

T. C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ TESPİTİ YAPILAN ERİŞKİN TİBİA
CİSİM KIRIKLARINDA İYİLEŞMEYİ ETKİLEYEN
FAKTÖRLER

Dr. İdrak MAMMADOV

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Murat SONGÜR

ZONGULDAK 2020

T. C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ TESPİTİ YAPILAN ERİŞKİN TİBİA
CİSİM KIRIKLARINDA İYİLEŞMEYİ ETKİLEYEN
FAKTÖRLER

Dr. İdrak MAMMADOV

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Murat SONGÜR

ZONGULDAK 2020

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimime teorik ve klinik katkılarıyla yön veren, yardım ve hoşgörüsünü esirgemeyen, her türlü problemimde duyarlı davranan Ortopedi ve Travmatoloji AD Başkanı Prof. Dr. Ahmet BAYAR, babacan tavrıyla desteğini her zaman yanımda hissettiğim, zor cerrahi durumlarda davranışını ve sabrını örnek aldığım, cerrahi ve klinik tecrübe kazanmamda ayrıca bir yeri olan Prof. Dr. Selçuk KESER, her türlü vakaya girerken özgüvenimin oluşmasında emsalsiz katkısı olan, klinik ve teorik tecrübesinden çok faydalandığım ve faydalanacağım, tez danışmanım Doç.Dr. Murat SONGÜR, her türlü sorunumda kapısını rahatça çalabildiğim, klinik ve cerrahi açıdan çok şey öğrendiğim Doç.Dr. Ercan ŞAHİN hocalarıma sevgi, saygı ve sonsuz şükranlarımı sunarım.

TEZ' imin biyoistatistik analizinde çok emeği geçen Dr. Öğretim Üyesi M.Çağatay BÜYÜKUYSAL' a sonsuz teşekkür ederim.

Eğitimimin büyük bir kısmında beraber çalışma fırsatım olan, beraber çalışmaktan mutlu olduğum, deneyimlerinden çok faydalandığım, kıdemlilerim Op.Dr. Yavuz ÖNEL'e ve Op.Dr. Akın SEZGİN'e de sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Birlikte çalışmaktan onur duyduğum asistan arkadaşlarım Mehmet Ali ÖZER, Agil HANİFAYEV, Osman ÇAY, Hakan BAŞAR, Gökhan BİLGİN, Hasan İŞSİZ, Oktay GENÇAY, İsmail TAŞÇATAN ve Alırıza ALTUNCU' ya gerektiğinde gösterdikleri her türlü yardım için çok teşekkür ediyorum.

Asistanlık dönemimde gösterdiği sevgi, şefkat ve yardımlarını hayatım boyunca unutmayacağım, ''manevi annemiz'' Şule ÇEP ÖMÜR' e ve servis sorumlu hemşiresi Canan İNAN' a sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunar, beraber çalıştığım tüm ameliyathane hemşireleri, ameliyathane personeli, servis hemşireleri, servis personeli, servis ve poliklinik sekreterlerine yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Ayrıca, tüm hayatım boyunca bana her türlü destek olan çok değerli annem, babam ve kardeşlerime, sevgili eşim Çınare'ye ve varlığıyla hayatımızı güzelleştiren oğlum Mustafa' ya sonsuz sevgilerimi sunarım.

Zonguldak 2020

Dr. İdrak MAMMADOV

ÖZET

İdrak MAMMADOV, İntramedüller Çivi Tespiti Yapılan Erişkin Tibia Cisim Kırıklarında İyileşmeyi Etkileyen Faktörler, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Zonguldak 2020.

Giriş: Erişkin tibia kırıklarının intramedüller çivi (İMÇ) ile tespiti sonrası kaynama gecikmesi sık gözlenen bir durumdur ve birçok nedene bağlı gözlenebilir. Bu retrospektif tek merkezli çalışma ile kaynama gecikmesi üzerinde etkili olan faktörleri belirlemeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Erişkin tibia diyafiz kırığı nedeniyle (İMÇ) uygulanıp 6 aydan önce kaynayan 25 olgu (Grup A) ile 6 aydan sonra müdahale gerektirmeden kaynayan (Geç kaynayan- Grup B) 24 olgu retrospektif olarak karşılaştırıldı. Hastalara ait demografik, radyolojik, klinik ve laboratuvar parametrelerini içeren 45 parametre değerlendirildi.

Sonuçlar: İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar kırık lokalizasyonu (Proksimal kırıklar B grubunda fazla), AO/OTA sınıflaması (A3 kırıklar B grubunda fazla), Tscherne'ye göre yumuşak doku yaralanması (Grup B'de yüksek), sigara (Grup B'de sık), ameliyat öncesi trombosit sayısı (Grup A'da yüksek), aşamalı çivilemede travma ile İMÇ arasında geçen süre (Grup B'de uzun), primer çivilemede yatış süresi (Grup A'da kısa), ameliyat süresi (Grup A'da kısa), immatür kallus görülme zamanı, kortikal köprü kallus görülme zamanı ve 7. hafta RUST skoru şeklinde gözlemlendi (Grup A'da sık) ($p<0,05$). Takipte gecikmiş kaynama için ilk 2 haftada immatür kallus görülmemesi ve 7. haftada RUST puanının < 7 olmasının birlikte pozitif prediktif değeri %95,8 idi.

Tartışma: Hasta kaynaklı, cerrahi işlem kaynaklı ve radyolojik bir takım kriterlere bağlı faktörler ile kırık iyileşme süreci tahmin edilebilir. Beklendiği üzere, proksimal yerleşimli, parçalı kırık, yüksek Tscherne skoru, sigara kullanımı, düşük trombosit sayısı, aşamalı çivilemede sürenin uzun olması, uzun cerrahi süre gecikmiş kırık iyileşmesi için risk faktörü olarak gözlemlendi. Benzer şekilde ilk 2 haftada immatür kallusun gözlenmemesi ve düşük RUST skoru kaynama gecikmesi için risk faktörü olup bu olgular kaynama ile ilgili problemler (kaynama gecikmesi, implant yetmezliği, kaynamama) açısından dikkatli takip edilmelidir.

Anahtar kelimeler: *Tibia kırığı, İntramedüller çivileme, Kaynama gecikmesi, Radyoloji, RUST skoru*

ABSTRACT

İdrak MAMMADOV, Factors Affecting the Fracture Healing in Intramedullary Fixation of Adult Tibial Shaft Fractures, Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Medicine, Orthopedics and Traumatology Department, Medical Specialty Thesis, Zonguldak, 2020.

Introduction: Delayed union following intramedullary fixation of adult tibial shaft fractures is not uncommon and can be related to variety of factors. In this retrospective study, we aimed to determine the factors associated with delayed union.

Materials and method: The study was designed as 2 groups. Group A constituted of 25 adult tibial fractures treated with intramedullary nailing of which union was achieved before 6 months, and group B of which union was achieved after 6 months without additional intervention. 45 parameters including demographic, radiological, clinical and laboratory parameters of patients were evaluated.

Results: Statistically significant difference was observed in; localization (more proximal fractures in group B), AO/OTA classification (more A3 fractures in group B), soft tissue injury (higher Tscherne score in group B), smoking status (more frequent in group B), pre- operative thrombocyte count (higher in group A), duration of interval in two-stage nailing (shorter in group A), duration of hospitalization (shorter in group A), duration of surgery (shorter in group A), appearance of immature callus and bridging callus radiologically and 7th week RUST score ($p<0.05$). For delayed healing, positive predictive value of not appearance of immature callus in three weeks with <7 RUST score at week 7 was 95.8%.

Conclusion: Fracture healing can be estimated with factors based on many criteria. As expected, proximal, comminution, high Tscherne score, smoking habits, low thrombocyte count, longer interval in two-stage nailing, longer surgery were risk factors for delayed union. Likewise non-appearance of immature callus by week-2 and low RUST score was associated with delayed healing. Patients with such risk factors should be followed carefully to avoid union related problems such as delayed-nonunion or hardware failure.

Keywords: *Tibial fracture, Intramedullary nail, Delayed union, Radiology, RUST score*

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	Sayfa
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER	viii
TABLO DİZİNİ	ix
ŞEKİL DİZİNİ	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Tarihçe	3
2.2. Tibia Diafiz Kırıklarının Etiyoloji ve Epidemiyolojisi	4
2.3. Tibia Diafiz Kırıklarının Tanısı	5
2.4. Tibia Diafiz Kırıklarının Sınıflandırılması	6
2.4.1. AO/ OTA sınıflaması	7
2.4.2. Tscherne sınıflaması	9
2.4.3. Gustillo ve Anderson sınıflaması	10
2.5. Travma Skorum Sistemleri	10
2.5.1. Anatomik skorumlar	10
2.5.2. Fizyolojik skorumlar	11
2.5.3. Kombine skorumlar	11
2.6. Tibia Diafiz Kırıklarının Klinik Bulguları	11
2.7. Tibia Diafiz Kırıklarının Radyolojik Değerlendirmesi	12
2.8. Tibia Diafiz Kırıklarının Tedavisi	14
2.8.1. Tibia diafiz kırıklarının cerrahi tedavi yöntemleri	15
2.8.1.1. Eksternal fiksator ile tespit	15
2.8.1.2. Tibia diafiz kırıklarının plakla tespiti	17
2.8.1.3. Açık redüksiyon ile internal tespit	17
2.8.1.4. Minimal invaziv girişim ile internal tespit	18
2.8.1.5. İntramedüller çivileme	18
2.8.1.5.1. İntramedüller çivinin tarihsel gelişimi	19

2.8.1.5.2. İntramedüller çivi uygulanmasına ait özellikler.....	20
2.8.2. Tibia diafiz kırıklarının komplikasyonları	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM	22
3.1. İstatiksel Analiz.....	28
4. BULGULAR.....	29
4.1. Demografik Özellikler.....	29
4.2. Çalışma Parametreleri	30
5. OLGU ÖRNEKLERİ	63
6. SONUÇ	71
7. TARTIŞMA	79
8. KAYNAKLAR.....	96
9. EKLER.....	108
Ek 1: Etik Kurul Kararı	108

KISALTMALAR VE SİMGELER

Simge/ Kısaltmalar	Açıklamalar
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AO/ASIF	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of International Fixation
AP	Antero-posterior
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
ASA	American Society of Anesthesiologists
BT	Bilgisayarlı Tomografi
DCP	Dynamic Compression Plate
EF	Eksternal Fiksator
İMÇ	İntramedüller Çivi
LC-DCP	Limited Contact- Dynamic Compression Plate
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
NURD	Nonunion Risk Determination
OTA	Orthopaedic Trauma Association
PACS	Picture Archiving and Communication Systems
RUST	Radiographic Union Score for Tibial Fracture
SPRINT	Study to Prospectively Evaluate Reamed Intramedullary Nails in Patients with Tibial Fractures

TABLO DİZİNİ

Tablonun Numarası	Tablonun Başlığı	Sayfa No:
1	Tibia Diafiz Kırıklarının AO/OTA Sınıflaması (2018)	8
2	Kapalı kırıklarda Tscherné sınıflaması.	9
3	Açık kırıklarda Gustilo ve Anderson sınıflaması	9
4	Radyolojik iyileşmenin RUST skoruna göre değerlendirilmesi	14
5	Olgu rapor formu**	27
6	AO/OTA kırık sınıflaması, gruplara göre dağılım	33
7	Checketts-Otterburn sınıflaması dağılımı	49
8	ASA (American Society of Anesthesiologists) dağılımı	50
9	NURD skorunun dağılımı	50
10	Basamaklı ve primer ameliyat dağılımı	51
11	EF çıkartılması ile İMÇ arasında geçen süre	52
12	Travma ve İMÇ arasında geçen süre	53
13	Hastanede yatış süresine göre dağılım	55
14	Kortekslere göre gap dağılımı	57
15	İmmatür kallus görülme zamanı	58
16	Köprü kallus izlenme zamanı	59
17	RUST skorunun dağılımı	61
18	Çalışmamızın sonucuna göre kırığın 6 aydan önce veya 6 aydan sonra kaynamasında istatistiksel olarak anlamsız bulunan sonuçlar	72
19	Çalışmamızın sonucuna göre kırığın 6 aydan önce veya 6 aydan sonra kaynamasında istatistiksel olarak anlamlı bulunan sonuçlar	72
20	İMÇ ameliyatı sonrası kırığın 6 ayda kaynamasının radyolojik parametrelere göre oranları	78
21	6 aydan sonra kaynayan kırıklarda değişkenlere göre odds oranları	78

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil Numarası	Şekil Başlığı	Sayfa No:
1	Fiksator konfigürasyon örnekleri	16
2	Çalışmanın şematik planı	28
3	Demografik dağılım	30
4	Yaralanma tarafına göre dağılım	31
5	Yaralanma şekline göre dağılım	31
6	Açık-kapalı kırık durumuna göre dağılım	32
7	AO/OTA kırık sınıflaması, A,B,C tiplerine göre dağılım	33
8	Kırık lokalizasyonuna göre dağılım	34
9	Fibula kırığının eşlik etmesine göre dağılım	35
10	İpsilateral ve bilateral kırık dağılımı	36
11	Nörolojik, vasküler hasar, kompartman sendromu ve kemik iskelet sistemi dışı yaralanma dağılımı	37
12	Kapalı kırıklarda yumuşak doku yaralanmasının Tscherne sınıflamasına göre dağılımı	38
13	Yaralanma Ciddiyet Skoruna (İSS) göre dağılım	39
14	Preoperatif ve postoperatif tam kanda hemoglobin değerleri	40
15	Preoperatif ve postoperatif tam kanda beyaz küre değerleri	40
16	Preoperatif ve postoperatif tam kanda trombosit değerleri	41
17	Preoperatif ve postoperatif serum kalsiyum değerleri	42
18	Peroperatif ve postoperatif CRP değerleri	43
19	Peroperatif ve postoperatif sedimantasyon değerleri	44
20	Sigara kullanımı açısından dağılım	44
21	Kronik hastalık, enfeksiyon, transfüzyon, komplikasyon, turnike kullanımı ve yoğun bakımda takip edilip edilmemesi açısından dağılım	47

22	Ameliyat süresinin iki grupta genel dağılımı	48
23	120 dk. ve 150 dk. bazında ameliyat süresinin dağılımı	48
24	Ek girişim ve yumuşak doku grefti uygulanması dağılımı	54
25	Kortikal temas ve gap dağılımı	57
26	Grup A'ya dahil olan olgu örneğinin röntgen filmleri	66
27	Grup B'ye dahil olan olgu örneğinin röntgen filmleri	70

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Erişkinlerde tibia cisim kırıkları en sık rastlayan travmatik, uzun kemik kırıklarındandır. Yumuşak doku örtüsünün zayıf olması ve direk darbeye sık maruz kalması nedeniyle bu bölge açık uzun kemik kırıklarının da en sık rastlandığı bölgedir. Tibia cisim kırıklarının tedavisi alçı, eksternal fiksator, plak ve intramedüller çivi (İMÇ) uygulanması ile yapılabilmektedir. İntramedüller çivi ile tedavide primer İMÇ uygulaması yapılabilir veya ihtiyaca göre önce eksternal fiksator takılıp belli bir süre doku iyileşmesi beklendikten sonra İMÇ yapılarak basamaklı tedavi uygulanabilir (1).

