) sınıflandırması temel olarak kırık morfolojisi ile kırık yerleşimi ve parçalanma derecesini içeren sınıflamadır. Her uzun kemiğin proksimal, diyafiz, distal bölgesi için kırık tiplerini A, B ve C olarak üçe ayırmıştır. A, B, C kırık tiplerini de kendi içinde üç kademeye ayırmıştır. Tip A kırıklar basit kırıklardır; spiral, transvers ve oblik olarak üçe ayrılır. Tip B kırıklar kama şeklinde olan kırıklardır; spiral kama, eğilme kama ve segmental kama olarak ayrılırlar. Tip C kırıklardır ve ana parçalar arasında kortikal devamlılık yoktur. Aşağıdaki şekilde femur için AO/OTA sınıflandırılması gösterilmiştir.

Winquist-Hansen sınıflandırmasında [17] kırık parçalanma derecesi kırık hatlarındaki sağlam femur cisim oranına göre 0'dan 4'e kadar derecelendirilmiştir. 0 derece kırıklarda parçalanma yoktur. 1. derece kırıklarda küçük bir fragman mevcuttur. 2. derece kırıklarda küçük kelebek fragman mevcuttur fakat korteksin %50'den fazlası hasarlanmamıştır. 3. derece kırıklarda büyük bir kelebek fragman mevcuttur ve minimal miktarda kortikal bütünlük vardır. 4. derece kırıklarda korteks bütünlüğü yok olmuştur ve ayrıca parçalı segmenter kırık mevcuttur.

Derece	Parçalanma miktarı
0	Parçalanma yok
1	Küçük kelebek fragman (<%25) veya sağlam diyafiz ile %75'ten fazla kortikal teması olan minimal ayrılmış segmente parça.
2	Diyafizer parçalar arasında %50'den fazla temas olan kelebek fragman veya ayrılmış segment (%25-%50) olan kırıklar
3	Diyafizer parçalar arasında küçük temas olan büyük kelebek fragmanı veya segment (%50-75) olan kırıklar.
4	Diyafiz segmentleri arasında kortikal temasın olmadığı segmental parçalı kırıklar.

Tablo 1.3: Winquist-Hansen Sınıflaması [17]

1.4 Tedavi Zamanlaması ve Yöntemleri

Günümüzde çoğu travma merkezi çoklu travma yaralanması olan hastalarda tedavi şeklini hasar kontrollü ortopedi ilkelerine göre uygulama eğilimindedir. Buna göre kırığa hızlı ve geçici tespit uygulanmalı, kalıcı tespit ise resüsitasyon ve hemodinamik stabilite sonrasına kadar geciktirilmelidir. Erken tespit için genellikle eksternal fiksator kullanılsa da yakın zamanda yapılan retrospektif bir çalışma göstermiştir ki akciğer komplikasyonları, çoklu organ yetmezliği ve mortalite açısından eksternal fiksator ve iskelet traksiyonu arasında fark olmadığını göstermiştir [18]. Hemodinamisi stabil olan hastalar ise en kısa sürede kırık stabilizasyonu sağlanmalıdır. Yapılan retrospektif bir çalışmada femur kırığı olan travma hastalarında erken tedavi (<24 saat) edilen gruba göre gecikmiş tedavili grupta pnömoni, sepsis, çoklu organ yetmezliği ve ölüm oranlarının arttığı belirtilmiştir [19]. Kırık vakalarında doğru fiksasyon tekniğini kullanmak kırık iyileşmesinde ve uzun dönemli stabilitede çok önemlidir. Fakat tedavi tekniğini seçmek birçok faktöre bağlıdır. Kırık

iyileşmesindeki hedef korteks kısımların kırık yüzeyince birleşmesidir bu da kırık bölgesinin stabilizasyonunun sağlanmasıyla gerçekleşir. Stabilizasyonun sağlanması da kırığın tipine, bulunduğu konuma, üstüne binen yüke göre değişmektedir. Bazı kırıklar alçıya alma gibi basit tedavi yöntemleri uygulanırken; femur, humerus gibi uzun kemiklerde oluşan şaft kırılmalarında intramedüller çivileme, eksternal fiksasyon, plak vida gibi daha karmaşık tedavi yöntemleri uygulanmaktadır [3]. Burada en önemli faktör mekanik yüklemelerdir. Yükün tipi (eğme, basma, burma) ve büyüklüğü fiksasyon metodunun seçilmesinde önemlidir. Diğer bir faktör de kırık bölgesindeki kemik kalitesidir. Kemik kalitesi kullanılacak olan fiksasyon aletinin destekleyeceği dayanımı belirler. Ayrıca yaralanma türü ve yumuşak doku zedelenmesi de fiksasyon metodunun seçilmesinde etkilidir. Fiksasyon aletlerinin tasarımı ve kullanımı kırığın durumuna ve kırık üzerindeki kuvvetlere göre değişmektedir [3].

Femur cisim kırıklarının nihai tedavi eksternal fiksatör, intramedüller çivileme ve plaklamadır. Pelvipedal açılama, sirküler açılama ve traksiyon ise femur cisim kırıklarının konservatif tedavi seçenekleridir. Günümüzde yetişkin hastalarda bu tedavi seçeneklerine ancak internal fiksasyon için yeterli enstrümantasyonun bulunamadığı veya hastalarda stabilizasyonu imkânsız hale getirecek komorbiditelerin bulunduğu durumlarda başvurulur. Kalıcı fiksasyon uygulanana kadar, femurun geçici stabilizasyonunu sağlamak üzere veya enfeksiyon kaynaklı enstrümanların çıkartılması gerektiği durumlarda traksiyon tekniklerine başvurulabilir.

1.5 Traksiyon ve Açılama

Femur kırıklarında uygulanan iskelet ve cilt traksiyonu, ekstremiten uzunluğunu sağlamak için kullanılır. Cilt traksiyonunun kullanımı, etkili kuvvetin cilde zarar vermeden uygulanmasının güç olmasından dolayı femur kırıklarında sınırlı etkinliğe sahiptir. Hastanın hastaneye transferine kadar geçen sürede uygulanacak cilt traksiyonu, ekstremitenin diziliminin korunması, hasta konforunun sağlanması ve hareket sonucu oluşacak yumuşak doku hasarının önüne geçilmesi açısından kullanışlı olabilir.

Distal femurdan ya da proksimal tibiadan geçirilecek ince bir çivi veya Steinmann teli ile iskelet traksiyonu uygulanabilir. Traksiyon çivisi steril bir ortam oluşturularak yerleştirilmeli ve çivi giriş-çıkış yerlerindeki önemli anatomik yapılar bilinmelidir. Çivinin giriş ve çıkış noktaları lokal anestezi ile uyuşturulmalıdır. Güvenli pin yerleştirilmesi femur distalinde medialden laterale, proksimal tibiada ise lateralden mediale doğru olmalıdır. Femur kırıkları için distal femurdan uygulanan traksiyon, hem kırığın direkt ve efektif traksiyonuna izin verir, hem de olası hasarlı bir dizde oluşacak distraksiyonu önler. Septik artrit oluşmasını önlemek için distal femura atılan pinler ekstra-artiküler olmalıdır.

Kalıcı tedavi öncesinde uygulanan traksiyon, yatak başında geçen makaralardan geçen ağırlıklarla sağlanır. Uygulanan bu geçici traksiyon, proksimal femoral segmente uygulanan karşı traksiyon ile dengeli olmalıdır. Eğer traksiyon ile kalıcı tedavi düşünülüyorsa ekstremitenin açısı, uygulanan ağırlık ve traksiyon aksı kırık yerleşimi göz önüne alınarak dikkatle ayarlanmalıdır.

Traksiyon tedavisinde olduğu gibi artık alçılama da günümüz koşullarında kalıcı tedavi için çok nadir kullanılmaktadır. Femur distal ve cisim kırıklarında traksiyonla beraber uygulanan alçılama erken mobilizasyona olanak verilmesini sağlamaktadır. Bu mekanizma ile uyluk yarı rijid bir hidrolik tüpe dönüştürülerek femurun dizilimine olanak sağladığı düşünülmektedir [20].

1.6 İntramedüller Çivileme

İntramedüller çivi genellikle humerus, tibia ve femur gibi uzun kemik kırıklarının tedavilerinde kullanılır ve uzun kemik diyafiz kırıklarında kullanılır. Femur kırıklarında intramedüller çivileme, Gerhard Küntsher, Hey Groves, Rush kardeşler, Ivan Kempf ve Arsene Grosse'un çalışmaları sayesinde, %98'lere varan yüksek kaynama oranları ve açık kırıklarda dahi düşük enfeksiyon riskiyle evrensel bir standart haline gelmiştir. İntramedüller çivileme, 1950-1960 yılları arasında kullanılmaya başlanmış olsa da günümüzdeki şöhretini 80'lerde kilitli çivilerin kullanılmaya başlamasıyla beraber kazanmıştır. İntramedüller çivileme tekniği sayesinde hastada erken dönemde mobilizasyon ve diz ve kalça fonksiyonunu artırır ayrıca kemiğin anatomik olarak daha iyi hizalanmasını sağlar [21]. Fakat geç füzyon ve operasyon zorluğu gibi dezavantajları da vardır [12]. İntramedüller çivinin amacı

kırık bölgesinin stabilizasyonunu sağlamak ve kemiğin anatomik duruşunu koruyarak kırık bölgesine binen yükü transfer etmektir. İntramedüller çivi kemiğin içine açılan kanala yerleştirilir ve vidanın türüne göre kemiğin distal ve proksimal uçlarından vidalarla sabitlenir. Bu vidalar kırık bölgesindeki kompresyona ve rotasyonel harekete karşı direnç sağlar [9-10]. İntramedüller çiviler kemiğin nötral eksenine yakın olduğundan eksternal tedavi yöntemlerinde kullanılan implantlara göre daha az yük taşırlar. Ayrıca intramedüller çivilerin boyutları kritik öneme sahiptir çünkü eğilme ve burulma dirençleri çaplarının dördüncü kuvvetiyle doğru orantılıdır [3].

Yaygın olarak üç tip intramedüller çivi kullanılmaktadır. Bunlar standart intramedüller çiviler, esnek intramedüller çiviler ve kilitli intramedüller çivilerdir. Standart intramedüller çiviler kemiğe kemikle çivi arasındaki sürtünme ile tutunurlar, çiviye sabitlemek için vida kullanılmaz. İlk olarak Küntscher tarafından geliştirilmiştir. Kilitli intramedüller çiviler kemiğe distal ve/veya proksimal uçtan kilitleme vidaları ile sabitlenir. Statik ve dinamik olmak üzere iki çeşit kilitleme türü vardır. Statik kilitleme yönteminde intramedüller çivi femurun distal ve proksimal uçlarından vidalanarak sabitlenir. Böylece eksensel ve rotasyonel yükler çivi üzerinden transfer edilerek kısıalma ve rotasyonel bozukluk sorunları kontrol altına alınmış olur. Winqvist ve Hansen Tip III ve IV kırıklarında kullanılır. Dinamik kilitlemede ise intramedüller çivi femurun sadece proksimal veya distal ucundan vidalanır. Dinamik kilitleme Winqvist Hansen Tip I ve II gibi kortikal temasın daha fazla olduğu kırık tiplerinde kullanılır [17].

McDermott ve arkadaşları [21] yaptıkları çalışmada femur kırıklarında kilitli ve kilitsiz intramedüller çivileme tekniklerini karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda eğme testinde her iki intramedüller çivileme tekniği benzer özellikler gösterse de burma testinde kilitli intramedüller çivileme tekniği kilitsize göre çok daha yüksek burulma değerlerine direnç göstermiştir. Kreb ve arkadaşları kilitli intramedüller çivilemede tedavinin uygulanabilirliğinin zorluğundan ve operasyon süresinin uzunluğundan dolayı 12 femur, 17 tibia toplam 29 kırık vakasında kilitsiz intramedüller çivileme tekniğini kullanmışlardır. Tedavi sonrasında 1 hastada eksensel ve rotasyonel instabilite oluşmuştur, geri kalan 25 hastada bir sorunla karşılaşmamıştır. Yapılan çalışma sonucunda kilitsiz intramedüller çivileme ile çok daha kısa operasyon süresi ve kolay uygulanabilirlikle tedavi yapılabileceği gösterilmiştir.

Brumback ve arkadaşları [22] 133 femur kırığı vakasında dinamik kilitleme metodunu kullanmışlardır ve çalışmanın sonucunda daha stabil ve kararlı füzyon gerçekleşebilmesi için transvers ve kısa oblik kırıklarda dinamik kilitleme tekniğinin kullanılması gerektiğine ulaşmışlardır. Guodong Wang ve arkadaşları [23] yaptıkları çalışmada yeni bir kilitleme sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri yeni tasarımda intramedüller çivi proksimal uçtan vidalarla sabitlenirken distal uçta vida kendi uçlarından genişleyerek kemiğin iç duvarında sürtünme ile kendisi tutunmaktadır. Tasarımlarına dört nokta eğme, eksenel basma ve burulma testleri uygulayarak statik kilitleme yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Yaptıkları testler sonucunda geliştirdikleri kilitleme sisteminin statik kilitleme tekniği ile yaklaşık aynı değerlerde hasara uğradıklarını göstermişlerdir. İntramedüller çivilerin üretildiği malzeme çivinin stabilitesini ve dayanımını etkilemektedir.

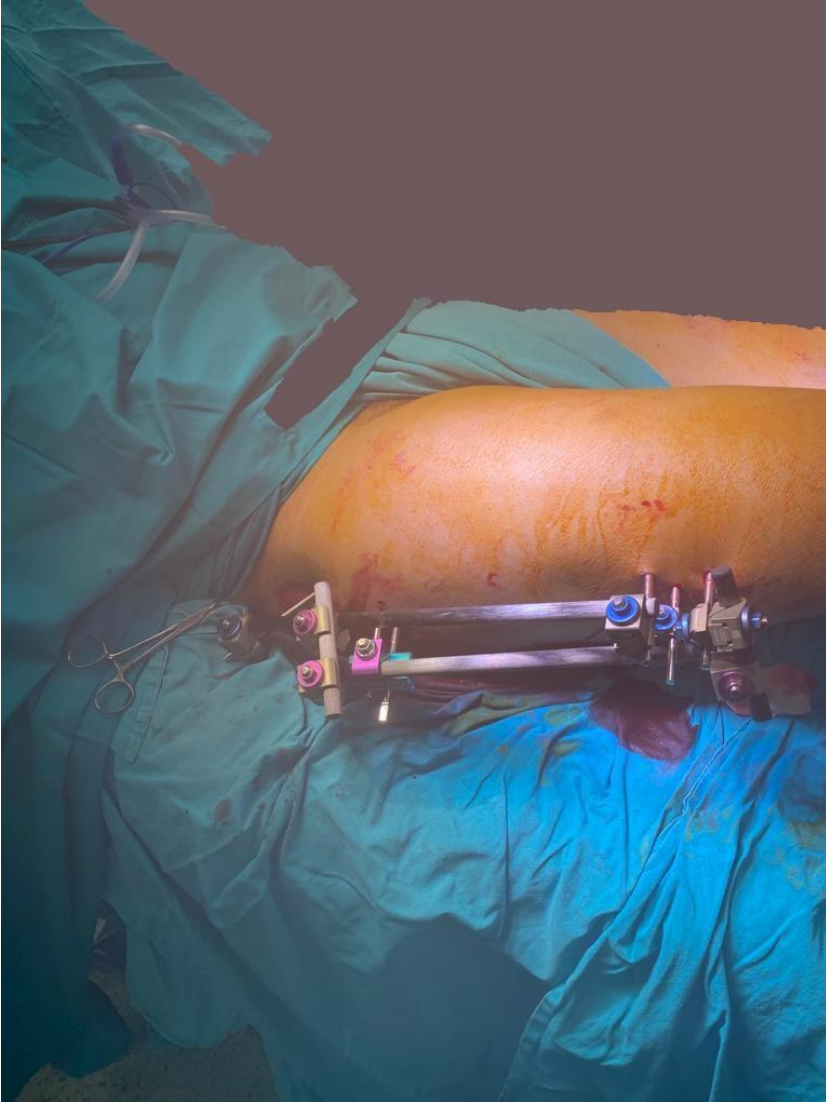
Aitchison ve Johnstone [24] yaptıkları çalışmada paslanmaz çelikten üretilmiş intramedüller çivilerin titanyumdan üretilenler ile yaklaşık aynı kopma dayanımına sahipken paslanmaz çelik ile üretilmiş çivilerin % 25 daha fazla torka direnç gösterebildiklerini göstermişlerdir. Çivi çapı intramedüller çivinin eğilme ve burulma rijiditesini etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda çivi çapının 3. derece kuvveti eğilme, 4. derece kuvveti ise burkulma rijiditesiyle doğru orantılıdır. Ayrıca çap, intramedüller çivinin kemik içine yerleşmesinde de etkilidir, iyi yerleşmiş bir intramedüller çivi kemik içinde daha az hareket edeceğinden daha kararlı bir füzyon sağlar [25].

1.7 Eksternal Fiksasyon

Eksternal fiksasyon pin, kablo, metal çubuk gibi elemanların birlikte kullanımıyla kemiği anatomik pozisyonunda hizalamak için uygulanan bir tekniktir. İlk olarak Lambotte tarafından 1902 yılında icat edilmiştir. Basit haliyle eksternal fiksasyon yöntemi bir metal çubuğun kemiğe vücut dışından kırık bölgesinin distal ve proksimal kısımlarından Schanz vidaları ile stabilizasyonunu kapsar.

İntramedüller çivi ve plaklar ile kıyaslandığında yumuşak dokuya, bölgedeki kan akışına ve periostumuna daha az zarar verir [26]. Unilateral fiksatörlerin stabilitesi Schanz vidalarının konumuna, metal çubuğun kemiğe olan uzaklığına, metal çubuk sayısına, Schanz vidalarının çapına ve fiksasyonun uygulandığı düzlem sayısına göre değişmektedir. Eksternal fiksasyonun femur kırığının nihai tedavi için kullanım endikasyonları sınırlıdır. Özellikle femur kırığında ekstremitte uzunluğunu geçici

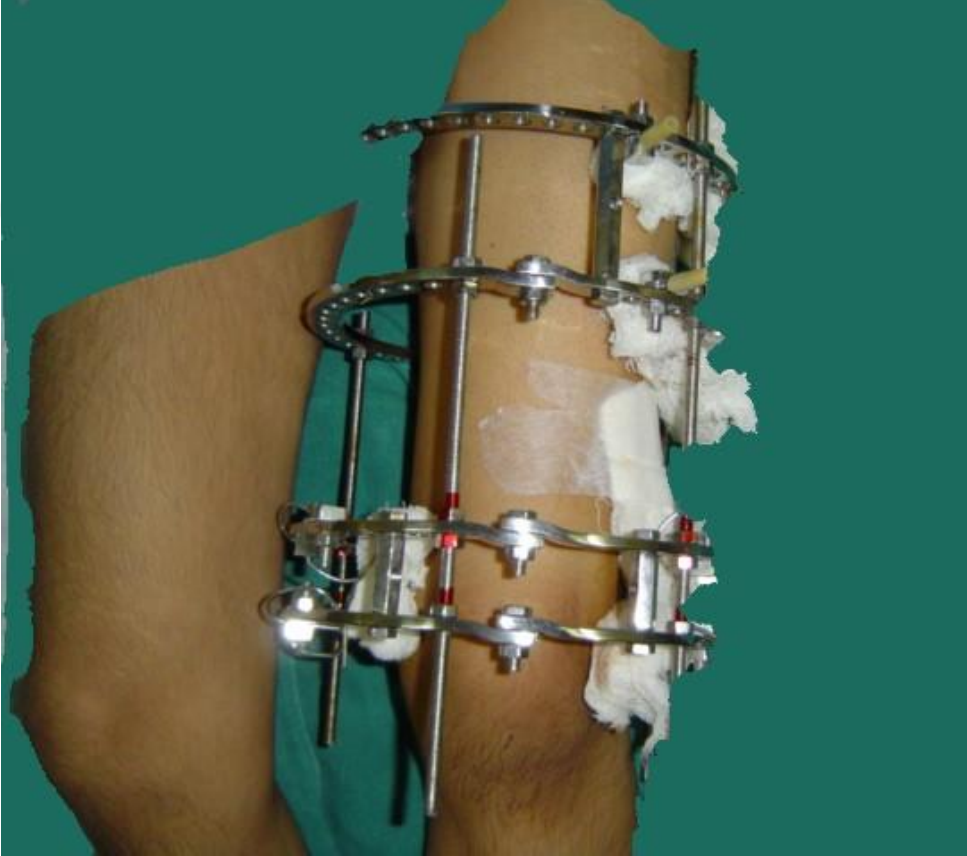
olarak sağlamak için kullanılır. Eksternal fiksator uygulamasının kısa olması en büyük avantajdır. Geniş kontaminasyonu olan çeşitli yumuşak doku yaralanmaları, ikinci bir debridman gerektiren kas ezilmesi, medüller kontaminasyon, damar tamirinden önce stabilizasyon gereken durumlar ve diğer tedavileri engelleyen çoklu travması olan hastanın femur çivileme öncesi geçici tedavisi (hasar kontrollü yaklaşım) eksternal fiksatorün kullanım endikasyonlarıdır.



Şekil 1.4: Unilateral eksternal fiksator

Unilateral fiksatorlerin dışında çember çerçeveli fiksatorler de bulunmaktadır. Bu tasarımı 1950 yılında ilk olarak Gavriil İlizarov tasarladığından bu tarz fiksatorlere İlizarov fiksatorü denmektedir [27]. Eksternal fiksasyon tekniğinde rotasyonel bozukluklar oluşmamaktadır fakat hastanın vücudu dışında bir parça olduğundan hareketi kısıtlamaktadır ve pinlerin vücutla temas ettiği bölgelerde genellikle

enfeksiyon meydana gelir[28]. İlizarov fiksatorlerde kullanılan çemberin çapı, sayısı, aralarındaki uzaklık fiksatorün stabilitesini etkilemektedir. Kullanılan çemberin çapının küçük olması stabiliteyi arttırmaktadır. Carrell ve Girard [29] yaptıkları çalışmada İlizarov fiksatorlerinde kullanılan çemberin çapını 2 cm düşürdüklerinde fiksatorün eksensel stabilitesinin %70 arttığı sonucuna varmışlardır. Fiksatorde kullanılan çember sayısı arttıkça ve bunlar arasındaki uzaklık azaldıkça da fiksatorün stabilitesi artmaktadır [27].