Tibia cisim kırıklarının iyileşmesini etkileyen faktörler; yaralanma tipi, kırığın morfolojisi, kırık çevresi yumuşak dokuların durumu, hastaya bağlı faktörler, çevre faktörleri, tespit yöntemi ve zamanlaması, enfeksiyon varlığı, rehabilitasyon, yük verme protokolü ve diğer birçok nedene bağlı olup multifaktöryeldir. Literatürde cerrahi sonrası % 12- 50 arası tekrar ameliyat (reoperasyon) oranları bildirilmektedir (1, 2). Tedavi eden hekimin başarılı kırık tedavisi için, problemlili kaynama ihtimali olan olguların önceden öngörülmesi önemlidir. Zira problemlili kaynama ihtimali olan bir olgunun takip süresinde, zamanında yapılacak ek işlem ve önlemler ile kaynama sağlanabilmektedir.

Yapılan çalışmalarla kırık iyileşmesini olumlu ve olumsuz etkileyen birçok faktör ortaya koyulsa da hangi faktörün veya hangi faktörlerin beraberliğinin normal kaynama, problemlili kaynama veya kaynamama için daha etkileyici olduğu hakkında bilgiler hala kesinlik kazanmamış, intramedüller çivileme sonrası reoperasyon gibi başarısız sonuçlanma için en değerli öngörü sağlayacak faktörler henüz tam olarak belirlenememiştir (3).

Başarısız olguların belirlenmesi ve tedavilerinin erken dönemde yönlendirilmesi adına bir takım skorlama yöntemleri de belirlenmiş olup, bu yöntemlerin etkinliğine dair çalışmalar devam etmektedir (4). Benzer şekilde sorunsuz kaynamayı belirlemek ve öngörmek adına radyolojik yöntemler de geliştirilmiş olup etkinlikleri ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir (5).

Buna dayanarak, tibia kırıklarının radyolojik kaynamasını değerlendiren RUST (radiographic union score for tibial fracture) skorlamasının kaynama ve kaynamama için nihai skorları belirlenmiş olsa da intramedüller çivi yapılan tibia cisim

kırıklarında, normal kaynayan ve problemlı kaynayan olgular için bu skorun nasıl değışim gösterdiğı hakkında ortak görüş henüz oluşmamıştır.

Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada merkezimiz bünyesinde 2012-2017 yılları arasında, travmatik açık ve kapalı tibia cisim kırığı tanısı ile basamaklı ve primer intramedüller çivi tespiti yapılan ve ek müdahale yapılmadan, radyolojik ve klinik olarak ilk 6 ayda kaynayan ve 6 aydan sonra kaynayan toplam 49 kırık (47 hasta) değerlendirilmiş olup, aşağıdaki soruların cevaplanması planlanmıştır.

1) İlk 6 ayda ve 6 aydan sonra kaynayan kırıklarda travma, hasta ve tedavi bazı hangi faktör veya bir arada bulunan hangi faktörler kırığın kaynama süresi üzerinde nasıl etki ediyor?

2) İlk 6 ayda ve 6 aydan sonra kaynayan kırıklarda RUST skorunun değışimi nasıldır?

Elde edilecek verilerin mevcut literatüre katkıda bulunacağını düşünüyoruz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Tibia cisim kırığının tedavi ve takibinde son 70 yılda en çok gelişme kaydedilmiştir. Speed 1928 'de yayınladığı “Textbook of Fracture's and Dislocation” adlı kitabında 54 tibia kırıklı hasta hakkında bilgiler yayınlamıştır (6).

Wilson 1938'de yayınladığı Textbook'da, iskelet traksiyonu ile tibiada %20 oranında kaynama bildirmiştir. Johner ise 291 hastanın sadece %9'unda geç iyileşme ve 3 hastada kaynamama hakkında bilgileri 1938' de yayınladığı makalesinde bildirmiştir(6, 7).

70 yıl önceye kadar tibia kırıklarının tedavisinde konservatif yöntemler ağırlıklıyken, son 70 yılda cerrahi tedavi seçenekleri daha çok uygulanmaya başlanmıştır. Cerrahi tedavi seçeneklerinin ağırlık kazandığı yılların başında cerrahi tedavi komplikasyonlarının artmasına dayanarak konservatif tedaviye eğilim izlense de cerrahi deneyimin artması ve implant üretimindeki başarıların artması ile cerrahi tedavi seçeneklerine güven de artmıştır. Halen bazı tibia kırıkları ve psödoartrozların tedavisinde kullanılması kaçınılmaz olan Polonya doğumlu, çocukluğunu Azerbaycan'da geçirmiş ve bilimsel çalışmalarını Rusya'nın Kurgan eyaletinde gerçekleştirmiş G. A. İlizarov'un 1950'li yıllarda geliştirdiği “Distraksiyon Osteogenezi Yöntemi ve Eksternal Fiksator” yöntemi ile zor kırıkların, problemli kaynayan kırıkların, kemik enfeksiyonlarının ve deformitelerin başarılı tedavi edilebildiği görülmüştür. Buna dayanarak da eksternal fiksatorler, açık kırıkların tedavisinde uzun süre ilk tercih edilen tedavi yöntemi olmuştur (8).

İnternal fiksasyon metotlarının gelişmesi ile ilk başlarda tibia kırıklarının kaynaması için önemli olduğu düşünülen tam anatomik redüksiyon ve rijit fiksasyonun yerini, son yıllarda biyolojik fiksasyon almıştır (9).

Günümüzde ise intramedüller çivileme tibia shaft kırıklarının tedavisinde altın standart olarak kabul edilmektedir (10).

2.2. Tibia Diafiz Kırıklarının Etiyoloji ve Epidemiyolojisi

Tibia kırıkları erişkinde en sık görülen uzun kemik kırıklarıdır. Erkeklerde kadınlardan 3 kat daha fazla görülür. Ortalama görülme yaşı 37'dir. Tibia kırıkları genellikle yüksek enerjili travmalar, özellikle de motorlu araç kazaları zamanı ortaya çıkmaktadır. Yaş ilerledikçe, özellikle kadınlarda, artan osteopeni ve osteoporoz nedeniyle artış göstermektedir (11).

Tibia diyafiz kırıkları hem yüksek hem de düşük enerjili travmalar nedeniyle oluşabilir. Düşük enerjili kırıklar spor yaralanmaları, basit düşme ve burkulma ile oluşabilir. Ek olarak kemiğin neoplastik oluşumları nedeniyle meydana gelebilir. Spor yaralanmaları sıklıkla futbol esnasında doğrudan darbe ile oluşmaktadır. Spor yaralanmaları sonucu oluşan tibia kırıklarının bir diğer nedeni olarak ise kayak öne çıkmaktadır. Bu kırıklar ise daha çok torsiyonel mekanizmalar ile oluşmaktadır (11).

Yüksek enerjili tibia diyafiz kırıkları ise motorlu taşıt kazaları, yüksekten düşme, direk darbe ve ateşli silah yaralanmaları şeklinde oluşmaktadır. Motorlu taşıt kazaları tibia diyafiz kırıklarının oluşmasında en sık görülen nedendir. Bunlar araç içi veya araç dışı şeklinde meydana gelmektedir. Motosiklet kazaları ve yayalara otomobil çarpması sonucu oluşan tibia kırıklarında bilateral ve açık kırık oluşması ihtimali daha yüksektir (11).

Tibia diyafiz kırıkları travma sırasında kemiğe uygulanan kuvvetin miktarı ve uygulanma mekanizmasına bağlı olarak üç farklı şekilde oluşabilir (12).

Burulma (torsiyon): Ayak sabit dururken, yani ekstremité için bir moment kolu oluştururken, vücudun dönmesi ile ortaya çıkan tibia kırığı torsiyonel kuvvetlerin etkisi ile oluşmaktadır. Bu şekilde ortaya çıkan kırık şekli spiraldir ve bu tip kırığa neden olan kuvvetlerin torsiyonel olduğunu belirlemede tanısaldır. Eğer kemiğe hem torsiyonel hem de eğilme kuvvetleri etki ediyorsa, torsiyonel kuvvet daha baskın ise, yine de spiral kırık paterni ortaya çıkacaktır. Kırık, kemiğin herhangi bir noktasından başlayabilir ve uygulanan torkla aynı yönde, yaklaşık 45 derece açıyla devam eder. Bu kırıkların oluşması için gereken süre 2 ms.'den daha azdır. Torsiyonel kırıklar daha çok kayak yaralanmalarında görülmektedir (12).

Bükülme (bending): Bükülme kuvvetleri ile kırık oluşması üç nokta prensibine dayanır. Kuvvetin uygulandığı tarafta impaksiyon, tam karşısında ise gerilim oluşur.

Kırık genellikle kuvvetin uygulandığı korteksin karşısındaki korteksten, yani gerilim stresi olan korteksten başlar. Kelebek fragman, bu kırık tipinde sık görülmekte olup gerilim tarafında ortaya çıkmaktadır. Bending kuvvetleri ile oluşan tibia kırıkları transvers, oblik, kelebek ve uygulanan kuvvet yüksek enerjiliyse parçalı kırık şeklinde olabilir. Kırık paternlerinin nedeni belli olmasa da Haversian ve Volkmann kanallarının dizilimine bağlı olduğu düşünülür ve genellikle etki eden kuvvetin enerjisine, etki eden objenin yüzey şekline ve çarpma açısına bağlıdır. Bükülme kırıkları bacağa önden veya yandan darbe gelmesi ile genellikle trafik kazaları sonucu gözlenir (12).

Aksiyel: Aksiyel yüklenme ile oluşan tibia kırıkları her zaman kompresyon kuvvetleri ile oluşmaktadır. Fakat aksiyel yüklenme zamanı ortaya çıkan kırıklar, çocuklardan farklı olarak, erişkinlerde saf impaksiyon kırığından daha çok aksiyel yüklenme ile ortaya çıkan bending veya diğer kuvvetlerin etkisi ile oluşur. Çünkü uzun kortikal kemikler impaksiyon kuvvetlerine bending kuvvetlerinden %50 daha fazla dayanıklıdır. Aksiyel yüklenme ile genellikle transvers veya parçalı kırık paternleri ortaya çıkar. Aksiyel yüklenme ile ortaya çıkan kırıklar yüksekte düşme sonucu gözlenmektedir (12).

2.3. Tibia Diafiz Kırıklarının Tanısı

Tibia diafiz kırıkları, klinik ve radyolojik bulgularla Ortopedi ve Travmatoloji uzmanı tarafınca değerlendirilip yorumlanır ve tedavisi planlanır. İlk değerlendirmede öncelikle vasküler yaralanma olup olmadığı değerlendirilmelidir. Ardından kırığın açık veya kapalı olması değerlendirilir. Kapalı kırıklarda yumuşak doku yaralanması Tscherne sınıflaması ile değerlendirilebilir. Açık kırıklar için ise günümüzde Gustilo ve Anderson sınıflaması kullanılmaktadır. Ardından kırığın anatomik lokalizasyonu, paterni ve eşlik eden yaralanmanın olup olmadığına bakılır. Lokalizasyonuna göre tibia diafiz kırıkları proksimal 1/3, orta 1/3 ve distal 1/3 bölgesinde olabilir. Kırık paternine göre ise spiral, oblik, transvers, kelebek fragmanlı, segmenter ve parçalı olabilir. Bundan sonra kırığın radyolojik sınıflaması yapılır. Bunun için günümüzde en güncel ve kapsamlı sınıflama AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen)

/ OTA-Ortopedik Travma Derneği (Orthopaedic Trauma Association) Sınıflamasıdır (AO/OTA Classification) (13).

Bunların dışında kırık deformitesini değerlendirmek için bazı tanımlamalar da kullanılmaktadır.