Şekil 1.5: İlizarov Fiksatorü

Murphy ve arkadaşları [30] toplam 35 femur kırığı vakasında eksternal fiksator ve intramedüller çivileme tekniklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda intramedüller çivileme tekniği ile tedavinin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiş ve eksternal fiksasyon tedavisi uygulanan hastalarda diz ekleminde hareket kısıtlılığı ve enfeksiyon görülmüştür. Kim ve arkadaşları [31] yaptıkları çalışmada eksternal fiksator ve elastik intramedüller çivi ile tedaviyi karşılaştırmışlardır. 28 pediatrik femur shaft kırığı vakasının 15'inde elastik intramedüller çivi, 13'ünde eksternal fiksator kullanmışlardır. Çalışma sonucunda iki grup da yaklaşık olarak aynı sonucu

verse de eksternal fiksator grubunda enfeksiyon, açısız deformiteler gibi sorunlar çıkmıştır.

Gülabi ve arkadaşları [32] çalışmalarında tibiaadaki kemik kaybı ile füzyon olmama durumlarında İllizarov fiksatorü ile intramedüller çiviyi beraber kullanmışlardır. Bu teknikte intramedüller çivi kemiğin içine yerleştirildikten sonra İllizarov fiksatorü ile dışarıdan sabitlenmektedir. Toplamda 5 hasta üzerinde yapılan çalışma sonucunda hiçbir hastada yanlış füzyon olması veya füzyon olmaması durumu görülmemiştir. Paley ve arkadaşları [33] yaptıkları çalışmada femur ve tibia kırıklarında intramedüller çivileme ve eksternal fiksasyon tekniklerini sıralı bir şekilde uygulamışlardır. Öncelikli olarak eksternal fiksator ile deformiteleri gidermişlerdir. İntramedüller çivi yerleştirildikten sonra eksternal fiksator sökülmüştür. Bu sayede eksternal fiksator ile kırık bölgesinin anatomik pozisyonda füzyon olmasını sağlarken intramedüller çivi ile de hastanın hareketliliğine kısıtlama getirmemiş olmuşturlar. Geliştirilen bu teknik 14 femur ve 6 tibia şaft kırığı vakasında uygulanmıştır. Sonuç olarak hastalarda yanlış füzyon görülmemiştir. Tüm hastalar ortalama 8 hafta içerisinde iyileşme göstermiştir.

1.8 Plak Tespiti

1960'ların başında uygulanmaya başlayan AO prensipleri ile modern plaklama yöntemi de şekillenmiş oldu. Plak tespitinde katı tespit ve anatomik yerleştirme olmazsa olmaz şarttır. Genellikle femur için kırığın her iki tarafında sekiz korteksin tutturulması yeterli olarak kabul edilir [34]. Katı tespit ve erken mobilizasyona izin veren intramedüller çivilemenin yaygın bir şekilde kabul görmesi ve başarısıyla günümüzde femur cisim kırıklarının erişkin tedavisinde uygulanması nedeniyle plak tespiti kısıtlı durumlar dışında femur kırık stabilizasyonunda yer bulamamaktadır. Plak uygulamanın avantajları; uygun kırıklarda anatomik redüksiyonun sağlanması ve femur boynu, asetabulum ve distal femur gibi çivinin giriş referans bölgelerinde oluşacak ek travmaları azaltmasıdır. Temel dezavantajı ise intramedüller çivi yöntemiyle kıyaslandığında daha büyük cerrahi girişim gerektirmesidir. Bu nedenle kan kaybı, yumuşak doku harabiyeti ve enfeksiyon gibi komplikasyonlara neden olabilir. Uyluk bölgesi kas hasarına bağlı diz hareketlerinde kısıklılığa ve kas güçsüzlüğüne neden olabilir.

Plak uygulama endikasyonları;

- Medüller kanalı ciddi dar olan hastalarda
- Önceden yanlış kaynamış bir kırığın çevresindeki kırıklarda
- Tamir gerektiren ilişkili damar yaralanmalarında
- Daha önce yerleştirilmiş implantta veya implant çevresinde (periprostetik) kırıklarda
- İskelet immatüritesi olan hastalarda

Kırığın durumuna göre açık veya submusküler teknik ile plak uygulanabilir. Femur cisminin kortikal redüksiyonuna izin veren basit kırık tiplerinde A.O. prensipleri ile açık cerrahi ile kompresyon plağının yerleştirilmesi önerilir. Segmental ayrılmaya neden olan kırıklarda ise submusküler köprü plaklama teknikleri uygulanabilir. Plak uzunluğu ve genişliği netlik kazanmamış olup, en basit kırıklarda 10 delikli ve 4,5 mm'lik plak olmalıdır. Plak genişliği hastanın femur çapına uygun seçilmelidir. Geçmişte kırığın her iki tarafında minimum 8 adet korteks tutulması önerilirken, günümüzde yeterli stabilizasyonu sağlayacak vida sayısı tam olarak netlik kazanmamıştır [35]. Bunun yanında her segmente 3 vida uygulanması biyomekanik fiksasyon için gereklidir. Bu 3 vidadan biri plağın en ucuna, diğeri kırık hattına yakın tercihen oblik yerleştirilmiş olmalıdır. Bunların dışında yerleştirilen 3. vida torsiyonel stabiliteyi artırır [36].



Şekil 1.6: Femur Plak Uygulaması

1.9 Kompartman Sendromu

Kapalı bir osteofasial alanda hidrostatik basınç artışı ile ortaya çıkan kas ve sinir dokusu hipoperfüzyonu kompartman sendromu olarak adlandırılır. Femur kırığı sonrası kompartman sendromu insidansı %1-2 olarak hesaplanmıştır [53]. Şiddetli uyluk ağrısı ve gergin şişlik, koopere hastada kompartman sendromu yönünden uyarıcı olmalıdır. Pasif germe ile artan uyluk ağrısı kompartman tanısıyla uyumludur. Uyluk boyunca ilerleyen duyuşal sinir dağılımlarında his kaybı görülebilir. Kompartman basınç izlemi koopere hastada tanıyı desteklemek için kullanılabilir. Bilinci kapalı hastada tanı konulması güç olduğundan kompartman basınç ölçümü daha önemlidir. 30-40 mmHg basınç eşik değeri ölçümleri uyluk kompartman sendromu tanısını destekler [54]

Uyluk Kompartman Sendromu Predispozan Faktörleri;

- Sistemik Hipotansiyon
- Koagulopati
- Vasküler Yaralanma
- Eksternal Uyluk Kompresyonu
- Uyluk Travma Öyküsü (femur kırığı olsun ya da olmasın)

Schwartz ve arkadaşlarının [54] yaptığı bir çalışmada 21 uyluk kompartman sendromu incelenmiştir. Bu hastaların 10 tanesinde femur kırığı vardı ve femur kırıklarının yarısı açık yaralanmalardı. Tibiada olduğu gibi femur açık kırıklarında da kırık, uyluk kompartmanlarını yeterli ölçüde dekomprese edememektedir.

Uyluk kompartman sendromu tedavisi acil dekompresif fasyatomidir. Lateral insizyon ile anterior ve posterior kompartmanlara ulaşılabilir. Buna ilaveten medial bir yaklaşım gerekliliği medial kompartmanın basıncı ölçülerek karar verilir. Şişlik nedeniyle primer kapatma veya fasyatominin deri grefti en az 5 gün geciktirilir [54]

1.10 Kaynamama

Kaynamama, 6-9 aylık klinik ve radyolojik takiplerde veya art arda 3 ay boyunca kırıkta radyolojik herhangi bir iyileşme görülmemesi olarak tanımlanır [39]. Kaynamama klinik olarak hastada devam eden ağrı, radyolojik olarak da anterior-posterior ve lateral grafilerde en az üç kortekste kaynama yetersizliğini içermektedir. Radyolojik olarak şüpheli kalınan durumlarda ise bilgisayarlı tomografiye başvurulmalıdır. Cerrahi teknik ve çivi tasarımındaki gelişmelere rağmen oymalı ve kilitlemeli çivi kullanımında düşük oranlarda da olsa kaynama halen var olan bir sorundur.

Winqvist ve arkadaşlarının 520 hasta üzerinde yaptıkları retrospektif bir çalışmada %0.9 oranında kaynamama görülmüştür [17]. Volinsky ve arkadaşlarının 551 femur kırığından oluşan bir seride kaynama oranını %6 olarak bildirmişlerdir [37]. Pihlajamaki ve arkadaşlarının 280 femur kırığı olan hastaları içeren bir serinin de ise kaynama oranı %12.5 olarak bildirilmiştir [38].

Femur kaynamamanın etiyolojik nedenleri enfeksiyon, sigara kullanımı, bozulmuş vaskülarite, mekanik instabilite, kırık bölgesinin distraksiyonu, kemik kaybı ve yumuşak doku interpozisyonudur. Açık kırıklar ve yumuşak kaybı kemik kan akımını bozarak kaynamamaya neden olabilir. Vasküleritenin bozulması travmaya veya cerrahiye bağlı gelişebilir. Küçük boyutlu çivi kullanımı yeterli stabilite sağlamadığı için kaynamamaya neden olabilir. Kemik iyileşmesini üst düzeyde tutabilmek için distraksiyondan kaçınılmalıdır. Bu nedenler dışında altta yatan metabolik hastalık kaynamaya engel olabilir. Seri görüntülemelerde kırık hattının kaybolması, kortikal devamlılık ve kallus boyutu (Atrofik/Oligotrofik/Hipertrofik) radyografik değerlendirmede kullanılan parametrelerdir [39]. Günümüz literatüründe kaynamama tedavisi için birçok yöntem tanımlanmıştır. Bunlar dinamizasyon, büyük boy çivi ile revizyon, kemik greftlemesi ve plak ile tespit, sirküler eksternal fiksatörler, elektriksel-elektromanyetik uyarım ve kemik morfojenik proteinlerin (bone morphogenic proteins-BMP) kullanılmasıdır[40].

2. TEZİN AMACI

Femur shaft kırığı nedeniyle ilk cerrahisinde intramedüller çivi ile tedavi edilen ve klinik takiplerinde aseptik kaynamama gelişmesi sonrası çivi revizyonu uygulanan hastaların kaynama sonuçlarını değerlendirmek.

3. YÖNTEM ve CERRAHİ TEKNİK

Çalışmamızda 2014 ve 2021 yılları arasında femur shaft kırığı nedeniyle opere olan yetişkin (18 yaş üzeri) ve 6-16 aylık (ortalama 9.7 ay) takiplerinde kaynamama kararı verilen 27 hasta retrospektif olarak incelendi. Hastalardan iki tanesi çalışma dışı bırakıldı. Bu hastalardan 42 yaşında erkek olan hastanın revizyon öncesi yara yerinden akıntısı mevcuttu. Enfeksiyon değerleri yüksek olan hastadaki mevcut çivi çıkarılıp eksternal fiksator uygulandı. 3 aylık antibiyotik sonrası hastaya intramedüller çivi uygulandı. Diğer hasta ise 73 yaşında kadın hasta cerrahi sonrası 4. Ayda ikinci bir travmaya maruz kalıp intramedüller çivi kırıldı. Hastadaki mevcut çivi implant yetmezliği nedeniyle revize edildi. Bu nedenlerle çalışmamıza 25 hasta dâhil edildi (Tablo:3-3).

Radyolojik olarak kırık iyileşmesinde aylık üç ardışık kontrolde kaynamada ilerleme olmayan ve yardımsız yürüyebilen hastalar çalışmamıza katıldı. Hastaların yaşı 19 ile 59 arasında (ortalama 35 yaş) ve erkek kadın oranı 4:1 idi. Kaynamama

görülen hastaların hepsi trafik kazası gibi yüksek enerjili bir travmaya maruz kalmışlardı. Hastalardan bir tanesi hariç diğerleri kapalı femur shaft kırığıydı. Hastaların ilk cerrahisinde 18 kişinin kırık hattı açılıp redüksiyon sağlandı, 7 kişide ise kırık hattı açılmadan redüksiyon sağlanıp kilitli intramedüller çivi uygulandı.

Hastaların takiplerinin radyolojik incelemesinde kırık tiplerinin dağılım şeklinde gösterilmiştir. Tablo 3.1’de görüldüğü üzere kaynamama tipleri arasında homojen bir dağılım mevcuttur. Ayrıca hastaların Winquist-Hansen sınıflandırmasına göre kırık tipi dağılımı tabloda gösterilmiştir (Tablo 3.2). Revizyon kararı verilen hastaların preopoperatif değerlendirmesinde yapılan tetkiklerde WBC (Beyaz Kan Hücreleri), CRP (C-Reaktif Protein) ve Procalcitonin değerlerinde anormal bir değere rastlanmamıştır.

	Dağılım	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
ATROFİK	9	36,0	36,0	36,0
OLİGOTROFİK	9	36,0	36,0	72,0
HİPERTROFİK	7	28,0	28,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Tablo 3.1: Revizyon Öncesi Kaynamama Tipine Göre Hasta Dağılımı

	Dağılım	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Tip 0	5	20,0	20,0	20,0
Tip 1	6	24,0	24,0	44,0
Tip 2	3	12,0	12,0	56,0
Tip 3	3	12,0	12,0	68,0
Tip 4	8	32,0	32,0	100,0
Total	25	100,0	100,0	

Tablo 3.2: Revizyon Öncesi Kırık Tiplerine Göre Hasta Dağılımı

YAŞI- CİSİYETİ	REVİZYON	KIRIK TİPİ (WİNQUEST HANSEN SINIFLAMASI)	İLK CERRAHİ İŞLEM	KAYNAMAMA TÜRÜ	REVİZYON SONRASI KAYNAMA	Değişen çivi boyutu
52 YAŞ KADIN	8 AY	TİP 4	AÇIK REDÜKSİYON	ATROFİK	YOK	2
27 YAŞ ERKEK	9 AY	TİP 4	AÇIK REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	10. AY	2
34 YAŞ ERKEK	10 AY	TİP 2	AÇIK REDÜKSİYON	ATROFİK	10. AY	2
59 YAŞ ERKEK	15 AY	TİP 1	AÇIK REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	6. AY	1
34 YAŞ ERKEK	6 AY	TİP 0	KAPALI REDÜKSİYON	ATROFİK	6. AY	2
36 YAŞ ERKEK	6 AY	TİP 4	AÇIK REDÜKSİYON	ATROFİK	YOK	2
46 YAŞ ERKEK	6 AY	TİP 3	AÇIK REDÜKSİYON	ATROFİK	6 AY	1
41 YAŞ ERKEK	9 AY	TİP 2	KAPALI REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	7 AY	2
44 YAŞ ERKEK	9 AY	TİP 2	KAPALI REDÜKSİYON	ATROFİK	YOK	1
32 YAŞ ERKEK	16 AY	TİP 3	KAPALI REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	5 AY	2
29 YAŞ ERKEK	8 AY	TİP 1	KAPALI REDÜKSİYON	HİPERTROFİK	YOK	2
31 YAŞ ERKEK	6 AY	TİP 0	KAPALI REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	4 AY	1
42 YAŞ ERKEK	14 AY	TİP 4	AÇIK REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	11 AY	1
23 YAŞ ERKEK	13 AY	TİP 0	AÇIK REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	12 AY	2
43 YAŞ KADIN	15 AY	TİP 0	AÇIK REDÜKSİYON	ATROFİK	YOK	0
20 YAŞ KADIN	13 AY	TİP 4	AÇIK REDÜKSİYON	ATROFİK	12 AY	1
52 YAŞ ERKEK	10 AY	TİP 1	AÇIK REDÜKSİYON	HİPERTROFİK	8 AY	2
26 YAŞ ERKEK	9 AY	TİP 0	AÇIK REDÜKSİYON	ATROFİK	7. AY	2
28 YAŞ ERKEK	10 AY	TİP 1	AÇIK REDÜKSİYON	HİPERTROFİK	10 AY	2
21 YAŞ ERKEK	8 AY	TİP 1	AÇIK REDÜKSİYON	HİPERTROFİK	8 AY	1
19 YAŞ ERKEK	10 AY	TİP 3	AÇIK REDÜKSİYON	HİPERTROFİK	6 AY	2
46 YAŞ ERKEK	8 AY	TİP 4	AÇIK REDÜKSİYON	HİPERTROFİK	10 AY	2
50 YAŞ KADIN	9 AY	TİP 4	AÇIK REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	14 AY	2
19 YAŞ ERKEK	8 AY	TİP 1	AÇIK REDÜKSİYON	OLİGOTROFİK	6 AY	1
27 YAŞ ERKEK	7 AY	TİP 4	KAPALI REDÜKSİYON	HİPERTROFİK	8 AY	1

Tablo:3-3

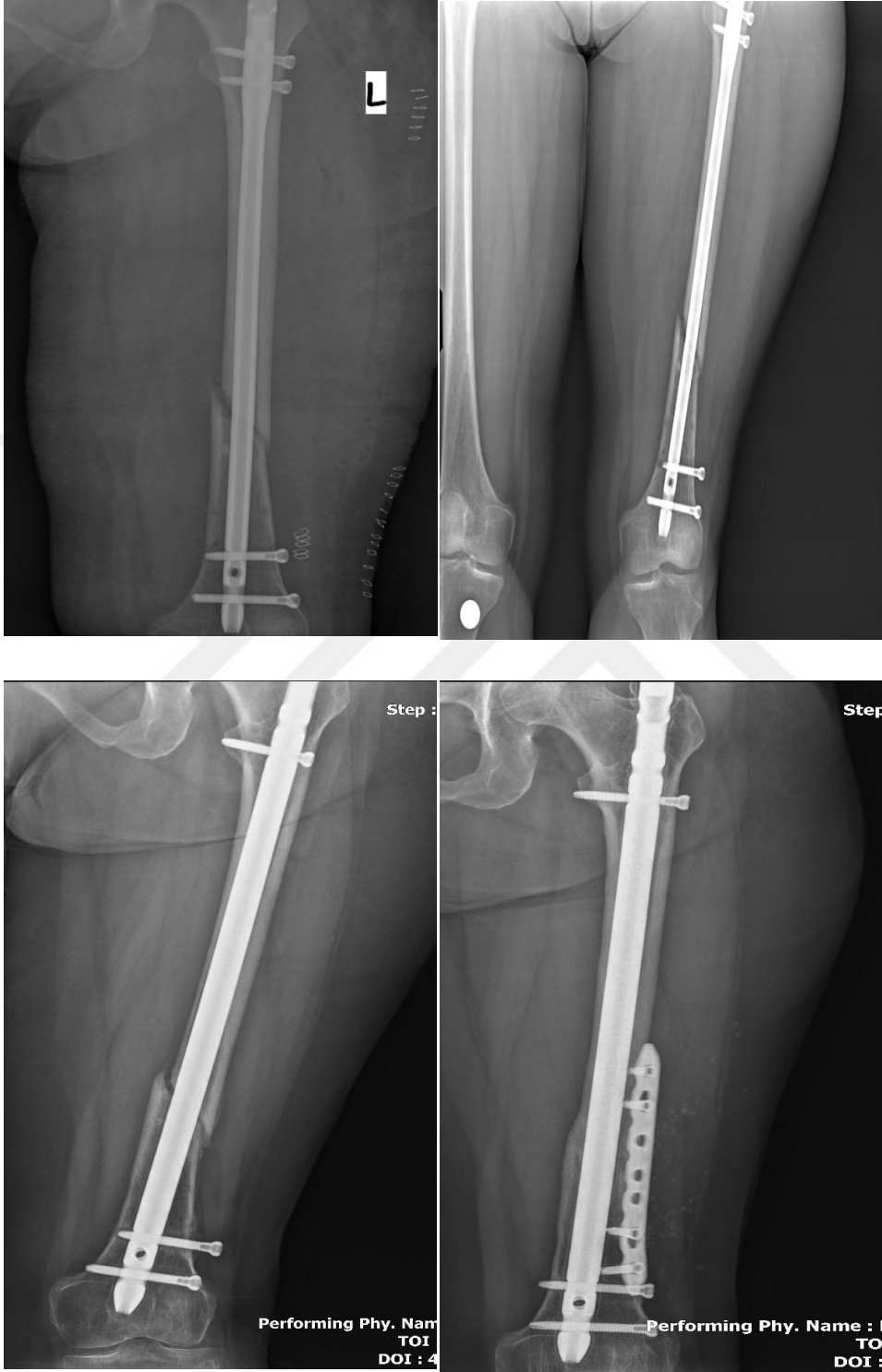
Tüm hastalar spinal anestezi sonrası lateral dekübit pozisyonunda radyolüsent operasyon masasına alındılar. Eski insizyon yerlerinden kesi yapılarak implant materyaline ulaşıldı. Uygun çıkarıcılar ile mevcut çivinin önce distal sonra proksimal vidaları çıkarıldıktan sonra çivinin kendisi çıkarıldı. Daha sonra giriş yerine yerleştirilen guide teli kırık hattının distaline geçirilip intramedüller alana yerleştirildi. Guide telinin intramedüller alanın merkezinde olacak şekilde yerleştirilmesine özen gösterildi. Guide teli üzerinden fleksible oyucularla olabildiğince daha geniş ve kuvvetli bir direnç ile karşılaşınca kadar oyulduktan (1 veya 2 mm, ortalama 1.6) sonra çivi yerleştirildi. Çivinin distali 2 adet statik vida ile kilitlendikten sonra kırık hattı komprese edilip proksimalden statik vida/vidalar ile kilitlendi. Sadece bir hastada kırık hattında bulunan kabloları çıkarmak için kırık hattı açıldı. Diğer hastalarda kırık hattı açılmadı. Kanama kontrolü sağlandıktan sonra bol yıkama sonrası katlar usulüne uygun kapatıldı. Postoperatif opere olan ekstremitelere elastik bandaj ile sarıldı.

Postoperatif takiplerde hiçbir hastada komplikasyon gelişmedi. Postoperatif dönemin ikinci gününden itibaren tüm hastalara opere edilen ekstremitelere yük verdirilerek mobilize edildi. Kuadriseps kas güçlendirici egzersizler ve diz ve kalça eklem açıklıklarının sağlayacak egzersizler yaptırıldı. Operasyonun ilk 5 gününde hastalar taburcu edilip 4-6 haftalık kontrollere çağırıldı. Kontrollerde radyografik değerlendirmeler not edildi ve kayıt altına alındı.