Kırığın açılanması, kırığın proksimal ve distal fragmanları arasında oluşan açıdır. Derece olarak ölçülebilir. Açının apeksi medialde olursa valgus açılanması, lateralde olursa varus açılanması olarak tanımlanmaktadır. Varus ve valgus açılanmaları koronal düzlemde, yani antero-posterior radyografide değerlendirilir. Yan plandaki açılanmalar ise anterior ve posterior açılanmalar şeklinde oluşabilmektedir. Bu açılanmalar sagittal düzlemde, yani lateral radyografilere değerlendirilir (14).

Kırık deplasmanı (kırığın yer değiştirmesi), kırık fragmanları arasındaki temas kaybını tanımlar. Kemiğin merkezinden geçen hayali düz çizginin devamsızlığını ifade eder. Translasyon veya translokasyon olarak da ifade edilir. Deplasman miktarı proksimal fragman çapının distal fragmanla temas etmeyen kısmının yüzdesi olarak (Örnek: %50, %75 veya %100) ifade edilir (14).

Rotasyon, kemiğin uzun aksı etrafında distal fragmanın dönmesidir. İç ve dış rotasyon şeklinde oluşabilir. Genellikle spiral şekilli kırıklarda izlenip, radyolojik değerlendirilmesi zordur. Diğer ekstremitelere sağlamsa, klinik olarak mukayeseli değerlendirilir (15).

Kısalık ve distraksiyon, radyografik olarak ölçülen ve milimetre ile ifade edilir (14).

2.4. Tibia Diafiz Kırıklarının Sınıflandırılması

Sınıflama sistemleri doktorlar arasında ortak dilin sağlanması, dokümantasyon, tedavi planlanması, araştırmalara yardımcı olmak ve prognostik açıdan yardımcı olmak için gerekmektedir. Bu ölçütleri en çok barındıran, aynı zamanda gözlemciler arası ve gözlemcinin kendi içinde tekrarlanabilir, tekrarlandığında güvenilirliği daha yüksek olan sınıflama sistemi ideal bir sınıflama olarak kabul edilir (11).

Tibia kırıkları için birçok sınıflama geliştirilmiştir. Bu sınıflamalar, kırığın anatomik lokalizasyonu, şekli, fibula kırığının eşlik edip etmemesi, kırık

fragmanlarının sayı ve lokalizasyonu, yumuşak doku yaralanmasının derecesi, kırığın ilk andaki deplasman derecesi gibi parametrelere göre tanımlanmıştır (15).

Müller, “kırık sınıflaması kırığın ciddiyetini gösterip, tedavi ve sonuçların değerlendirilmesinde belirleyici olacaksa, yararlıdır” şeklinde bildirmiştir (16).

Ellis ise, tibia kırıklarının 1958’de minör, orta ve majör şiddetli kırıklar şeklinde ayırmıştır (17).

Nicoll, ilk deplasman miktarı, parçalanma derecesi ve yumuşak doku hasarına dayanarak tibia kırıklarının konservatif tedavisinde prognozu belirleyen özellikleri tanımlamıştır (18).

Henni, Winquist ve Hansen tarafından geliştirilen kırık hattının parçalanmasına göre uzun kemik cisim kırıklarının sınıflama sistemini tibia kırıklarına uyarlamışlardır (18). Müller’in geliştirdiği AO/ASIF sınıflamasının tibia kırıklarındaki sonuçları 1983 yılında Johner ve Wruhs tarafınca yayınlanmış, buna dayanarak dört parametre belirlenmiştir. Bunlar: (1) Yumuşak doku yaralanması, (2) kırığın deplasman derecesi, (3) kemiğin parçalanma derecesi ve (4) travma mekanizması şeklindedir. Bu araştırmacılar kırığın yapısının prognozda en önemli kriter olduğunu öne sürerek bu sistemi tibia shaft kırıklarında travmanın şekli ve kemiğin parçalanma miktarı gibi morfolojik parametreleri de içerecek şekilde genişletmişlerdir. Müller’in izniyle, küçük modifikasyonlar yapılarak, bu sınıflama “Ortopedik Travma Birliği (OTA) Sınıflaması” olarak tanımlanmıştır (19).

2.4.1. AO/ OTA sınıflaması

Günümüzde tibia kırıkları için kullanılan en yaygın, güncel ve kapsamlı sınıflama AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of International Fixation) grubu tarafınca öne sürülen ve uzun kemik kırıkları sınıflamasına dayanan Ortopedik Travma Birliği- OTA (Orthopedic Trauma Association) sınıflamasıdır. Kısaca AO/OTA sınıflaması (AO/OTA Classification) olarak bilinir. Bu sınıflamada her kemik ve anatomik bölge numaralandırılır. Bu sınıflamada tibia 4 numara ile temsil edilir. Kırığın lokalizasyonuna göre proksimal bölge kırıkları 1, diyafiz kırıkları 2, distal bölge kırıkları ise 3 olarak kemiğin numarasının yanında numaralandırılır. Örnek olarak tibia proksimal kırığı 41, tibia

diyafiz kırığı ise 42 olarak numaralandırılır. Buna ek olarak tüm kırıklar A, B, C harfleriyle ifade edilen üç tipe, her tip de üç gruba (1, 2, 3), her grup da üçer alt gruplara ayrılır (11, 13). Ancak 2018 yılında yapılan güncelleme ile tibia diafiz kırıklarının sınıflandırılmasına değişiklik yapılmıştır (13). (Tablo 1).

Buna ek olarak yumuşak doku hasarını değerlendiren Gustilo - Anderson ve Tschern'e sınıflamaları tibia kırıklarına da uygulanmaktadır (13, 20).

Tablo 1. Tibia Diafiz Kırıklarının AO/OTA Sınıflaması (2018)

TİP A		
Basit kırıklar		
GRUPLAR	ALT GRUPLAR	
A 1 Spiral kırıklar	a	Proksimal diafiz
	b	Orta diafiz
	c	Distal diafiz
A 2 Oblik kırıklar (>30 derece)	a	Proksimal diafiz
	b	Orta diafiz
	c	Distal diafiz
A 3 Transvers kırıklar (< 30 derece)	a	Proksimal diafiz
	b	Orta diafiz
	c	Distal diafiz
TİP B		
Kelebek (wedge) kırıklar		
GRUPLAR	ALT GRUPLAR	
B 2 İntakt wedge kırıklar	a	Proksimal diafiz
	b	Orta diafiz
	c	Distal diafiz
B 3 Parçalı wedge kırıklar	a	Proksimal diafiz
	b	Orta diafiz
	c	Distal diafiz
TİP C		
Multifragmenter (parçalı) kırıklar		
GRUPLAR	ALT GRUPLAR	
C 2 İntakt segmenter kırıklar	i	Proksimal metafizo-diafizer
	j	Sadece diafizer
	k	Distal metafizo-diafizer
C 3 Parçalı segmenter kırıklar	i	Proksimal metafizo-diafizer
	j	Sadece diafizer
	k	Distal metafizo-diafizer

2.4.2. Tscherne sınıflaması

Tscherne sınıflaması 1982 yılında Harald Tscherne ve Hans-Jörg Oestern tarafından hem açık hem de kapalı kırıklarda yumuşak doku yaralanma derecesini sınıflandırmak için iki ayrı sınıflama şeklinde düzenlenmiştir. Açık kırıkların değerlendirilmesinde daha yaygın olarak Gustilo ve Anderson sınıflaması kullanılarak, Tscherne sınıflaması günümüzde kapalı kırıklarda yumuşak doku yaralanma durumunu derecelendirmek için kullanılmaktadır (21-23). (Tablo 2)

Tablo 2. Kapalı kırıklarda Tscherne sınıflaması.

Sınıf	Enerji	Tipik yumuşak doku hasarı
G 0	Düşük	Basit bir kırılma ile beraber, yumuşak doku hasarı yok veya çok hafif. Örnek olarak tibia spiral şekilli kırığı.
G 1	Hafif-orta	Basit veya orta şiddetli enerji ile oluşmuş kırığa eşlik eden, yüzeysel abrazyon veya kontüzyon. Örnek olarak kırık uçlarının cilde basısı.
G 2	Yüksek	Direkt darbe ile oluşmuş transvers veya parçalı kırığa eşlik eden, derin kontamine abrazyon, lokalize cilt ve kas kontüzyonu. Kompartman sendromu açısından dikkatli olunmalıdır. Örnek olarak, araba tamponu çarpması sonucu oluşan tibia kırığı.
G 3	Yüksek	Direk darbe ile oluşmuş parçalı kırığa eşlik eden, yaygın cilt kontüzyonu, miyonekroz, degloving, damar yaralanması ve dekompanze kompartman sendromu.

Tablo 3. Açık kırıklarda Gustilo ve Anderson sınıflaması

TİP 1	Yara $\leq$ 1 cm. Minimal kontaminasyon veya kas hasarı
TİP 2	Yara 1- 10 cm. Orta derecede yumuşak doku yaralanması
TİP 3A	Yara > 10 cm. Kontamine. Yüksek enerjili parçalı veya segmenter kırık. İleri derecede yumuşak doku hasarı. Yarayı kapatmak için yumuşak doku yeterlidir. Boyutuna bakılmaksızın tarım yaralanmaları da buraya dâhildir.
TİP 3B	İleri derecede periost soyulması vardır. Yumuşak doku miktarı yarayı kapatmak için yeterli değil.
TİP 3C	Yumuşak doku yaralanmasının derecesine bakılmadan, onarım gerektiren vasküler yaralanma vardır

2.4.3. Gustilo ve Anderson sınıflaması

Açık kırıkların sınıflandırılmasında günümüzde en yaygın olarak kullanılan sınıflama Gustilo ve Anderson sınıflamasıdır. R.B. Gustilo ve J.T. Anderson 1976 yılında yayınladıkları makalede 1025 açık kırığı değerlendirmiş olup, o zamana kadar mevcut olan açık kırık derecelendirmesini geliştirmek için, ilk girişimde bulunmuşlardır. 1984 yılında ise Gustilo ve arkadaşları yayınladıkları makalede önceki sınıflamalarını güncelleyerek bugünkü kullanım şekline getirmişlerdir. Ancak son yıllarda bazı özel yaralanma şekilleri ile bazı güncellemeler de yapılmıştır. Gustilo ve Anderson sınıflamasına göre açık kırıklar tip 1, tip 2, tip 3 olmakla üç gruba ayrılır. Üçüncü grup ise kendi içinde 3A, 3B, 3C olmakla üç alt gruba ayrılmaktadır. Yaranın hangi gruba dâhil olacağına ameliyat esnasında, debridman sonrası karar verilir (23, 24). (Tablo 3)

2.5. Travma Skorlama Sistemleri

Hastanın yaşadığı travma şiddetini ve hasar durumunu değerlendirmek için travma skorlama sistemleri geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmektedir. Bunun için değerlendirilen kriterlerin ölçülebilir ve karşılaştırılabilir, yani objektif olması gerekmektedir. Anatomik, fizyolojik ve kombine özelliklerde travma skorlama sistemleri geliştirilmiştir (25).

2.5.1. Anatomik skorlamalar

Anatomik skorlama sistemlerinin hastanın ilk yaralanma anında kullanılması kısıtlıdır. Tüm yaralanmalar değerlendirildikten, yaralanan tüm organlar ayrıca derecelendirildikten sonra, genellikle retrospektif olarak puanlanır. Aşağıdaki anatomik skorlama sistemleri mevcuttur (25).

- a) Hastalıkların Uluslararası Sınıflandırması (International Classification of Diseases 9th Revision, Clinical Modification. ICD-9-CM) (25, 26).
- b) Kısaltılmış Yaralanma Skalası (Abbreviated Injury Scale- AIS) (25).
- c) Yaralanma Ciddiyet Skoru (Injury Severity Score-ISS) (27). Yaralanma Ciddiyet Skoruna göre yaralanmalar 1988'de Copes tarafınca alt gruplara

ayrılmıştır. (*Minor trauma: ISS puanı 1-8, Moderate trauma: ISS puanı 9-15, Serious trauma: ISS puanı 16-24, Severe trauma: ISS puanı 25- 40, Critical trauma: ISS puanı >40*). (28, 29)

- d) Yeni Yaralanma Ciddiyet Skoru (New Injury Severity Score – NISS) (30).
- e) Anatomik Profil (Anatomic Profile) (25).

2.5.2. Fizyolojik skorlamalar

Vücudun travmaya verdiği cevabı, yani normal fizyolojiden sapmaları değerlendirerek puanlanır. Temel vital bulgular olan bilinç durumu, solunum, kan basıncı gibi ölçülebilir parametreler kullanılarak hastanın mevcut durumunun tespiti ve sonucunun tahmin edilmesinde yardımcı olur. Aşağıdaki fizyolojik skorlama sistemleri mevcuttur (25).

- a) Travma Skoru (Trauma Score)
- b) Düzeltilmiş Travma Skoru (The Revised Trauma Score)
- c) Glasgow Koma Skalası (Glasgow Coma Scale)
- d) Durum Değerlendirme İndeksi (The Triage Index)
- e) Şok Skoru (Shock Score)
- f) CRAMS Skalası (CRAMS Scale)
- g) Akut Fizyoloji ve Kronik Sağlık Durumu Değerlendirme Sistemi (The Acute Physiology and Chronic Health Evaluation System- APACHE)

2.5.3. Kombine skorlamalar

- a) Trauma and Injury Severity Score - (TRISS) (31)
- b) International Classification of Diseases-based ISS - (ICISS) (31)

2.6. Tibia Diyafiz Kırıklarının Klinik Bulguları

Tibia diyafiz kırığı olan bir hastanın değerlendirilmesi travmanın oluş şekli, enerjisi, yumuşak doku hasarı, kırığın değerlendirilmesi, nörolojik ve vasküler yapıların durumu, eşlik eden diğer travmaların olup olmadığı hakkındaki bilgileri kapsamalıdır (15).