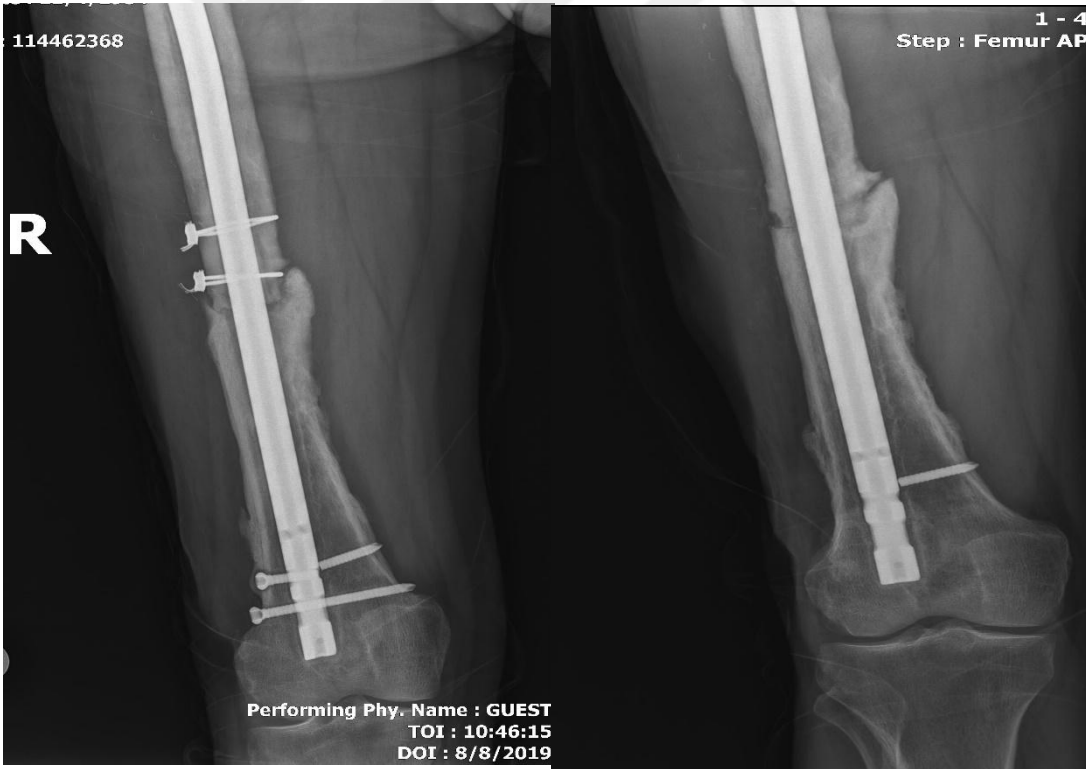
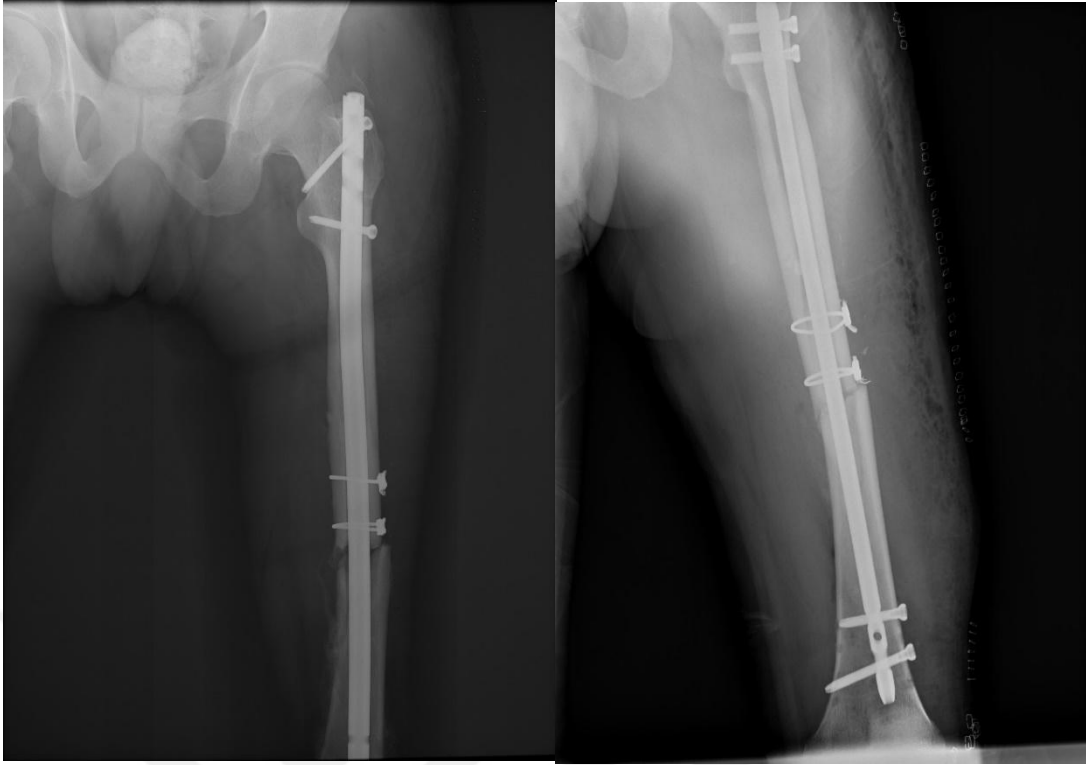
4. BULGULAR

Revizyon sonrası 20 hastada (%80) başarılı sonuç elde edildi. 5 hastada (%20) ise 6-18 aylık takip sonrasında henüz kaynama görülmedi. Kaynama görülmeyen hastalarda yara yeri enfeksiyonu ve malunion (açılanma >10 derece, rotasyon >10 derece veya kısalma >2 santimetre) yoktu. Kaynama görülmeyen hastalardan bir tanesinin cerrahisinde 10 mm'lik çivi çıkarıldıktan sonra uygun oyucularla zorlu bir şekilde 11 mm'lik oyucu ile oyulmasına rağmen tekrar 10 mm çivi uygulanabildi. Revizyon cerrahisinden 12 ay sonra hastanın femur kırık hattı açıldı ve kırık hattına greft konulmadan plak uygulaması ile stabilizasyon sağlandı. Cerrahi sonrası mevcut çivisi çıkarılmayan hastaya ağırlık verdirildi. Bu tedavi yöntemi ile hastanın takiplerinde 7. ayda kaynama görüldü (Şekil:4-1). Revizyon yapılmasına rağmen kaynama olmayan diğer hastanın ise kırık hattı çevresinde bulunan kablolar çıkarıldı

ve çivi dinamizasyonu sağlandı. Bu tedaviye rağmen kırık iyileşmesinde bir ilerleme kayıt edilemedi (Şekil:4-2)



Şekil 4-1: 43 yaş kadın hasta (Winquist Hansen tip 0) araç içi trafik kazası; birinci grafide travma sonrası ilk cerrahi grafisi, 2. Grafi de ise 12 ay sonra atrofik kaynamama görülmekte. Revizyon cerrahisinde eş boyutlu çivi ile revizyon uygulanan hastanın takiplerinde kaynama görülmeydi (3. Grafi). Plak uygulaması sonrası 7. ayda kaynama (4. Grafi) görülmektedir.



Şekil 4-2: 32 yaş erkek hasta (Winqvist Hansen Tip 3) birinci grafide 9 aylık takip sonrası oligotrofik kaynamama görülmekte. 2. grafide hastaya büyük boy çivi ile revizyon yapılmıştır. Yaklaşık bir yıllık takip sonrası kaynama görülmeyen hastanın (graf 3) kırık hattında bulan kablolar çıkarılmış ve dinamizasyon yapılmıştır. Buna rağmen 15 ay sonraki grafide (graf 4) hala kaynama oluşmamıştır.

Kırık tipleri (Winquest Hensen sınıflamasına göre) göz önüne alındığında revizyon başarı oranları arasında belirgin bir farklılık görülmedi. Revizyon sonrası kaynamama görülen hastaların Winquest Hensen Sınıflamasına göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 4-1)

	Dağılım	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Tip 0	1	20,0	20,0	20,0
Tip 1	1	20,0	20,0	40,0
Tip 2	1	20,0	20,0	60,0
Tip 4	2	40,0	40,0	100,0
Total	5	100,0	100,0	

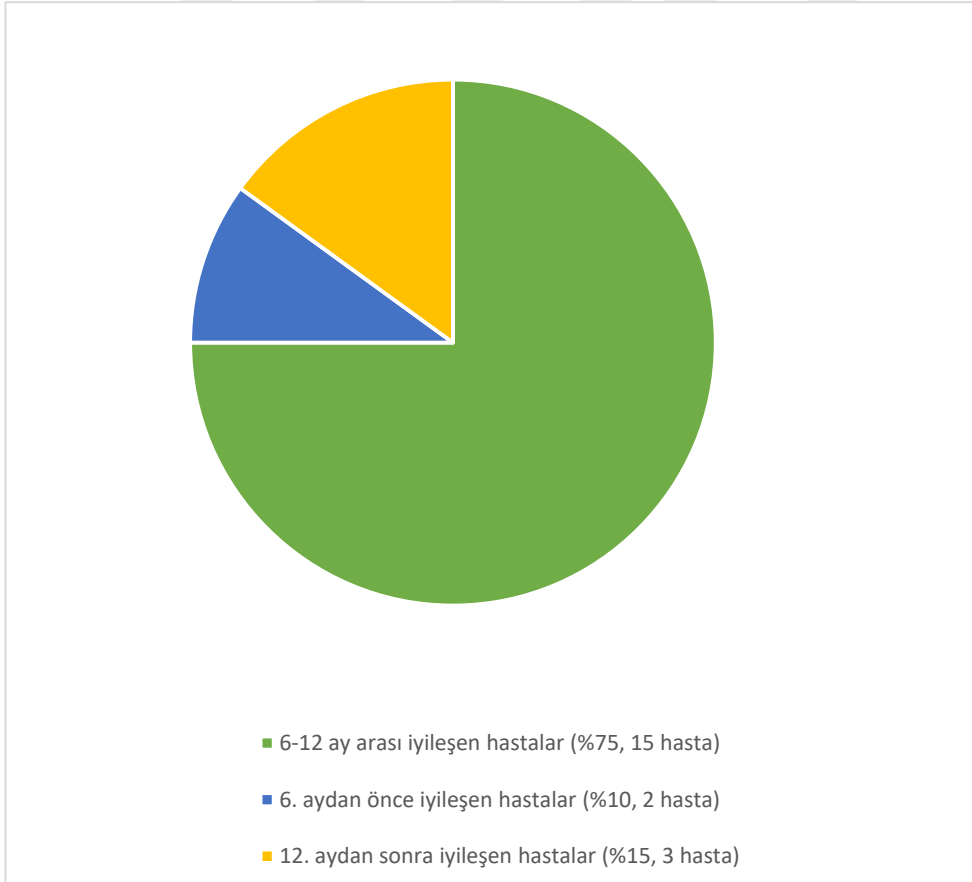
Tablo 4-1: Revizyon Sonrası İyileşmeyen Hastaların Kırık Tiplerine Göre Dağılımı

Revizyon öncesi kaynamama cinsi göz önüne alındığında ise atrofik kaynamama görülen hastalarda revizyon sonrası başarısızlık daha fazla oranla gözlemlenmiştir. 9 atrofik kaynamama görülen hastanın revizyon sonrası 3 (atrofik hastaların %33'ü) hastada başarısızlık gelişmiştir. 9 oligotrofik kaynamama görülen hastanın revizyon sonrası 1 (oligotrofik hastaların %11'i) hastada başarısızlık gelişmiştir. 7 hipertrofik kaynamama görülen hastanın revizyonu sonrası ise 1 (hipertrofik hastaların %14'ü) hastada başarısızlık görülmüştür. (Tablo 4-2)

	Dağılım	Yüzde
ATROFİK	3(9)	33,3
OLİFOTROFİK	1(9)	11,1
HİPERTROFİK	1(7)	14,2

Tablo 4-2: Revizyon sonrası iyileşmeyen hastaların kaynamama tipine göre dağılımı

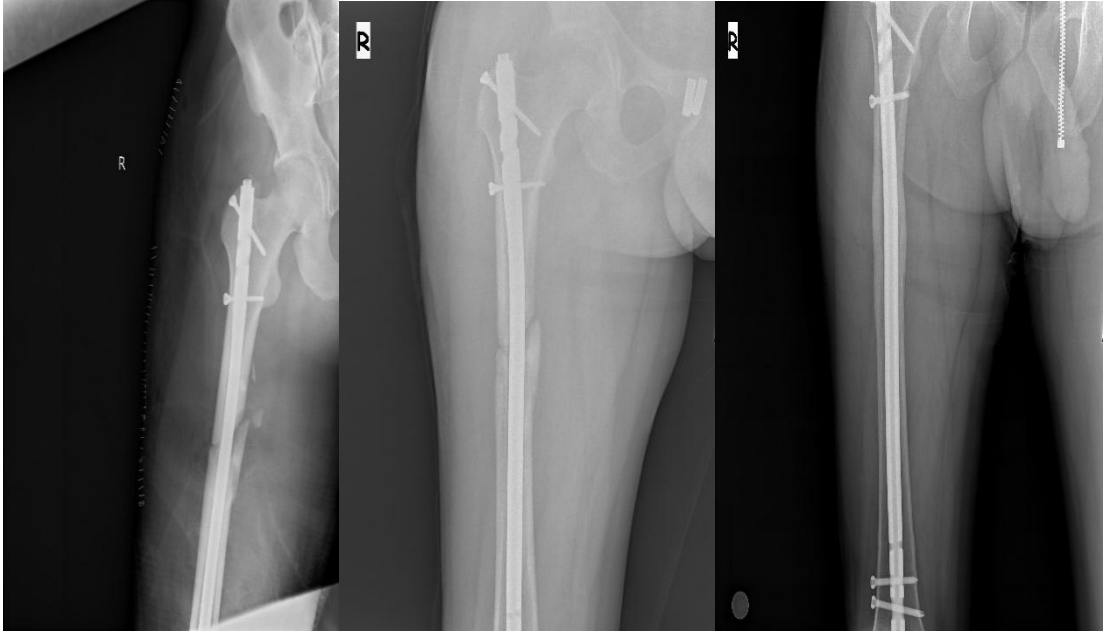
Revizyon sonrası iyileşen hastalarda ortalama 8,3 ay (aralık: 4-14 ay) sonrasında kaynama görülmüştür. Revizyon sonrası hastaların %75 (15 hasta)'inde 6 ile 12 ay arasında kaynama görülmüştür. Hastaların %10 (2 hasta)'unda 6 aydan önce kaynama görülmüştür. Hastaların %15 (3 hasta)'inde ise 12 aydan sonra kaynama görülmüştür (Tablo: 4-3).



Tablo 4-3: Revizyon sonrası iyileşen hastaların kaynama sürelerine göre dağılımları



Şekil 4-3: 32 yaş erkek hasta (Winquest Hensen tip 3) araç içi trafik kazası; birinci grafide post-operative görüntüsü görülmekte. 2. grafide 16 ay sonra hipertrofik kaynamama görülmekte ve hastanın distal vidası kırık olarak görülmektedir. 3. grafide ise revizyonun 5 ay sonrasında kırığın iyileştiği görülmektedir.



Şekil 4-4: 34 yaş erkek hasta araç dışı trafik kazası; birinci grafide post-operative grafi görülmekte. 2. Grafide 10 ay sonra oligotrofik kaynamama nedeniyle hastaya revizyon uygulandı. 3. Grafide revizyon sonrası 10. ayda tam kaynama görülmektedir.



Şekil 4-5: 41 yaş erkek hasta araç içi trafik kazası; ilk grafide femur shaft kırığı nedeniyle opere edildi. Hastada aynı taraf asetabulum kırığı nedeniyle farklı seansta asetabulum kırığı plak vida ile osteosentez yapıldı. 2. grafide 6 aylık kontrol grafisi görülmekte. Oligotrofik kaynamama nedeniyle revizyon uygulanan hastanın 6. ay kontrol grafisinde (3. Grafi) tam kaynama görülmektedir. Revizyondan yaklaşık 2 yıl sonra hastanın implant materyali tamamıyla çıkarılmıştır.

5. TARTIŞMA

Geleneksel olarak kaynamama atrofik, oligotrofik ve hipertrofik olmak üzere üç tipe ayrılmaktadır. Enfeksiyon, mekanik stabilite eksikliği, bozulmuş vaskülerite, kırığın distraksiyonu, kemik kaybı ve yumuşak doku interpozisyonu kaynamaya neden olabilir. Bozulmuş vaskülerite ilk yaralanma veya tedavi ile ilişkili olabilir. Açık kırıklar veya yumuşak doku bozuklukları kemik kan akımının bozulmasına yol açarak kaynamamaya katkı sağlayabilir.

Kaynamamada tedavi prensibi kırık stabilitesini sağlayıp osteojenik kuvvetleri desteklemek amacıyla kırık tipine göre seçilmelidir. Geçtiğimiz yıllar boyunca kaynamama tedavisi ilerleyen bir şekilde geliştirilmiştir. Günümüzde cerrahi ve cerrahi dışı birçok seçenek tedavi bulunmaktadır. Cerrahi seçenekler; çivi dinamizasyonu, çivi revizyonu, kemik greftlemesi ve plak ile tespit ve sirküler eksternal fiksatörlerdir. Cerrahi dışı seçenekler ise elektriksel-elektromanyetik uyarım ve kemik morfojenik proteinlerin (bone morphogenic proteins-BMP) kullanılmasıdır.

Kemik morfojenik proteinleri (BMP) son zamanlarda kaynamama tedavisinde daha sık kullanılır hale gelmiştir. Rekombinant BMP-2 ve BMP-7 kaynamama tedavisinde kullanılan proteinlerdir. Bu iki protein femur kaynamamalarda tek başlarına ve kemik greftlemesi ile kombine bir şekilde kullanılabilir. BMP-7 ve otojen kemik greftinin beraber kullanıldığı prospektif bir çalışmada başarı %100'e ulaşmıştır. Bu çalışmada uzun kemik kırıkları nedeniyle intramedüller çivi uygulanmış 45 hasta (19 femur, 19 tibia, 7 humerus kırığı) kaynamama nedeniyle çalışmaya dâhil edilmiş. Kemik uyarıcı bir ajan olan BMP-7 ve otogreft uygulanan 45 hastanın tamamında ortalama 5 ay içinde kaynama görülmüştür [41]. Sadece BMP-7'nin kullanıldığı çok merkezli bir çalışmada ise; ortalama 6 aylık gözlem sonrasında femur kaynamama bulunan 30 hastanın 26'sında başarılı sonuç elde edilmiştir [42]. Bu proteinlerin yüksek başarı oranları gelecek zaman içinde kaynamamalar için umut vericidir. Ancak maliyet-etkinlik oranının daha kesin değerlendirilebilmesi için ileriye dönük çok merkezli ve randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Elektrik ve elektromanyetik alanlar, toplu olarak, hücre dışı matris (ECM) sentezini düzenleyen ve kırıkların ve kaynamamaların klinik olarak uyarılmasında yararlı olabilecek bir biyofizik tekniği şeklindedir. Alfredo ve arkadaşlarının yaptığı çok

merkezli bir çalışmada 64 femur diyafiz kırığı olan hasta randomize olarak iki guruba ayırmıştır. Kontrol gurubuna sekiz hafta boyunca haftada 1 saat olmak üzere elektromanyetik dalgalar kırık bölgesine uygulanmıştır. Elektromanyetik tedaviye cerrahiden 6 saat sonra başlanmıştır. Tedavinin 12. haftasında elektromanyetik uygulanan hastaların %75'inde iyileşme görülürken, plasebo gurubunda iyileşme oranı %58 olarak kayıt edilmiş. Tedavinin 24. haftasında ise bu oran %94'e %87 olarak kayıt edilmiş [43]. Gecikmiş kaynama veya kaynamama ile ilgili yapılan bir literatür çalışmasında 72 hayvan çalışması ve 69 klinik çalışma incelenmiş. Yapılan araştırmada hayvan deneylerinde %77 başarı oranı raporlandığı, klinik deneylerin ise %73 başarı oranı raporlandığı tespitine ulaşılmıştır [44]. Kırık iyileşmesinde, gecikmiş kaynamada ve kaynamamada olumlu sonuçlar bildirilmesine rağmen; uygulanabilirliğinin güçlüğü, maliyeti ve hastanede kalış süresini uzatması nedenleriyle çoğu klinikte uygulanamamaktadır.

Çivi tasarımına ve kaynamamanın yerleşim yerine göre kilit vidası veya vidalarının çıkarılması dinamizasyon olarak adlandırılır. Minimal bir cerrahi prosedür olmasından ötürü femur kaynamamada cazip bir tedavi seçeneğidir. Günümüzde kullanılan bazı çivi tasarımı tek bir statik kilit vidasının çıkarılmasından sonra meydana gelebilecek potansiyel kısılmayı sınırlayan dinamik bir delik içerir. Bu dinamik vidayı içermeyen çivi tasarımlarında kırığın dinamize edilecek segmentindeki tüm vidaları çıkarmak gerekir. Bu da hastanın ekstremitesinde kısıalma ve rotasyonel problemler oluşturabilir. Rotasyonel açıdan stabil olacağı düşünülen ve anlamlı kısılmanın beklenmediği durumlarda proksimal veya distal kilit vidaların her ikisi de çıkarılabilir. Wu ve arkadaşlarının [45] 24 hasta üzerinde yaptığı bir çalışmada; gecikmiş kaynama nedeniyle 4-12. aylarda uygulanan dinamizasyon vakalarının %42 (10 hasta)'sinde başarısız sonuç elde edilmiştir. Dinamizasyon sonrası kaynama görülmeyen 10 hastanın yarısında 2 cm'den fazla kısıalmalar görülmüştür. Cerrahi prosedürünün kolaylığı ve hastanede kalış süresinin kısa olması avantajları nedeniyle tercih edilebilir bir kaynamama tedavi yöntemidir. Ancak hasta seçimi yaparken kısıalma ve rotasyonel sorunların oluşmaması için, cerrahi uygulanacak hastalar özenle seçilmelidir.

İlk cerrahisinde femur çivi ile opere olan hastaların kaynamamasında greft kullanılarak ya da kullanmayarak uygulanan plak tespiti ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bellabarba ve arkadaşlarının [46] femur kırığı nedeniyle çivi uygulanan ve

takiplerinde kaynama olmayan 23 hasta üzerinde çalışma yapmışlardır. Çalışmada femur kaynamama hastalarının çivileri çıkarıldıktan sonra deformiteleri düzeltmek ve kaynamamaları komprese etmek için indirekt redüksiyon ve plak ile stabilizasyonu sağlanmıştır. Kaynamama vakalarının %28'i atrofik, %48'i oligotrofik ve %30'u hipertrofik olarak sınıflandırılmıştır. Atrofik kaynamamaların tamamında, oligotrofik hastaların ise %73'ünde tamamlayıcı otolog kemik greftleri kullanılmıştır. Plak uygulanmasından sonra ortalama 12 hafta sonra hastaların %91 (21 hasta)'inde kaynama gözlenmiştir. Persistan kaynama görülmeyen 2 hastaya ise plak revizyonu uygulanmış ve revizyondan ortalama 16 hafta sonra iyileşme sağlanmıştır. Ueng ve arkadaşlarının [47] yaptığı bir çalışmada ise 17 femur kaynamama hastaya rotasyonel instabiliteyi önlemek için plak uygulanmıştır. Hastanın mevcut intramedüller çivisi korunduğu için erken dönemde mobilizasyon ve ağırlığa izin verilmiştir. Plak uygulamasından ortalama 7 ay sonra hastaların tamamında kaynama gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Choi ve arkadaşları 15 femur kaynamama bulunan hastada plak ve kemik grefti uygulamasını yapmışlardır. İntraoperatif tüm hastalarda kırık bölgesinde görünür hareket tespit edilmiştir. Kırığın stabilitesini sağlamak için femur lateral yüzeye plak ve greft uygulanmıştır. Benzer şekilde bu hastalarda da intramedüller çivi korunduğu için erken mobilizasyon ve ağırlık uygulanmıştır. Revizyon cerrahisinden sonra ortalama 7.2 ayda tüm hastalarda kaynama görülmüştür.