Öykü, tibia diafiz kırığı olan bir hastanın değerlendirilmesinde büyük öneme sahiptir. Yüksek enerjili travma durumunda, kırık iyileşmesinde ve tedavi planının belirlenmesinde öneme sahip olduğu için, yaygın yumuşak doku hasarının olabileceği varsayılmalı, düşük enerji ile oluşmuş kırıklarda ise patolojik kırık olabileceği unutulmamalıdır (15).

Fizik muayenede kırığın kapalı veya açık olması, her iki kırık şeklinde de yumuşak dokuların durumu ve kontaminasyon derecesi, vasküler ve nörolojik hasarın olup olmaması, kırığa bağlı patolojik bulgular, kompartman sendromu, diz ve ayak bilek eklemlerinde hasarın olup olmaması ve eşlik eden diğer yaralanmaların olup olmaması açısından hasta değerlendirilmelidir. Kompartman sendromu açısından özellikle yüksek enerjili travmalarda ve genç erkeklerde daha dikkatli olunmalıdır (15).

Kırık sonucun en sık ortaya çıkan muayene bulguları; ağrı, fonksiyon kaybı, deformite, patolojik hareket ve krepitasyondur (15).

Bu bulgular dışında, kırık hematomu ve yumuşak doku hasarına bağlı olarak kırık bölgesinde lokalize şişlik, travmanın enerjisine bağlı olarak lokalize abrazyon, kontüzyon ve yüksek enerjili yaralanmalarda ise yaygın, derin kontüzyon ve degloving (cilt ve cilt altı dokusunun daha derin dokulardan ayrılması - avülsiyonu) oluşabilir (14, 15, 17, 32).

Tibia cisim kırığı olan hastada vasküler ve nörolojik muayeneler dikkatlice yapılmalı ve muayene bulguları hastanın dosyasına kaydedilmelidir. Eşlik eden proksimal fibula kırığı varsa peroneal sinir muayenesi de yapılmalıdır (15).

Travma yüksek enerjiliyse hasta, eşlik edebilecek diğer kırıklar ve organ yaralanmaları açısından sistemli bir şekilde değerlendirilmelidir. Tibia cisminin distal bölge kırıklarında kırığın tibio-talar ekleme uzanım göstermesi ve ayak bilek sindesmozunun stabilitesi, proksimal bölge kırıklarında ise diz eklemine uzanım gösterebilecek kırıklar açısından hasta incelenmelidir (15).

2.7. Tibia Diafiz Kırıklarının Radyolojik Değerlendirmesi

Tibia diafiz kırıkları öncelikle AP (antero-posterior) ve yan (lateral) direk röntgen grafileri ile değerlendirilir. Direkt grafi ile kırığın lokalizasyonu, paterni, deplasmanı

ve açılması değerlendirilir. İlk müdahale sonrası kırığın dizilimini düzeltmek için herhangi girişim yapıp yapılmamasına bağlı olmadan, alçı-atelle immobilizasyon yapılmışsa, alçı içinde de iki yönlü direk röntgen grafi çekilmesi gerekmektedir. Röntgen grafi ler mutlaka ayak bileği ve diz eklemlerini de görüntüleyecek şekilde olmalıdır (15).

Röntgen grafide hastanın kemik kalitesi değerlendirilebilir. Patolojik lezyon varlığı veya önceki geçirilmiş kırık varlığı değerlendirilir. Aynı zamanda hastaya uygulanacak tedavi planı için direk grafide tibianın medulla morfolojisi, çapı ve uzunluğu da ölçülebilir (15).

Tibia cisim kırıklarının değerlendirilmesi için direkt röntgen grafi genellikle yeterlidir. Ama kırık proksimalde veya distalde olup, diz veya ayak bileği eklemi ni ilgilendirdiği düşünülüyorsa veya çok parçalı kırıklarda kırık konfigürasyonunu anlamak ve tedavi planlanması için Bilgisayarlı Tomografi (BT) çekilmesine de gerek duyulabilir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tibia cisim kırıklarının değerlendirilmesinde çok az kullanılmakla birlikte, eşlik eden diz veya ayak bileği ligaman yaralanması, patolojik kırık ve stres kırıklarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Stres kırıklarının değerlendirilmesinde kemik sintigrafisi de öncelikli olarak başvuru lan tetkik yöntemlerinden biri olarak kullanılmaktadır (14, 15, 17).

Gerek konservatif, gerekse cerrahi yöntemlerle takibi yapılan tibia cisim kırıklarının radyolojik takipleri direkt röntgen grafi lerle yapılmaktadır. Kırık sonrası ilk röntgen grafi lerde ve takip eden 10-14 gün içinde kırık uçları keskin olarak izlenmektedir. İkinci hafta sonrası çekilen röntgen grafi lerinde ise kırık uçlarında rezorpsiyon olacağı için bu belirginlik kaybolur ve iyileşme döneminde bu görünüm daha da yumuşak bir hal alır. Kırık kaynamaya başladıktan sonra ise kırık hattında kallus oluşumu izlenir. İntramedüller kilitli çivi ile tespit edilmiş kırıklarda sekonder kırık iyileşmesi varlığı direkt radyografide kallus miktarının belirgin olmasına neden olur. Direkt iki yönlü röntgen grafi lerde kallusun izlenmemesi ve uygulanan stres testlerinde kırık hattında radyolojik olarak patolojik hareketin izlenmesi, kaynamamayı düşündürür. Kaynamama AP ve lateral direkt grafi lerle değerlendirilebileceği gibi oblik radyografi ler ve BT çekilmesine de gerek duyulabilir (14, 17).

Tibia cisim kırıklarında radyolojik olarak iyileşme kriteri en az üç kortekste matür kallus dokusunun ortaya çıkması olarak kabul edilmektedir (4). 2010 yılında intramedüller çivi tespiti yapılmış tibia cisim kırıklarında radyolojik iyileşmeyi değerlendirmek için RUST skoru (Radiographic Union Score for Tibia) tanımlanmıştır. İki yönlü direk röntgen grafide, RUST skoru ile değerlendirilen tibia kırığının kaynama durumuna göre, minimum 4, maksimum 12 puan verilir. RUST skoruna göre iyileşmenin 10 ve 10'dan yüksek puanla değerlendirilmesi radyolojik olarak kaynamayı gösterir (33-35). (Tablo 4).

Tablo 4. Radyolojik iyileşmenin RUST skoruna göre değerlendirilmesi

Her korteks için skor	Radyolojik Kriterler	
	Kallus	Kırık hattı
1	Yok	İzleniyor
2	Var	İzleniyor
3	Var	İzlen m iyor

2.8. Tibia Diafiz Kırıklarının Tedavisi

Yirminci yüzyılın başlarında tibia kırıkları genellikle konservatif olarak tedavi edilmekteydi. İkinci dünya savaşı sonrası cerrahi tedavi yöntemleri tanımlanmaya başlandı. Fakat cerrahi tedavi uygulamalarının ilk dönemlerinde uygulamalardaki başarısızlıklar, konservatif tedaviye eğilimi arttırdı. Sarmiento, tüm kırıklarda olduğu gibi, tibia kırıkları için de konservatif tedavinin yaygınlaşmasında önderlik etmiştir. 1980'li yıllardan sonra cerrahi tedaviye yeniden eğilim izlendi. Teknolojik gelişmeler ve implant üretimindeki başarıların artması sonucunda günümüzde intramedüller çivileme, tibia cisim kırıklarının tedavisinde altın standart olarak kabul görmektedir (19, 36).

Tibia cisim kırıklarının tedavisi, kırığın uygun diziliminin sağlanmasını, fonksiyonel bir ekstremitte elde edilmesini, iyileşmenin mümkün olduğu kadar erken, komplikasyonsuz ve düşük maliyetli olmasını, tedavi sürecinde hastanın sosyoekonomik ve psikolojik durumunun olumsuz etkilenmemesini ve tedavinin kozmetik sonuçlarının kabul edilebilir olmasını hedeflemelidir (15, 37-40).

Genel olarak tibia cisim kırıkları 4 farklı yöntemle tedavi edilebilir (15)

- 1) **Konservatif:** Uzun bacak alçılama, patellar tendon destekli alçılama, fonksiyonel breysleme.
- 2) **Eksternal tespit**
- 3) **Plak-vida tespiti:** Kompresyon veya köprü plağı şeklinde uygulanabilir. Açık redüksiyon veya minimal invaziv girişimle yapılabilir
- 4) **İntramedüller çivileme ile tespit:** Oymalı veya oymasız yapılabilir. Dinamik veya statik kilitleme yapılabilir.

2.8.1. Tibia diafiz kırıklarının cerrahi tedavi yöntemleri

2.8.1.1. Eksternal fiksator ile tespit

Günümüzde tibia diafiz kırıklarının eksternal fiksatorle tedavisi, genellikle şiddetli yumuşak doku yaralanmaları zamanı, açık kırıklar zamanı, politravmalı hastalarda hasar kontrollü yaklaşım zamanı, internal tespite geçmeden önce, basamak olarak kullanılır (41, 45, 46). Fakat tam kırık iyileşmesi elde edilmesi için kullanılan eksternal fiksasyon yöntemleri de mevcuttur (47).

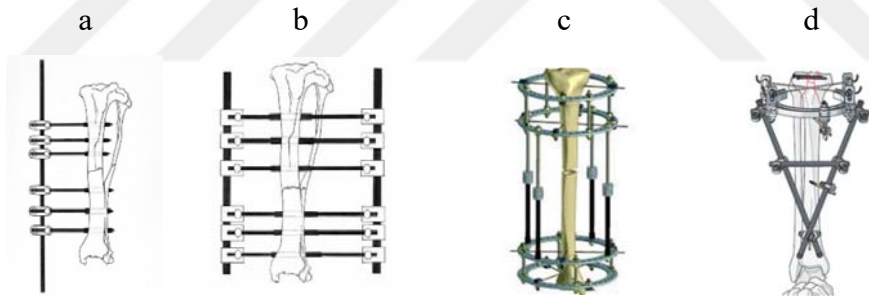
1843'te Malgaigne tarafınca temel prensipleri anlatılmış olan eksternal fiksator 1853'te patella kırığının tedavisinde Malgaigne tarafınca ilk defa kullanılmıştır. Keetly ise 1893'te femur nonunionunda eksternal fiksator kullanarak, tespitin alçı ve breysten daha iyi olduğunu savunmuştur. Kırık hattının proksimalinden ve distalinden ikişer adet pin yerleştirip, bunları eksternal olarak tutturan Parkhill 1897'de günümüzdeki eksternal fiksator cihazlarına benzer bir cihaz kullanmış, Lambotte ise 1902'de geliştirilmiş şekli bugün dahi kullanılan ve kendi ismini taşıyan eksternal fiksatorü uygulamıştır (45, 46, 48).

Eksternal fiksator kullanılarak rijit fiksasyon yapılamaması ve oluşan pin dibi problemleri uzun yıllar boyunca eksternal fiksator kullanımını sınırlamıştır. Fakat Charnley'in 1948'te artrodez için eksternal fiksator kullanımı, Anderson ve Sladk'ın 1966-1974 yıllarında transfiksasyon çivisi ve alçı kullanımı ile başarılı sonuçlar elde etmesi, Hoffa'nın kendi eksternal fiksatorünü kullanarak başarılı olması, G.A.İlizarov'un çalışmaları, Stuart Green'nin full-pin eksternal fiksasyon için güvenli

bölgeleri belirlemesi, eksternal fiksatöre olan güveni arttırmış ve kullanımını yaygınlaştırmıştır (46, 49, 50).

Eksternal fiksatörler unilateral, halka ve hibrid fiksatörler olarak 3'e ayrılır (45, 46).

Unilateral fiksatörler 5 farklı konfigürasyonda uygulanabilir. Unilateral-uniplanar (Şekil 1a), unilateral-biplanar, unilateral-multiplanar, bilateral-uniplanar (Şekil 1b), bilateral-biplanar. Unilateral eksternal fiksatörler bar, klempler ve kemiğe tutturulmuş şanzlardan oluşur. Şanzlar kemiğe tutunan noktada moment kolu oluşturup kemiğe binen yükü paylaşır ve makaslayıcı kuvvetlere karşı direnç gösterir. Aynı zamanda binen yük klempler ve barlara da aktararak aksiyel yüklerle karşı direnç oluşturulur. Farklı planlarda fiksatör kurulması, kırığa yakın şanzın kırık hattına mümkün olduğu kadar yakın, uzak şanzın ise mümkün olduğu kadar uzak konumlandırılması, şanz ve rod çaplarının arttırılması, rodun kemiğe mümkün kadar yakın yerleştirilmesi unilateral fiksatörün stabilitesini arttıran girişimlerdir. Erişkin tibiası için 4-6 mm'lik şanz çivilerinin kullanımı uygun olup, daha büyük çaplı şanz kullanımı stres kırığı oluşmasına neden olabilir (45, 46, 48).