Literatürde çivi revizyonu yapılarak birçok farklı başarılı sonuçlar elde edilmiştir. David J. Hak ve arkadaşlarının 23 hasta üzerinde yaptığı bir çalışmada % 78,3 (18 hasta) oranında bir başarı elde edilmiştir [48]. Çalışmalarında 1-3 mm çivi değişimi uygulanmıştır. Sigara içmeyen hastaların tamamında iyileşme görülürken, iyileşmeyen hastaların tamamı aktif sigara tüketicisi olarak gözlemlenmiştir. C. Hierholzer ve arkadaşlarının 72 hasta üzerinde yaptıkları retrospektif bir çalışmada %98 (71 hasta) oranında bir başarı elde etmişlerdir [49]. Çalışmalarında 2 mm boyutunda çivi büyütmesi yapılmıştır. Revizyon sonrası 59 hastada (%82) ortalama 5 ayda sorunsuz kaynama görülürken, 13 hastada (%18) ek tedaviye ihtiyaç duyulmuştur. Bu ek tedaviler; ikinci çivi revizyonu (4 hasta), dinamizasyon (5 hasta) ve elektromanyetik uygulama (4 hasta). Bir hastaya ise greft ve plak uygulama sonrası kaynama görülmüştür. Bir başka çalışmada ise femur kaynamama nedeniyle 30 hastaya (24 erkek, 6 kadın) femur revizyon uygulanmıştır. Çalışmaya dâhil edilen hastaların 22 tanesi hipertrofik kaynamama 8 tanesi ise oligotrofik kaynamama olarak

kayıt edilmiştir. Ortalama 23.1 haftada (13.7-36.9 hafta) 27 hastada (%90) tam kaynama görülmüştür. Kaynama görülmeyen 3 hastanın tamamının femur istmik bölge kırığı olduğu ve bu hastalardan ikisinin oligotrofik birinin ise hipertrofik kaynamama olduğu görülmüştür [55].

Ayrıca yapılan çalışmalarda büyüyen çivi boyutu aksiyel ve rotasyonel stabiliteyi artırdığı gözlemlenmiştir [50]. Çalışmada iki farklı çapta (9 ve 11 mm) intramedüller çivinin kırılma yeri stabilitesi üzerindeki etkisini, gerilim/basınç, burulma, dört nokta eğilme ve kesme testlerinde incelemek için altı çift insan tibiası kullanılmıştır. Çiviler statik ve dinamik olmak üzere iki kilitleme modu ile kullanılmıştır. Statik kilitleme ile 11 mm çapındaki çivi, 9 mm çapındaki çiviyle karşılaştırıldığında, kırık bölgesi hareketinde önemli ölçüde (%30-59) daha fazla azalma sağlanmıştır. 11 mm çapında bir çivi kullanılarak kemik implant yapısının sertliği %20 ile %50 arasında arttırıldı. Dinamik sıkıştırma, kırık bölgesindeki parçalar arası hareketlerin %79'a kadar daha da azaltılmasına ve sistem sertliğinin %80'e kadar artırılmasına izin vermiştir. Biyomekanik zeminlerde, kırık bölgesi hareketini en aza indirmek için maksimum raybalama ile mümkün olan en büyük çivi çapı kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Her ne kadar kansellöz kemik grefti ile yeterli stabilizasyon sağlanması kaynamamada en yüksek başarı oranına sahip olsa da; çivi revizyonunun kemiğin içerden greftlenmesini sağlayarak açık kemik greftlenmesine üstün olduğu çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Wu ve arkadaşları [45] tarafından 40 femur kaynamama bulunan hastada prospektif gözlem yapılmıştır. Hastalar rastgele iki guruba ayrılmıştır. Çalışmaya dâhil edilen hastaların endikasyonları 1 cm'den kısa kısalığın olduğu, rotasyonel veya açısal yanlış hizalamanın olmadığı ve büyük kemik kusurlarının olmadığı aseptik kaynamamalar oluşturmaktadır. Kapalı teknikte intramedüller çivi oyma işlemleri sonrası daha büyük boy çivi ile stabilize edilmiştir. Açık teknikte ise kırık hattı açılıp debride edildikten sonra greftli veya greftsiz plak ile kırık hattı stabilize edilmiştir. Greft için tibia proksimali kullanılmıştır. Takip edilen hastaların tamamında 1-3 yıl arasında kaynama görülmüştür. Her iki cerrahi prosedürde de anlamlı bir komplikasyon görülmemiştir. Kapalı teknikle çivi revizyonu yapılan hastalar daha kısa sürede iyileşmiştir. Kapalı teknik açık cerrahiye kıyasla daha kısa sürmüştür.

Oyma işleminin önemli bir endişesi, matkap ucunun yarattığı ısının nekroz ve kemik iyileşmesinin bozulmasına neden olan zararlı etkisidir. Bununla birlikte, sınırlı oymanın yararlı etkileri, son zamanlarda lokal biyolojik yapının iyileştirilmesine ve kaynamama bölgesinde kemik iyileşmesinin uyarılmasına neden olduğu gösterilen oyma grefti olarak tanımlanmıştır. Ek olarak, kök hücre veya otolog kemik grefti yerine oyma kalıntılarının kullanılması, otolog kemik grefti alınması için ekstra cerrahi önler. Oyma kalıntıları canlı osteoblast benzeri hücreler ve büyüme faktörleri içerir ve böylece doğal bir osteoindüktif iskelet görevi görebilirsiniz. Bir koyun kaval kemiği modelinde, oyma döküntüsü ile tedavi edilen kemikler daha büyük bir kallus hacmi, kemik hacminin arttığını, kırık boşluğundaki kıkırdak hacminin azaldığını ve boşluk grubuna kıyasla burulma tokluğunun arttığını göstermiştir [51].

Çivi yerleşimi için minimal insizyon, kırık hattının açılmaması, kısa operasyon zamanı ve düşük komplikasyon riski çivi revizyon cerrahisinin avantajlarıdır. Ancak geniş defektli kırıklarda kırık hattına müdahale edilememesi revizyon cerrahisi için dezavantaj oluşturmaktadır. Bilindiği üzere kırık hattında minimal açıklık ve yeterli stabilizasyon kırık iyileşmesi için gerekli faktörlerdir. Bu nedenle geniş kemik defektleri mevcut ise açık kemik greftlemesine öncelik vermek gerekebilir. Asihærjiang ve arkadaşlarının [52] yaptığı femur kaynamama bulunan 14 hastayı kapsayan çalışmada hastalara greft ve çift plak uygulaması yapılmıştır. Kaynamama tedavisi uygulanan hastalar ortalama 14.8 (10-25) takip edilmiştir. Hastaların hiçbirinde yara enfeksiyon veya fiksasyon başarısızlığı görülmemiştir. Hastaların tamamında ortalama 5.2 ay içerisinde iyileşme görülmüştür.

Lou ve arkadaşlarının yaptığı bir meta-analiz çalışmada 80 referans incelenmiş yalnızca 3 araştırma uygunluk kriterlerini sağladığı için çalışmaya dâhil edilmiştir. Üç çalışmada 232 hasta meta-analiz için retrospektif incelenmiştir. İnceleme sonucunda plak uygulamanın kaynama üzerine etkisinin üstün olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Her iki cerrahi prosedürde de ciddi komplikasyon gelişmemiştir. Çivi revizyonunda daha kısa cerrahi süre kayıt edilmiştir. Bu meta-analizde her ne kadar plak uygulaması femur kaynamama tedavisinde üstün görünse de daha kesin sonuca ulaşabilmenin geniş çaplı ve çok merkezli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşımlardır [56].

Le Baron ve arkadaşları [57] uzun kemik kaynamaması bulunan 59 hasta üzerinde prospektif bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada hastalar iki gruba ayrılmışlardır. Birinci grup hastaya (30 hasta) oymalı çivi revizyonu uygulanmış, ikinci gruba ise (29 hasta) iliak krestten alınan greft uygulanmıştır. Çalışmanın amacı uzun kemik kaynamamalarının tedavisi için iki otogreft kaynağını karşılaştırmaktır. Çalışmaya dâhil edilen hastalarda 2 cm'den küçük kemik defekti mevcutmuş. Çalışmada hastaların ameliyat süreleri, revizyon sonrası kaynama süresi, morbidite, hastanede kalış süreleri, analjezik ihtiyacı ve kan transfüzyon ihtiyaçları karşılaştırılmış. Çalışmanın sonucunda iliak krestten alınan hastalarda kaynama süresi daha kısa olarak gözlemlenmiştir. Morbidite, hastanede kalış süresi, analjezik ihtiyacı ve kan transfüzyonu çivi revizyonu yapılan hastalarda daha düşük değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Her iki grupta da benzer kaynama oranları kayıt edilmiştir. Hiçbir majör komplikasyon görülmemiştir. Yapılan bu karşılaştırmalı prospektif çalışma ile 2 cm'ye kadar olan kemik defektlerinin tedavisinde oyma işleminin yeterli olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmamızın sonuçları, özellikle hipertrofik ve oligotrofik kaynamamalarda açık kaynamama tedavisinin gerekli olmadığını ve kapalı tedavinin yumuşak doku kılıfının korunması ve ikincil intraoperatif enfeksiyon veya bakteriyel kontaminasyon riskinin azaltılması ile biyolojik osteosentezi desteklediğini göstermektedir. Çivi boyutunun değişmesi kırık instabilitesini azaltıp kaynamayı olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Hastaların %80 (20 hasta)'inde revizyon sonrası ortalama 8.3 ayda (4-14 ay) tam kaynama görülmüştür. Oligotrofik hastaların %89'unda, hipertrofik hastaların %86'sında, atrofik hastaların ise %67'sinde başarılı sonuç elde edilmiştir. Bir atrofik nonunionlu hastanın revizyon cerrahisinde zorlamalı oyma işlemine rağmen çivi boyutu değiştirilemedi ve aynı boyutlu çivi tekrar uygulandı. Bu nedenle yeterli stabilizasyon sağlanamadığı için kaynama görülmediği öngörüsünü oluşturmuştur.

6. SONUÇ

Düşük morbidite, düşük cerrahi alan enfeksiyonu, düşük maliyet ve erken mobilizasyon çivi revizyonunun en büyük avantajlarıdır. Oymalı çivi revizyonu kırık hattına otolog kemik greftinin indirekt uygulanmış olması görüşünü desteklemiştir. Büyüyen çivi boyutu stabiliteyi artırdığı için kaynamaya destek olmuştur. Özellikle hipertrofik ve oligotrofik aseptik femur shaft kaynamama vakalarında çivi ile kapalı revizyon güvenilir kemik iyileşmesi ile sonuçlanmıştır ve kaynamama için kabul edilebilir cerrahi prosedürlerden biri olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.



KAYNAKLAR

- [1] T. D. White, P. A. Folkens, (2005), “Leg: Femur, Patella, Tibia & Fibula”,*The Bone Manual*, Elsevier, 255–286.
- [2] M. R. Feldesman, J. G. Kleckner, and J. K. Lundy, (1990), “Femur/Stature Ratio And Estimates Of Stature In Mid- And Late-Pleistocene Fossil Hominids”, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 83(3), 359–372.
- [3] V. H. Frankel, (1973), *Biomechanics of the Musculoskeletal System: Introduction*, 107(3), 3. Baskı.
- [4] D. E. Lunn, A. Lampropoulos, and T. D. Stewart, (2016), “Basic biomechanics of the hip,” *Orthop. Trauma*, 30(3), 239–246.
- [5] G. Bergmann, F. Graichen, and A. Rohlmann, (1993), “Hip joint loading during walking and running, measured in two patients,” *J. Biomech.*, 26, 969–990.
- [6] M. Harty, (1984), *The anatomy of the hip joint*. In: Tronzo R, *Surgery of the Hip Joint*, New York: Springer-Verlag, 2, 49-74.
- [7] Laing PG. The blood supply of the femoral shaft; an anatomical study. *J Bone Joint Surg Br* 1953;35B:462-466
- [8] Rhinelander FW. TH normal microcirculation of diaphyseal cortex and its response to fracture. *J Bone Joint Surg Am*
- [9] K. S. Zakiuddin, I. A. Khan, and R. A. Hinge, (2016), “A Review Paper on Biomechanical Analysis of Human Femur,” *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng.*, 2. Baskı, 356–363.
- [10] T. Duckworth and C. M. Blundell, (2010), *Lecture Notes: Orthopedics and Fractures*, 4. Baskı.
- [11] Lefaivre KA, Star PF, Elliot AC, Smith WR. Prediction of pulmonary morbidity and mortality in patients with femur fractures. *J Trauma* 2010;69(6):1527-36

- [12] A.B. Li, W.J. Zhang, W.J. Guo, X.-H. Wang, H.M. Jin, and Y.M. Zhao, (2016), “Reamed Versus Unreamed Intramedullary Nailing For Treatment Of Femoral Fractures”, *Medicine (Baltimore)*, 95(29).
- [13] M. T. Taylor, B. Banerjee, E. K. Alpar, (1994), “Injuries Associated With A Fractured Femur”, *Injury*, 25(3), 185–187.
- [14] Vangsness CT Jr, De Compos J, Merritt PO, et al. Meniscal injury associated with femoral shaft fractures An Arthroscopic evaluation of incidence. *J. Bone Joint Surg Br* 1993;75B:207-209
- [15] De Compos J, Vangsness CT Jr, Merritt PO, et al. Ipsilateral knee injury with femoral fracture. Examination under anesthesia and arthroscopic evaluation. *Clin Orthop* 1994, 178-182
- [16] Ramon B. Gustilo, (1975), “Prevention of Infection in the Treatment of One Thousand and Twenty-five Open Fractures of Long Bones,”*The Journal of Bone and Joint Surgery*, 58(4), 523–527
- [17] Winquist RA, Hansen ST Jr. Comminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. *Orthop Clin North Am* 1980;11:633-647
- [18] Scannell BP, Waldrop NE, Sasser HC, Sing RFi Bosse MJ. Skeletal traction versus external fixation in the initial temporization of femoral shaft fractures in severely injured patients. *J Trauma* 2010; (3):633-40.
- [19] Nahm NJ, Como JJ, Wiber JH, Vallier HA. Early appropriate care: Definitive stabilization of femoral fractures within 24 hours of injury is safe in most patients with multiple injuries. *J. Trauma* 2011;71 (1):175-85
- [20] Mooney V, Nickel VL, Harvey JP Jr, et al. Cast-brace treatment for fractures of fractures of the distal part of the femur. A prospective controlled study of 150 patients. *J Bone Joint Surg Am* 1970;52A:1563-1578
- [21] McDermott, A., Halifax, N., Russell, L., Gross, A., Ready, J. (1987), “Biomechanical Testing Of The Locking Compression Plate”, *Orthop Trans*, 11. Bask1, 383-384

- [22] Brumback, R J; Ellison, T S; Poka, A; Bathon, G H; Burgess, A R. The Journal of Bone & Joint Surgery: Jan 1992 - Volume 74 - Issue 1 - p 106-112
- [23] G. Wang, T. Pan, X. Peng, and J. Wang, (2008), "A new intramedullary nailing device for the treatment of femoral shaft fractures: A biomechanical study," 23. Baskı, 305–312.
- [24] G. Aitchison, A. Johnstone, D. E T Shepherd, and M. A. Watson, (2004), A Comparison Of The Torsional Performance Of Stainless Steel And Titanium Alloy Tibial Intramedullary Nails: A Clinically Relevant Approach, Biomedical Material Engineering, 14. Baskı [20]
- [25] F. J. Kummer, K. J. Koval, and K. A. Egol, (2007), "Intramedullary Nailing of the Lower Extremity: Biomechanics and Biology", Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 15(2).
- [26] A. T. Fragomen and S. R. Rozbruch, (2007), "The mechanics of external fixation", HSS J., 3(1), 13–29.
- [27] G. A. Ilizarov, (1990), "Clinical Application of the Tension-Stress Effect for Limb Lengthening", Clinical orthopaedics and related research, 250.
- [28] D. Paley, J. E. Herzenberg, and N. Bor, (1997), "Fixator-Assisted Nailing Of Femoral And Tibial Deformities", Techniques in Orthopaedics, 12(4), 260–275.
- [29] W. B. Carrell, P. M. Girard, (2018), "Removable Internal Fixation In Fractures", Journal of the American Medical Association, 96. Baskı Tarihi; 25 Haziran 2019.
- [30] C. P. Murphy, R. D. D'Ambrosia, E. J. Dabezies, J. H. Acker, H. Shoji, (1988), "Complex Femur Fractures: Treatment With The Wagner External Fixation Device Or The Grosse-Kempf Interlocking Nail", The Journal of Trauma, 28(11), 1553–1561.
- [31] D. Kim, S. Shin, U. Jeong, Y. Park, S. Lee, and K. Park, (2008), "Comparison of Flexible Intramedullary Nailing with External Fixation in Pediatric Femoral Shaft Fractures", The Journal of the Korean Orthopaedic Association, 43(1), 30–35.

- [32] D. Gulabi, M. Erdem, G. S. Cecen, C. C. Avci, N. Saglam, and F. Saglam, (2014), "Ilizarov Fixator Combined With an Intramedullary Nail for Tibial Nonunions With Bone Loss: Is It Effective?," *Clin. Orthop. Relat.Res.*, 472(12), 3892–3901.
- [33] Paley D, Herzenberg JE, Bor N. Fixator-assisted nailing of femoral and tibial deformities. *Techniques in Orthopaedics* 1997;12:260-75.
- [34] Muller M.E. Allgower, M. Schneider R. Willenegger H. *Manual of Internal Fixation*, 3rd ed. Berlin, Springer-Verlag, 1990
- [35] Lindahl O. The rigidity of fracture immobilization with plates. *Acta Orthop Scand* 1967;38:101-114
- [36] Stoffel K, Stachowiak G, Forster T, et al. Oblique screws at the plate ends increase the fixation strength in synthetic bone test medium. *J Orthop Trauma* 2004;18:611-6.
- [37] Volinsky PR, McCarty E, Shyr Y, et al. Reamed intramedullary nailing of the femur. 551 case. *J Trauma* 1999;46:392-399
- [38] Pihlajamaki HK, Salminen ST, Bostman OM. The treatment of nonunions following intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2002;163:394-402.
- [39] Marti RK, Kloen P; AO Education AO Foundation. *Concepts and Cases in Nonunion Treatment (AO Trauma Handbooks)*, 1st ed. Switzerland: Thieme Verlag; 2011. pp.561–78
- [40] Gelalis ID, Politis AN, Arnaoutoglou CM, et al. Diagnostic and treatment modalities in nonunions of femoral shaft: A review. *Injury* 2012;43 (7):980-8.
- [41] Giannoudis PV, Kanakaris NK, Dimitriou R, Gill I, Kolimarala V, Montgomery RJ. The synergistic effect of autograft and BMP-7 in treatment of atrophic nonunions. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(12):3239-48
- [42] Kanakaris NK, Lasanianos N, Calori GM, et al. Application of bone morphogenetic proteins femoral nonunion: A 4-years multicentre experience. *Injury* 2009;40 (suppl 3):S54-61

- [43] Martinez-Rondanelli, Juan Pablo Martinez, Maria E Moncada, Eliana Manzi, Carlos Rafael Pinedo, Hector Kadavid. *Colomb. Med.* Vol.45 no.2 Cali Apr./June 2014
- [44] Mit Balvantray Bhavsar , Zhihua Han , Thomas DeCoster , Liudmila Leppik , Karla Mychellyne Costa Oliveira , John H. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* volume 46, pages245–264 (2020).
- [45] Wu CC, Chen WJ. Treatment of femoral shaft aseptic nonunions: comparison between closed and open bonegrafting techniques. *J Trauma* 1997;43:112-6
- [46] Bellabarbara C, Ricci WM, Bolhofner BR. Results of indirect reduction and plating of femoral shaft nonunions after intramedullary nailing. *J Orthop Trauma* 2001;15:254-263
- [47] Ueng SW, Wei FC, Lee SS, et al. Augmentative plate fixation for the management of femoral nonunion after intramedullary nailing. *J Trauma* 1997;43:640-644
- [48] Hak David J. Lee Stanley S. Gulet James A. *Journal of Orthopaedic Trauma*: March 2000 - Volume 14 - Issue 3 - p 178-182
- [49] Hierholzer, C., Glowalla, C., Herrler, M. et al. Reamed intramedullary exchange nailing: treatment of choice of aseptic femoral shaft nonunion. *J Orthop Surg Res* 9, 88 (2014)
- [50] Penzkofer R, Maier M, Nolte A, von Oldenburg G, Püschel K, Bühren V, Augat P: Influence of intramedullary nail diameter and locking mode on the stability of tibial shaft fracture fixation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009, 129: 525-531. 10.1007/s00402-008-0700-0.
- [51] Christian Klein, Christoph Sprecher, Berton A. Rahn James Yeşil Christof A. Müller. C. Klein et al. / *Injury, Int. J. Care Injured* 41 (2010) S32–S37
- [52] Asihaerjiang Maimaitiyiming, Abdusami Amat, Aili Rehei, Mamatkeremula Tusongjiang, Cao Li. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.01.009>

[53] McQueen MM, Gaston P, Court-Brown CM. Acute Compartment Syndrome. Who is at risk? J Bone Joint Surg 2000;82B:200-203

[54] Schwartz JT JR, Brumback RJ, Lakatos R, et al. Acute compartment syndrome of the thigh. A spectrum of injury. J BoneJoint Surg Am 1989;71A:392-400

[55] Sung-Soo Ha, Chang-Wug Oh, Jae-Wook Jung, Joon-Woo Kim, Kyeong-Hyeon Park, Seong-Min Kim. Department of Orthopedic Surgery, Kyungpook National University Hospital, School of Medicine, Kyungpook National University. June 4, 2020

[56] Hua Luo, Yongwei Su, Liang Ding, Haijun Xiao, Ming Wu, Feng Xue. EFORT Open Rev 2019;4:513-518. DOI: 10.1302/2058-5241.4.180054

[57] M. Le Baron et al. / Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research 105 (2019) 529–533