Şekil 1. Fiksatör konfigürasyon örnekleri

Halka eksternal fiksatörü 1951 yılından sonra G.A.İlizarovun önderliğinde popülerize olmuştur. Tam halka ve yarım halka şeklinde uygulanabilir. Halkanın kemiğe fiksasyonu tellerle yapılabildiği gibi şanz çivisi ile de yapılabilir. Monolateral eksternal fiksatörden farklı olarak halka eksternal fiksatör uygulanması zamanı kemikten farklı planlarda geçen teller yardımıyla kortekse binen yük eşit paylanmış olur. Bu fiksatörler aksiyel yüklenme ve dinamizasyona izin verdiği gibi, makaslama ve manivela yüklenmeleri gibi zararlı etkileri de büyük oranda azaltmış olur. Sistemin efektif bir şekilde çalışması için tel kalınlığı, tel gerginliği, halka çapı, tellerin

oryantasyonu, ekstremitenin halka içinde santral yerleşimi gibi bileşenlerin doğru bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. Halka eksternal fiksatörleri ile tedavi yöntemi kırıklarda kullanıldığı gibi, psödoartroz, osteomyelit ve deformite cerrahisinde de kullanılabilir. Sistemin ana çalışma mekanizması distraksiyon osteogenezine dayanmaktadır (41, 45, 46, 48, 51). (Şekil 1c).

Hibrid eksternal fiksatörleri tel, şanz, halka veya yarım halkalardan oluşmuş olup genellikle periartiküler kırıkların tedavisinde kullanılmaktadır (46). (Şekil 1d)

2.8.1.2. Tibia diafiz kırıklarının plakla tespiti

Tibia cisim kırıklarının açık redüksiyonu ve plaklama ile tedavisi anesteziye, cerrahi alana ve kırık iyileşmesine bağlı problemler nedeniyle 1900'li yılların başında çok az kullanılırdı. AO grubunun tibia kırıklarının tedavisinde plak uygulanmasını önermesi, biyomateryal üretimindeki başarılar ve düşük enerjili kırıklarda plak fiksasyonu yapılması ile tibia cisim kırıklarında plak fiksasyonu yaygınlaşmıştır. 1976 yılında Ruedi, Webb ve Algover AO/ASIF dinamik kompresyon plağı ile tedavi edilmiş geniş vaka serisi sunarak tibia kırıklarının tedavisinde plaklama ile başarılı sonuçlar elde edildiğini bildirdiler. Van der Linden ve Larsson tibia kırıklarının plak ve konservatif tedavisini karşılaştıran geniş kapsamlı çalışma yapmış, plaklama ile komplikasyonların konservatif tedaviye nazaran daha sık görüldüğünü, ama plak uygulanan hastalarda iyileşmenin daha kısa sürede gerçekleştiğini raporlamışlar. Aynı zamanda açık kırıkların plaklama ile tedavi edilmesinin sakıncalı olduğunu da belirtmişler (15, 20, 41).

2.8.1.3. Açık redüksiyon ile internal tespit

Günümüzde tibia cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde rutin kullanılmamakla beraber, intramedüller çivi yapılması mümkün olmayan proksimal ve distal tibia kırıklarında ve bazı çok parçalı kırıklarda açık redüksiyon ve plaklama yapılması gerekebilir. Önceleri açık redüksiyon ile internal fiksasyon zamanı kemiğin anatomik redüksiyonu sağlanmış olup dinamik kompresyon plağı (DCP) ile fiksasyon uygulanırdı ki, bu uygulanma sonrası plağın altındaki kemikte rezorpsiyon oluşma nedeninin gerginliğe

(stres shielding) bağı olduğu düşünülürdü. Daha sonralar ise bu rezorpsiyonun, plağın kemiğe kompresyonu ile periosteal dolaşımı bozması sonucunda ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Buna dayanarak kortikal teması tam olmayan LC-DCP (Limited Contact- Dynamic Compression Plate) plaklar üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Bunun dışında, tibia cisim kırıklarında önceler önerilen anatomik fiksasyonun yerini artık biyolojik fiksasyon almıştır. Tibia kırıklarının tedavisinde plak kullanılacaksa 4,5'luk plaklar önerilmekte, kırığın proksimal ve distalinde plağın 6 kortekse tutturulması yeterli olmaktadır (15, 20, 41).

2.8.1.4. Minimal invaziv girişim ile internal tespit

Tibia diafiz kırıklarında biyolojik fiksasyonun önem kazanması ve kırık iyileşmesinde yumuşak doku, periost sıyrılmasının kırık iyileşmesini olumsuz etkilemesine bağlı bilgilerin artması ile beraber, plağın korteks ile temasının azaltılması ve uygulanacak plağın suprapariosteal yerleştirilmesi fikirleri gündeme gelmiştir. Buna dayanarak kırığın anatomik redüksiyonu yapılmadan, minimal insizyonlarla, suprapariosteal konumlandırılmış kilitli plaklar uygulanmaktadır. Kilitli plaklar hem kemiğe, hem plağa sıkı tutunup kompresyon plaklarından daha sert fiksasyon oluştururlar. Osteoporotik hastalarda kompresyon plaklarına göre daha güvenle kullanılabilir. Kırık hematomu kaybedilmeden uygulanabilen kilitli plaklar, kırık üzerinde köprü oluşturur ki, bu, kırıkta minimal harekete izin vererek sekonder kırık iyileşmesini daha da hızlandırmış olur (15, 20, 41).

2.8.1.5. İntramedüller çivileme

Tibia diafiz kırığının intramedüller çivilerle tedavisinin diğer cerrahi yöntemlere göre avantajları mevcuttur. İntramedüller çivileme kapalı yapılacaksa, kırık hematomu korunmuş olur, çivi ile stabil tespit sağlanmış olur, yumuşak doku diseksiyonu minimal olur. Periosteal dolaşıma ameliyat zamanı zarar verilmediğinden kırığın revaskülarizasyonu ve kallus oluşumu olumsuz yönde etkilenmiyor. İntramedüller çivi, küçük insizyonlarla, geniş kas ve tendon diseksiyonu yapılmadan uygulandığından hastanın erken rehabilitasyonu daha kolay olur (52).

2.8.1.5.1. İntramedüller çivinin tarihsel gelişimi

Kırıkların intramedüller çivileme ile tedavisine dair girişimler 16. yüzyıla dayanır. Bernardino de Sahagun, Meksika'ya seyahati sırasında, kaynamayan kırıklarda tahta sopaların intramedüller yerleştirilmesi ile bağlı bilgileri not etmiştir (53).

20. yüzyıla kadar intramedüller girişimlerin akut kırıklarda değil, sadece kaynamayan kırıklar için uygulandığı hakkında bilgiler mevcuttur (53).

1893'te Norveçli Nicholas Senn ilk defa olarak proksimal femur kırıklarının tedavisinde intramedüller cihazların biyomekanik prensiplerini tanımladı ve bu girişimler Viyana'da Ender tarafınca devam ettirildi. 1917'de Høglund Amerika Birleşik Devletlerinde korteksin bir kısmının rezeke edilip intramedüller yerleştirilmesi ile boşluk doldurucu rol üstlenen otojen intramedüller uygulamayı tarifledi. 1930 yılında Amerika'da Rush kardeşleri Steinman çivilerini kullanarak proksimal ulna ve proksimal femur kırıklarını tedavi ettiler. 1931'de Smith-Petersen femur boyun kırıklarında paslanmaz çelik kullanımı ile başarılı sonuçlar elde ettiğini raporladı ve bundan sonra intramedüller metal implantların kullanımına ilgi arttı. 1938'de Robert Danis farklı kırıkların tedavisinde kısa intramedüller çivileri kullanmaya başladı. Küntscher ise 1939 yılında insana ilk çivisini uyguladı. Küntscher çivisi V şekilli olup paslanmaz çelikten üretilmişti. Küntscher, çivi kullanımı ile bağlı önerilerini 3 başlıkta toplayarak 1940 yılında yayınladı. Onun önerileri, çivi giriş deliğinin kırıktan uzak konumlandırılması, uygulanan çivinin ekstremitenin mekanik fonksiyonuna katkıda bulunması ve güvenli fiksasyon elde edilmesi için çivinin uygun kalibrasyonda olmasından ibaretti. Küntscher çivisi Amerikada 1945 yılından sonra popülerize olmaya başladı. İntramedüller çivi uygulanması zamanı oyma fikri 1942 yılında Fisher tarafınca ortaya atıldı. O, oyma yapılarak daha büyük çaplı çivi kullanılabileceğini savunuyordu. Çivi kullanımı yaygınlaştıktan sonra stabilite problemleri ortaya çıktı ve stabilizeyi arttırmak için çivilerin kilitlenmesi fikri 1950 yılında önerildi. 1953 yılında Modny ve Bambara ilk defa transfiksasyon kilitlenen çivilerini tanıttılar. 1970 yılından başlayarak Klemm, içinden vidaların geçebileceği delikleri olan çivileri tasarladı. 1984 yılından sonra kilitli çiviler Amerikada yaygın kullanılmaya başladı. 1990'lı yıllardan sonra ise oymalı, oymasız çivilerin endikasyon ve kontrendikasyonları, açık kırıklarda çivi kullanımı, yeni titanium çivileri, elastik

çiviler ve 3. nesil çivilerin üretimi ve geliştirilmesi ile bağlı araştırmalar yapıldı ve yapılmaya devam ediliyor. Günümüzde tibia diafiz kırıklarının cerrahi tedavisinde kilitli intramedüller çiviler altın standart olarak kabul edilmektedir (10, 53-56).

2.8.1.5.2. İntramedüller çivi uygulanmasına ait özellikler

Tibia intramedüller çivisi yapılırken medüller kanal, oymalı veya oymasız hazırlanabilir. Oymasız yöntemi savunanlar, oyma yapılmasının kemik iliğindeki yağların akciğerde emboli yapması fikrini ileri sürüyor. Yapılan deneysel kanıtlar da oymanın pulmoner fonksiyonları etkilediğini göstermektedir. Ama bu fikir klinik olarak kanıtlanmamıştır. ARDS gelişmesi klinik olarak multifaktöryel olduğundan oymanın pulmoner fonksiyonlar üzerinde tek başına ne kadar kötü etkili olduğu tam bilinmemektedir. Oyma yapılması daha büyük çaplı çivi kullanımına imkân verir ki, stabilite açısından bu, önemlidir. Ama fazla oyma yapılmasının kortikal kalınlığı azaltma ve medüller nekroz oluşturma gibi dezavantajları da vardır. Oyma yapılacaksa turnike kullanılmaması önerilmektedir. Oymalı ve oymasız çivilerin arasında enfeksiyon açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (11, 57, 58).

Tibia intramedüller çivisi yapılırken giriş yerinin doğru belirlenmesi, sonraki işlemler açısından çok önemlidir. Özellikle antero-posterior görüntülemeye (koronal düzlem) rotasyon hatası yapmamak için, dizin doğru pozisyonunda olduğundan emin olmak önemlidir. Tibianın izdüşümünün fibula başının yarısını örtmesi skopide dizin doğru antero-posterior görüntüsünün elde edildiğini gösterir (11). Doğru pozisyonunda görüntü elde edildikten sonra çivi giriş deliği tibia medullası hizasında olmalıdır. Bunu, tibia krestine üzerine bir kılavuz teli koyup tibial plato ile kesiştiği nokta olarak da belirlemek mümkündür (59). Veya lateral tibial tüberkülün hemen mediali olarak da belirlenebilir (11). Antero-posterior görüntüde giriş yeri doğru belirlenmezse valgus veya varus dizilim bozukluğunun ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır (11, 59).

Lateral görüntülemeye (sagittal düzlem) giriş yeri tibianın proksimal metafizi ile platonun kesişme noktası olmalıdır. Giriş yeri sagittal planda posteriorda olursa ön çapraz bağın anterior liflerine ve menisküse hasar verilebilir, anteriorda olursa ise tibianın proksimal anterior korteksinde kırık oluşabilir (11, 59).

2.8.2. Tibia diafiz kırıklarının komplikasyonları

Tibia diafiz kırıklarında, kırığa veya yapılan tedaviye bağlı olarak, preop veya postop dönemde, sistemik ve bölgesel olmakla 2 şekilde komplikasyon görülebilir. Sistemik komplikasyonlar ve bölgesel komplikasyonlar (11, 17, 60).

Sistemik Komplikasyonlar

- a) Hipovolemi
- b) Yağ embolisi
- c) Disemine intravasküler koagülasyon
- d) Enfeksiyon

Bölgesel Komplikasyonlar

- a) Vasküler yaralanmalar
- b) Sinir yaralanmaları
- c) Kompartman sendromu
- d) Enfeksiyon
- e) Sudeck atrofisi
- f) Kozalji
- g) Osteoporoz
- h) Kaynama gecikmesi ve kaynamama
- i) Komşu eklemlerde hareket kısıtlılığı
- j) Ampütasyon

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2019/14-8 sayı ve 18/09/2019 tarihli onayı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamız erişkin travmatik tibia diyafiz kırığı nedeniyle intramedüller çivi (İMÇ) tespiti ile tedavi edilen olgular üzerinde planlandı. Çalışma, ameliyat sonrası 6 aydan önce kaynayan olgular ve 6 aydan geç kaynayan kırıklar şeklinde iki grup olacak şekilde planlandı. İki grup arasındaki farklar, dolayısıyla kırık iyileşmesi üzerinde olumsuz etki oluşturacak faktörlerin retrospektif olarak değerlendirilmesi ve gruplar arası farkların belirlenmesi amaçlandı.

Çalışma kapsamında Bülent Ecevit Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalında, 2012-2017 yılları arasında, erişkin açık ve kapalı travmatik tibia kırığı nedeniyle intramedüller çivi tespiti yapılan hastaların verilerine hastane otomasyon sistemi üzerinden ulaşıldı. Hastane otomasyon sisteminden bu hastaların yatış, poliklinik, anestezi dosyaları ve ameliyat notları incelendi, PACS sisteminde mevcut olan preoperatif ve postoperatif tüm direkt röntgen grafipleri değerlendirildi.

Çalışmaya alınma kriterleri: olguların erişkin olması (16-65 yaş arası), travmatik tibia diafiz kırığı nedeniyle ilk başvurudan itibaren tedavi ve takiplerinin merkezimizce yapılmış olması, en az 1 yıllık takip verisi olması şeklinde belirlenmiştir.

Çalışma dışı bırakılma kriterleri ise: Patolojik kırıklar, çalışma parametrelerine ulaşamayan hastalar, takip süresi boyunca ek girişim ve ameliyat uygulanan olgular (revizyon, greftleme, implant değişimi) ve çalışmaya katılmak istemeyen olgular olarak belirlenmiştir.

Hastaların radyolojik değerlendirmeleri PACS görüntüleri üzerinden iki farklı gözlemci tarafınca, kallus oluşumu, kırık hattında aralık (gap) varlığı ve bu bulgular kullanılarak belirlenen RUST (Radiographic union score for tibia) puanlama sistemi ile değerlendirildi (35, 65-71). Bu skrolama sisteminde antero-posterior ve lateral direkt röntgen grafide her korteks için kallus kalitesi 1-3 arası puanlanarak, korteksin her birine ayrı ayrı verilen puanların toplamı RUST skorunu vermektedir (35, 69, 70).

RUST skorunun en düşük puanı 4, en yüksek puanı 12 olarak belirlenmiştir. RUST skorunun 10 ve üzeri olması radyolojik kaynama olarak değerlendirilirken 10'dan az olması henüz radyolojik kaynamanın gerçekleşmediği olarak kabul edilmektedir (35, 69, 70). (Tablo 4).

Çalışmada değerlendirilen parametreler (demografik veri, hasta kaynaklı veri ve yaralanma ilişkili veri) aşağıda listelenmiştir:

- 1) **Yaş**
- 2) **Cinsiyet**
 - ☐ Erkek
 - ☐ Kadın
- 3) **Yaralanma tarafı**
 - ☐ Sağ
 - ☐ Sol
- 4) **Travma şekli**
 - ☐ Düşük enerjili (basit düşme, rotasyonel travma gibi indirek travmalar nedenli oluşan kırıklar) (61-63)
 - ☐ Yüksek enerjili (motorlu araç yaralanması, yüksekte düşme, ateşli silah yaralanması, yandan darbe alınması gibi direk travmalar nedenli oluşan kırıklar) (61-63)
- 5) **Açık kırık durumu**
 - ☐ Evet
 - ☐ Hayır
- 6) **Kırık sınıflaması (AO/OTA kırık sınıflaması-2018/Tibia diafiz kırığı - 42)**
 - ☐ A1, A2, A3
 - ☐ B2, B3
 - ☐ C2, C3
- 7) **Kırığın lokalizasyonu**
 - ☐ Proksimal
 - ☐ Orta
 - ☐ Distal
- 8) **Eşlik eden fibula kırığı varlığı**
 - ☐ Evet
 - ☐ Hayır
- 9) **İpsilateral alt ekstremitede fibula dışında eşlik eden kırık varlığı**
 - ☐ Evet
 - ☐ Hayır
- 10) **Bilateral tibia kırığı varlığı**
 - ☐ Evet
 - ☐ Hayır
- 11) **Açık kırıklar için Gustilo ve Anderson sınıflaması**
 - ☐ Tip 1
 - ☐ Tip 2
 - ☐ Tip 3

- 12) **Travmaya bağlı vasküler hasar varlığı**
☐ Evet
☐ Hayır
- 13) **Travmaya bağlı nörolojik hasar varlığı**
☐ Evet
☐ Hayır
- 14) **Kompartman sendromu varlığı (preop veya postop)**
☐ Evet
☐ Hayır
- 15) **Kapalı kırıklarda yumuşak doku hasarı için Tscherne sınıflaması**
☐ Derece 0
☐ Derece 1
☐ Derece 2
☐ Derece 3
- 16) **Kas-iskelet sistemi dışı travma varlığı (kranial, torakal, abdominal)**
☐ Evet
☐ Hayır
- 17) **Yaralanma Ciddiyet Skoru (Injury Severity Score- ISS) (28, 29)**
☐ Hafif : 1-8
☐ Orta : 9-15
☐ Ciddi : 16-24
☐ Çok ciddi : 25- 40
☐ Kritik: >41
- 18) **Hemoglobin değeri**
☐ Preoperatif
☐ Postoperatif 3. ayda
- 19) **Beyaz küre sayısı**
☐ Preoperatif
☐ Postoperatif 3. ayda
- 20) **Trombosit sayısı**
☐ Preoperatif
☐ Postoperatif 3. ayda
- 21) **Serum kalsiyum değeri**
☐ Preoperatif
☐ Postoperatif 3. ayda
- 22) **O₂ satürasyonu**
☐ Preoperatif
- 23) **C- reaktif protein (CRP)**
☐ Peroperatif
☐ Postoperatif 3. ayda
- 24) **Sedimantasyon**
☐ Peroperatif
☐ Postoperatif 3. Ayda
- 25) **Sigara kullanımı**
☐ Evet
☐ Hayır

- 26) **Diabetes Mellitus**
☐ Evet
☐ Hayır
- 27) **Dişabet dışı kronik hastalık**
☐ Evet
☐ Hayır
- 28) **Enfeksiyon (kemik veya doku kültüründe üreme)**
☐ Evet
☐ Hayır
- 29) **Antibiyotik kullanımı**
☐ Tek
☐ Çoklu
- 30) **Antibiyotik kullanım süresi (gün)**
- 31) **Transfüzyon (Yatış süresi boyunca)**
☐ Evet
☐ Hayır
- 32) **Yoğun bakımda yatış (Yatış süresi boyunca)**
☐ Evet
☐ Hayır
- 33) **Kas-iskelet sistemi dışı komplikasyon varlığı (Yatış süresi boyunca)**
☐ Evet
☐ Hayır
- 34) **Ameliyat süresi (dakika)**
- 35) **İntraop turnike kullanımı**
☐ Evet
☐ Hayır
- 36) **Eksternal fiksator takılanlarda Checketts-Otterburn sınıflaması**
☐ Minor (grade 1, grade 2, grade 3)
☐ Major (grade 4, grade 5, grade 6)
- 37) **ASA – American Society of Anesthesiologists (İMÇ yapılırken)**
- 38) **NURD skoru (3, 34)**
- 39) **Ameliyat**
☐ Basamaklı (Eksternal fiksasyon sonrası çivileme)
☐ Primer (Doğrudan çivileme)
- 40) **Eksternal fiksator (EF) çıkartılması ile çivileme arası geçen süre (gün)**
- 41) **Yaralanmadan İMÇ yapılana kadar geçen toplam süre (gün)**
- 42) **İMÇ yapılırken "tibia dışı" ek cerrahi girişim varlığı**
☐ Evet
☐ Hayır
- 43) **Yumuşak doku grefti-flep uygulanmış mı?**
☐ Evet
☐ Hayır
- 44) **Toplam yatış süresi (gün)**
☐ ≤ 10 gün
☐ 10 gün

- 45) Ameliyat sonrası ilk röntgen filmde kortikal boşluk - gap ($> 3\text{mm}$)
☐ Evet
☐ Hayır
- 46) Kortikal boşluk varlığında kaç kortekte olduğu. (sayı, 1-4)
- 47) Postoperatif ilk röntgen filmde kortikal temas
☐ % 0- hiç temas yok
☐ %25- 1 kortekte temas var
☐ %75- 3 kortekte temas var
☐ %100- 4 kortekte temas var
- 48) Malunion
☐ Evet
☐ Hayır
- 49) Herhangi bir kortekte immatür kallus görülme zamanı (hafta)
- 50) İlk köprü kallus görülme zamanı (ay)
- 51) İlk 4 ayda köprü kallus oluşma durumu (64)
☐ Evet
☐ Hayır
- 52) 2 yönlü direkt grafide kaynamanın RUST skoru ile puanlanması (4-12)
☐ ilk 6 ayda, aylık
☐ 6-12. aylar arasında, 2 ay arayla
☐ 12- 18. aylar arasında, 3 ay arayla
☐ Çekilmişse sonraki zamanlarda
- 53) Radyolojik kaynama zamanı ($\text{RUST} \geq 10$)
☐ Postoperatif ilk 6 ayda
☐ Postoperatif 6. aydan sonra
- 54) Ağrısız, desteksiz yük verebilme zamanı (ay)

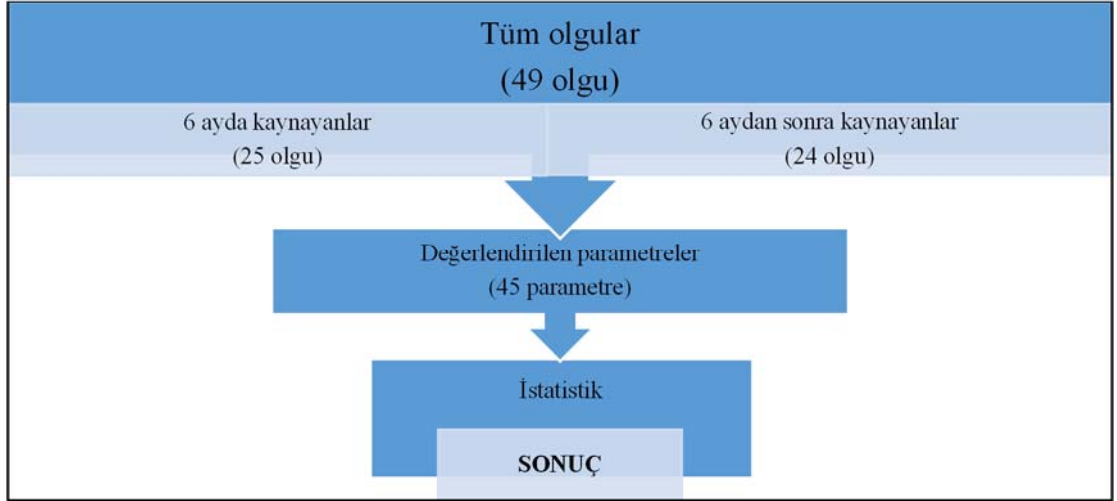
Her hasta için çalışma parametrelerini içeren "olgu rapor formu" hazırlandı. (Tablo 5).

Hastane kayıt sistemi incelemesi sonucu 2012-2017 yılları arası çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan toplamda 96 olgunun verisine ulaşıldı. 47 olgunun klinik ve radyolojik takip verisinin çalışma kriterlerini sağlamadığı ve çalışma dışı bırakılma kriterlerine uyması nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Kalan 49 olgunun (47 hasta, 49 kırık) verilerinin değerlendirilmesi sonucu 25'inin 6 aydan önce kaynadığı, 24'ünün ise gerek klinik, gerekse radyolojik olarak 6 aydan sonra kaynadığı gözlenmiştir. Çalışma grupları da bu şekilde teşkil edilmiştir. (Şekil 2).

Tablo 5. Olgu rapor formu **

Yaş	İlk köprü kallus görülme zamanı (ay)	Antibiyotik kullanım süresi (gün)	Kortikal boşluk varsa- kaç kortekte . (sayı, 1-4)
Cinsiyet Erkek Kadın	Kas-iskelet sistemi dışı travma Evet Hayır	Antibiyotik kullanımı Tek Çoklu	Toplam yatış süresi (gün) ≤ 10 gün > 10 gün
Yaralanma tarafı Sağ Sol	Beyaz küre sayısı Preoperatif Postoperatif 3. ayda	Transfüzyon (Yatış süresi boyunca) Evet Hayır	Ameliyat sonrası ilk filmde kortikal boşluk - gap (> 3mm) Evet Hayır
Travma şekli Düşük enerjili Yüksek enerjili	Hemogloblin değeri Preoperatif Postoperatif 3. ayda	Yoğun bakımda yatış (Yatış süresi boyunca) Evet Hayır	Yumuşak doku grefti-flep uygulanmış mı? Evet Hayır
RUST skoru ile puanlanma 0-5 haftada 6-8 haftada 9-12 haftada 13-16 haftada 17-20 haftada 21-24 haftada Sonraki zamanlarda (varsa)	Yaralanma Ciddiyet Skoru (ISS) Hafif: 1-8 Orta: 9-15 Ciddi: 16-24 Çok ciddi: 25- 40 Kritik: >41	Kas-iskelet sistemi dışı komplikasyon Evet Hayır	Postoperatif ilk röntgen filmde kortikal temas % 0- hiç temas yok %25- 1 kortekte temas var %75- 3 kortekte temas var %100- 4 kortekte temas var
NURD skoru	ASA – American Society of Anesthesiologists	Ameliyat süresi (dakika)	İmmatür kallus görülme zamanı (hafta)
Eşlik eden fibula kırığı Evet Hayır	Serum kalsiyum değeri Preoperatif Postoperatif 3. ayda	İntraop turnike kullanımı Evet Hayır	Malunion Evet Hayır
Kırığın lokalizasyonu Proksimal Orta Distal	Gustilo ve Anderson sınıflaması Tip 1 Tip 2 Tip 3	Checketts-Otterburn sınıflaması Minor Major	Tscherne sınıflaması Derece 0 Derece 1 Derece 2 Derece 3
Fibula dışında eşlik eden kırık Evet Hayır	C- reaktif protein (CRP) Preoperatif Postoperatif 3. ayda	Trombosit sayısı Preoperatif Postoperatif 3. ayda	4 ayda köprü kallus oluşma durumu Evet Hayır
Bilateral tibia kırığı Evet Hayır	Sedimentasyon Preoperatif Postoperatif 3. Ayda	Kırık sınıflaması (AO/OTA) A1, A2, A3 B2, B3 C2, C3	Açık kırık durumu Evet Hayır
O ₂ saturasyonu Preoperatif	Sigara kullanımı Evet Hayır	Ameliyat Basamaklı Primer	Radyolojik kaynama zamanı (RUST ≥ 10) Postoperatif ilk 6 ayda Postoperatif 6. aydan sonra
Travmaya bağlı vasküler hasar Evet Hayır	Diabetes Mellitus Evet Hayır	EF çıkartılması ile çivileme arası geçen süre (gün)	Ağrısız, desteksiz yük verebilme zamanı (ay)
Travmaya bağlı nörolojik hasar Evet Hayır	Dişabet dışı kronik hastalık Evet Hayır	Yaralanmadan İMÇ yapılına kadar geçen süre (gün)	Dosya numarası
Kompartman sendromu Evet Hayır	Enfeksiyon (üreme) Evet Hayır	İMÇ yapılırken "tibia dışı" ek cerrahi girişim Evet Hayır	

** Tablo 5 hazırlanırken kısaltmalar yapılmış ve parametrelerin sıralaması korunmamıştır.



Şekil 2. Çalışmanın şematik planı

3.1. İstatiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizleri SPSS 19,0, Excel ve R paket programında yapılacaktır. Çalışmada yer alan sürekli değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler medyan, minimum ve maksimum değerleriyle; kategorik değişkenler frekans ve yüzde ile gösterilecektir. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelenecektir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin grup karşılaştırmalarında bağımsız örneklem t testi veya tek yönlü varyans analizi; normal dağılım göstermeyen değişkenlerin grup karşılaştırmalarında Mann Whitney U veya Kruskal Wallis testleri kullanılacaktır. Değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmalarında Pearson, Yates veya Fisher kesin ki-kare testleri kullanılacaktır. Çalışmadaki tüm istatistiksel analizlerde p değeri 0,05'in altındaki karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilecektir.

4. BULGULAR

Çalışma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde 2012-2017 yılları arasında, 16-65 yaş arası, travmatik tibia cisim kırığı tanısıyla primer ve basamaklı İMÇ uygulanan, ek işlem gerektirmeden kaynayan ve her hasta için değerlendirmeye aldığımız çalışma parametrelerinin tamamına ulaşılan 49 olgu ile yapıldı.

Kırık kaynaması iki gözlemci tarafınca, iki yönlü direk röntgen grafide, radyolojik parametrelerle değerlendirildi. Her olgu için RUST skorunun ≥ 10 olması kaynama olarak kabul edildi. Kaynama zamanına, göre olgular iki gruba ayrıldı.

Grup A. Kırığı radyolojik olarak ilk 6 ayda kaynayanlar. Yani postoperatif ilk 6 ay içinde RUST skoru ≥ 10 olan olgular. Olguların 25'ini (%51) oluşturdu.

Grup B. Kırığı radyolojik olarak 6 aydan sonra kaynayanlar. Yani postoperatif 6. aydan sonra RUST skoru ≥ 10 olan olgular. Olguların 24'ünü (%49) oluşturdu.

Çalışma parametrelerini oluşturan ve kırık iyileşmesi üzerinde etkisi olabilecek faktörler açısından her iki grup arasındaki farklar istatistiksel olarak analiz edildi.

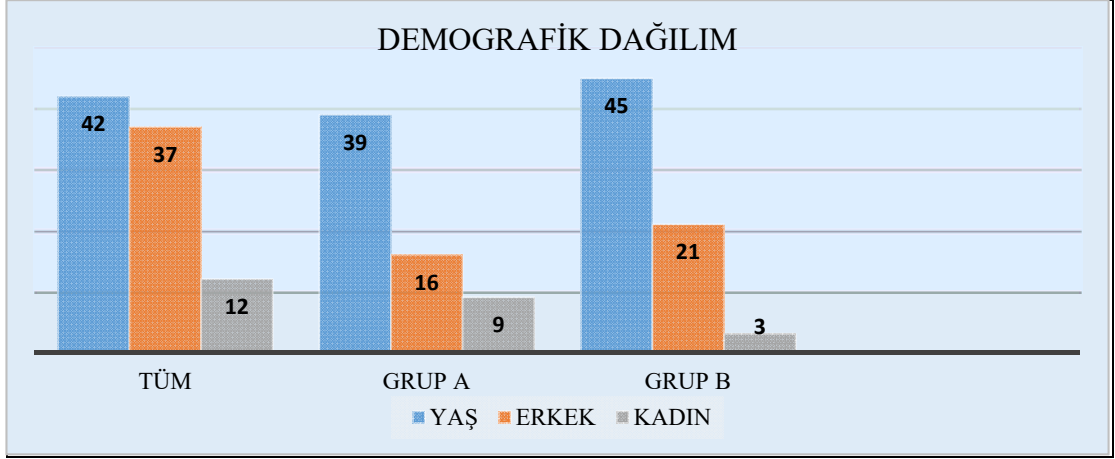
4.1. Demografik Özellikler

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ortalaması 42 ± 16 (min:19,max:65) idi. Hastaların 37'si (%76) erkek, 12'si (%24) kadındı. Grup A'da hastaların yaş ortalaması 39 ± 15 (min:19, max:65), grup B'de hastaların yaş ortalaması 45 ± 17 (min:19,max:65)'tir. Grup A'daki hastaların 16'sı (%64) erkek, 9'u (%36) kadındı. Grup B'de ise hastaların 21'i (%87) erkek, 3'ü (%13) kadındı. (Şekil 3).

6 aydan sonra kaynayan kırıklarda erkek hastaların sayısı daha fazla (21E, 16K) ve hastaların yaş ortalaması daha yüksek olsa da (45- 39) bu durum istatistiksel anlamlı değildi.

Grup A (kırığı ilk 6 ayda kaynayanlar) ile grup B (kırığı 6 aydan sonra kaynayanlar) arasında yaş ortalaması açısından anlamlı fark izlenilmedi ($p=0,183$).

Grup A (kırığı ilk 6 ayda kaynayanlar) ile grup B (kırığı 6 aydan sonra kaynayanlar) arasında olguların cinsiyetleri açısından anlamlı fark izlenilmedi ($p=0,058$).



Şekil 3. Demografik dağılım

4.2. Çalışma Parametreleri

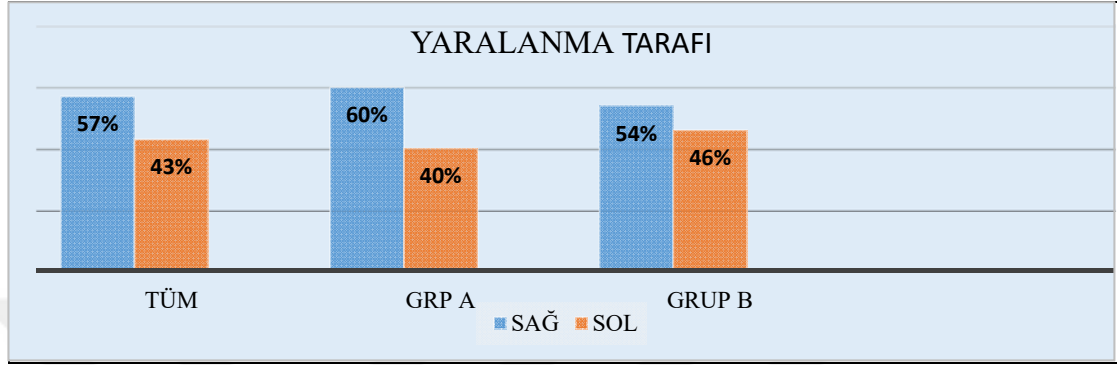
Taraf: Hastalar yaralanma tarafına göre değerlendirildi. Tüm hastaların 28'inde (%57) yaralanma sağ tarafta, 21'inde (%43) ise sol tarafta oluşmuştu. A grubundaki hastaların 15'inde (%60) sağ, 10'unda (%40) sol tarafın yaralandığı izlendi. B grubundaki hastaların ise 13'ünde (%54) sağ, 11'inde (%46) sol taraf yaralanmıştı. Tüm hastaların 2'sinde (%4) bilateral tibia kırığı mevcuttu. Bilateral tibia kırığı oluşan hastalardan birinin sağ taraftaki kırığı 6 aydan önce kaynayarak A grubuna dahil edildi, diğer hastanın ise her iki taraftaki kırığı 6 aydan sonra kaynayarak B grubuna dahil edildi. (Şekil 4).

Tüm hastalarda sağ taraflı tibia kırığı daha fazla, grup içi değerlendirmelerde de sağ taraflı yaralanma sola nazaran yüksekti. Fakat gruplar arası değerlendirmede iki grup arasında yaralanma tarafı açısından anlamlı fark yoktu ($p=0,902$).

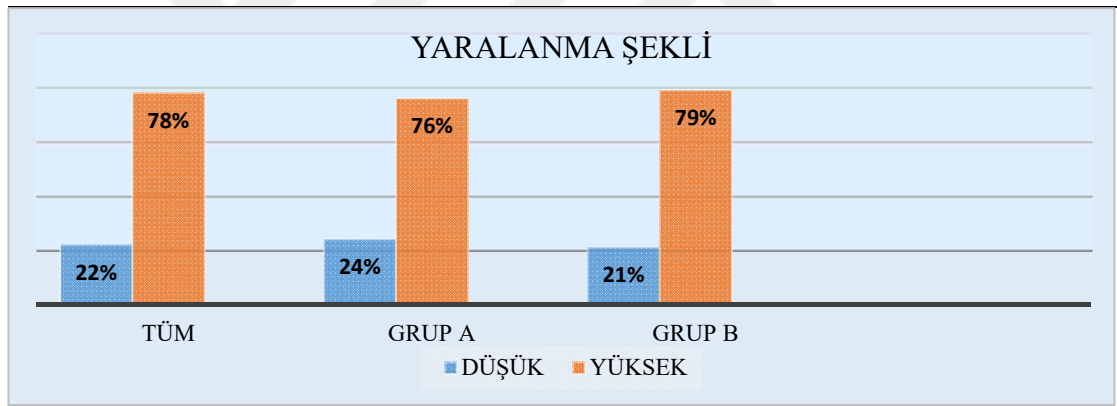
Yaralanma şekli: Olgular yaralanma şekline göre sınıflandırıldı. Basit düşme ve rotasyonel travma gibi indirekt travma nedeniyle oluşan yaralanmalar düşük enerjili yaralanma, motorlu araç yaralanması, yüksekten düşme, ateşli silah yaralanması gibi yaralanmalar ise yüksek enerjili yaralanma olarak değerlendirildi (m95,m96,m97). Tüm olguların 11'i (%22) düşük enerjili yaralanma sonucu, 38'i (%78) ise yüksek enerjili yaralanma sonucu oluşmuştu. A grubundaki kırıkların 6'sı (%24) düşük enerjili, 19'u (%76) yüksek enerjili yaralanmayla oluşmuştu. B grubundaki kırıkların

5'i (%21) düşük enerjili, 19'u (%79) ise yüksek enerjili yaralanmayla oluşmuştu. (Şekil 5).

Gruplar arası değerlendirmede iki grup arasında anlamlı fark izlenmedi. (p=0,793).



Şekil 4. Yaralanma tarafına göre dağılım



Şekil 5. Yaralanma şekline göre dağılım

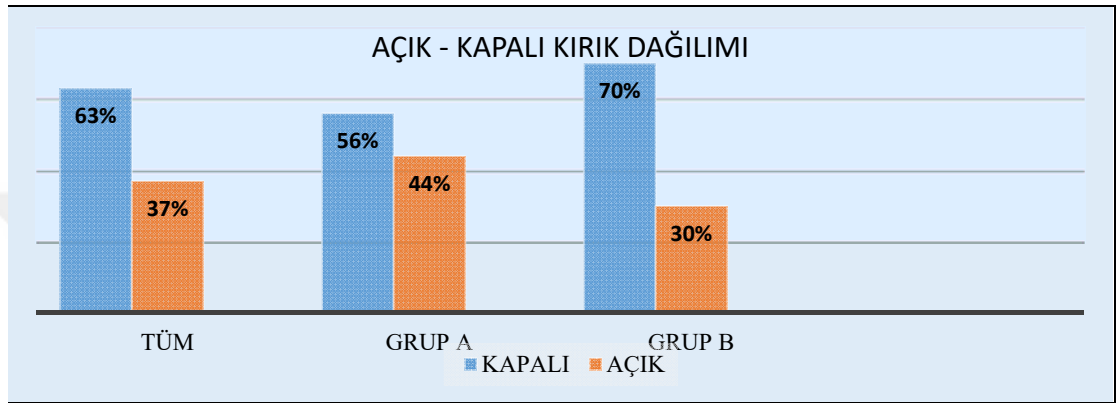
Açık kırık durumu: Olgular açık veya kapalı kırık olmalarına göre sınıflandırıldı. Tüm olguların 18'i (%36,7) açık kırık, 31'i ise (%63,3) kapalı kırık şeklindeydi. Grup A'daki hastaların 11'inde (%44) açık, 14'ünde(%56) kapalı. Grup B'de ise olguların 7'sinde (%30) açık, 17'sinde (%70) kapalı kırık olduğu görüldü.

Gruplar arsında açık veya kapalı kırık olma durumu açısından fark gözlenmedi (p=0,435).(Şekil 6).

Açık tibia kırıkları Gustilo- Anderson sınıflaması ile de değerlendirildi. A grubuna dâhil olan hastalarda tip 1 açık kırık mevcut olmayıp, 6 hastada (%54) tip 2 açık kırık, 5 hastada (%45) tip 3 açık kırık mevcuttu. B grubundaki hastalarda da tip 1

açık kırık mevcut olmayıp, 2 hastada (%29) tip 2 açık kırık, 5 hastada (%72) ise tip 3 açık kırık mevcuttu. Tip 3 açık kırıkların alt grupları belirlendi ve diğer parametreler değerlendirilirken dikkate alındı. Ancak açık kırıklı olguların analizinde olgu sayısı az olduğu için tip 3 açık kırıkların alt grupları tek grupta birleştirildi.

Grup A ile grup B arasında açık kırık tipleri (Gustilo ve Anderson sınıflaması) açısından da anlamlı fark izlenmedi ($p=0,349$).

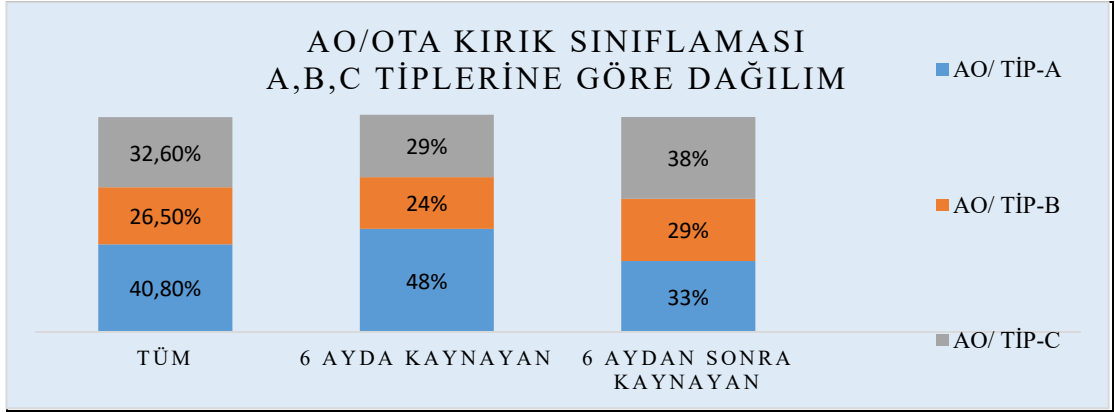


Şekil 6. Açık-kapalı kırık durumuna göre dağılım

Kırık sınıflaması: Olgularda kırık sınıflaması (Tibia Diafiz Kırıkları- 42) AO/OTA sınıflamasının 2018’de yapılan revizyonu ile yapıldı. Kırıklar A, B, C olarak 3 tipe ayrıldı.

Tiplere göre değerlendirildiğinde tüm kırıkların 20’si (%40,8) A, 13’ü (%26,5) B, 16’sı (%32,6) C tipi olarak değerlendirildi. 6 ayda kaynayan grupta A tipine dahil edilen 12 (%48), B tipine dahil edilen 6 (%24), C tipine dahil edilen 7 (%28) kırık belirlendi. 6 aydan sonra kaynayan grupta ise A tipine dahil edilen 8 (%33), B tipine dahil edilen 7 (%29), C tipine dahil edilen 9 (%38) kırık belirlendi. 6 ayda ve 6 aydan sonra kaynayan gruplar arasında AO/OTA sınıflamasının tipleri açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,327$).

Gruplara göre değerlendirildiğinde, 6 aydan önce kaynayanlarda A tipi kırıkların 5’i (%42) A1, 6’sı (%50) A2, 1’i (%8) A3, B tipi kırıkların 1’i (%17) B2, 5’i (%83) B3, C tipi kırıkların 1’i (%14) C2, 6’sı (%86) C3 gruplarına dahil edildi. 6 aydan sonra kaynayanlarda A tipi kırıkların 1’i (%13) A1, 2’si (%25) A2, 5’i (%63) A3, B tipi kırıkların tamamı, yani 7’si (%100) B3, C tipi kırıkların 3’ü (%33) C2, 6’sı (%67) ise C3 gruplarına dahil edildi. (Şekil 7).



Şekil 7. AO/OTA kırık sınıflaması, A,B,C tiplerine göre dağılım

6 aydan önce ve sonra kaynayan olgular arasında AO/OTA sınıflamasının gruplarının karşılaştırılmasında anlamlı fark izlenildi ($p=0,035$). Her tip için ayrı-ayrı ileri değerlendirme yapılırken 6 ayda kaynayan kırıklar ile 6 aydan sonra kaynayan tip A kırıklarının grupları arasında anlamlı fark olduğu görüldü. ($p=0,022$). 6 ay içinde kaynayan kırıklarda A1 grubuna dahil olan hasta sayısı fazla, A3 grubuna dahil olan hasta sayısı azken, 6 aydan sonra kaynayan kırıklarda A3 grubundaki hasta sayısı fazla, A1 grubunda ise anlamlı olarak azdı. (Tablo 6).

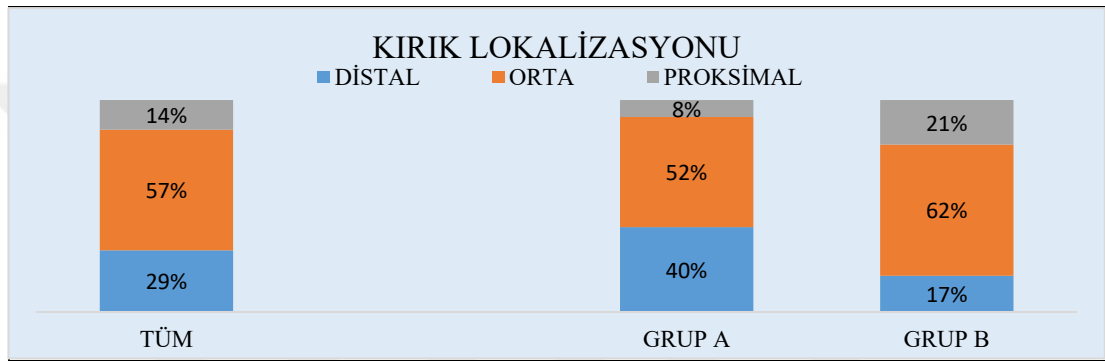
Tablo 6. AO/OTA kırık sınıflaması, gruplara göre dağılım

	6 AYDA KAYNAYANLAR	6 AYDAN SONRA KAYNAYANLAR
A1	42%	13%
A2	50%	25%
A3	8%	63%
B2	17%	0%
B3	83%	100%
C2	14%	33%
C3	86%	67%

Kırığın lokalizasyonu: Olgular kırığın lokalizasyonuna göre değerlendirildi. Proksimal 1/3, orta 1/3 ve distal 1/3 diafizler bölge şeklinde kategorize edildi. Tüm olgular dikkate alındığında kırıkların 7'sinin (%14) proksimal, 28'inin (%57) orta, 14'ünün (%29) ise distal diafizde olduğu görüldü. Gruplar arası değerlendirmede, A grubundaki kırıkların 2'sinin (%8) proksimal, 13'ünün (%52) orta, 10'unun (%40)

distal bölgede olduğu izlendi. B grubundaki kırıkların ise 5'inin (%21) proksimal, 15'inin (%62) orta, 4'ünün (%17) distal diafizler bölgede olduğu izlendi.

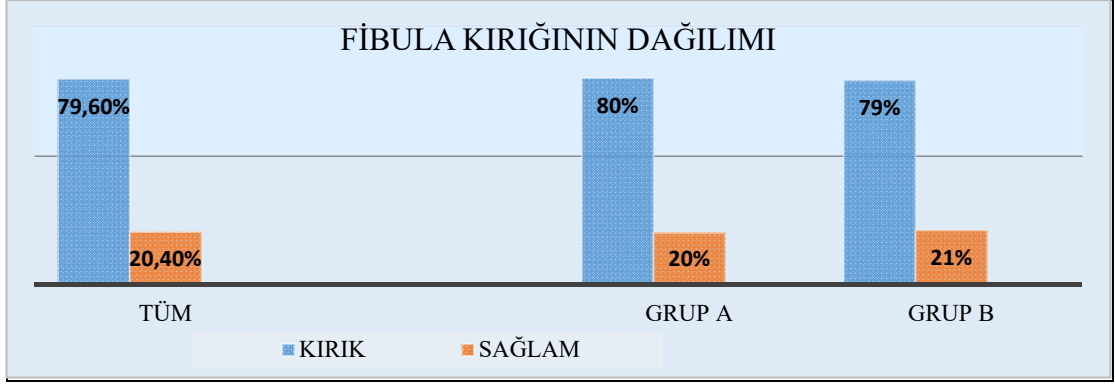
Grup A ile grup B arasında kırığın lokalizasyonu açısından anlamlı fark izlendi ($p=0,049$). 6 ayda kaynayanlarda distal yerleşimli olan kırıklar 6 aydan sonra kaynayanlara göre fazlaydı (%17'ye karşı %40). Aksine, 6 aydan sonra kaynayanlarda proksimal yerleşimli kırıklar 6 ayda kaynayanlara göre fazlaydı (%8'e karşı %21). Orta diafizler bölge yerleşimli kırıklar tüm kırıkların ve her iki gruptaki kırıkların yarından çoğunu oluştursa da iki grup arasında az fark vardı. (Şekil 8).



Şekil 8. Kırık lokalizasyonuna göre dağılım

Eşlik eden fibula kırığı varlığı: Olgular tibia kırığına fibula kırığının eşlik edip etmemesine göre değerlendirildi. Tüm olguların 39'unda (%79,6) fibula kırığı oluşmuş, 10'unda (%20,4) ise oluşmamıştı. Fibula kırığı olan tüm hastaların fibulasına fiksasyon uygulanmıştı. A grubundaki olguların 20'sinde (%80) tibia kırığına fibula kırığının eşlik ettiği, 5'inde (%20) fibulanın kırılmadığı görüldü. B grubundaki olguların ise 19'una (%79) fibula kırığının eşlik ettiği, 5'inde (%21) ise fibulanın kırılmadığı görüldü.

Grup A ile grup B arasında tibia kırığına fibula kırığının eşlik edip etmemesi açısından anlamlı fark izlenmedi. ($p=1,000$) (Şekil 9).



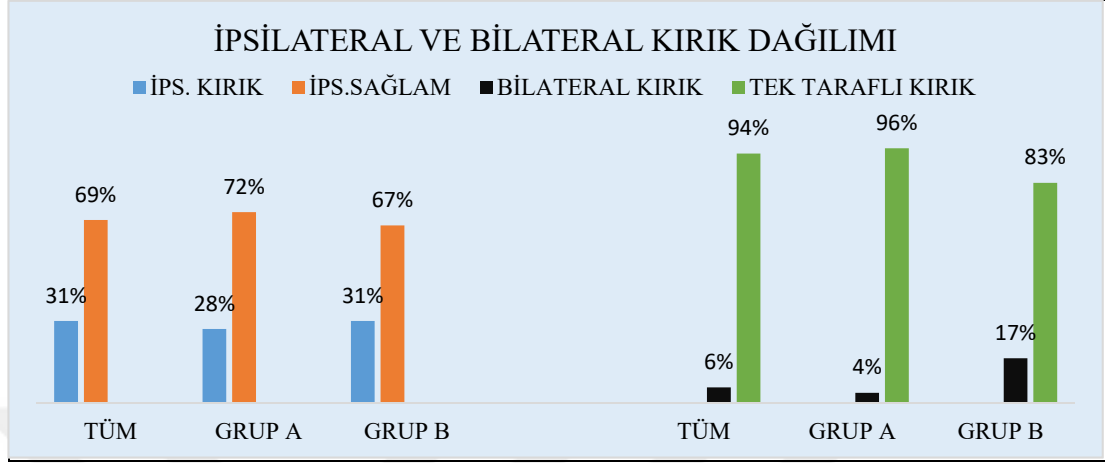
Şekil 9. Fibula kırığının eşlik etmesine göre dağılım

İpsilateral kırık varlığı: Hastalar ipsilateral alt ekstremitede fibula dışında eşlik eden diğer kırıklar yönünden değerlendirildi. Tüm hastaların 15'inde (%31) fibula kırığı dışında ipsilateral alt ekstremitede kırık oluştuğu, 34'ünde (%69) ise oluşmadığı gözlemlendi. A grubundaki hastaların 7'sinde (%28) ipsilateral kırık oluştuğu, 18'inde (%72) ise ipsilateral alt ekstremitde kemiklerinde kırık oluşmadığı görüldü. B grubundaki hastaların 8'inde (%33) ipsilateral eşlik eden kırık oluştuğu, 16'sında (%67) ise ipsilateral alt ekstremitde kırığının eşlik etmediği görüldü.

Grup A ile grup B arasında fibula dışında ipsilateral alt ekstremitde kırığının eşlik etmesi açısından anlamlı fark izlenilmedi. ($p=0,924$) (Şekil 10).

Bilateral tibia kırığı varlığı: Hastalar bilateral tibia kırığı yönünden değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların 3'ünde (47 hastanın 3'ünde, %6,3) bilateral tibia kırığı oluşmuştu. Bu hastalardan 2'sine (tüm hastaların %4'ü) bilateral tibia İMÇ uygulanmış ve bu hastaların her iki tibia kırığı da çalışmaya dahil edilmiştir. Diğer 1 hastanın ise bir tarafına İMÇ, diğer tarafına ise plak uygulanmıştı. Bu hastanın İMÇ uygulanan kırığı çalışmaya dahil edilmiş, plak uygulanan taraf ise çalışma dışı tutulmuştur. Her iki taraftaki tibia kırığı da çalışmaya dahil edilen 2 hastadan 1'inin her iki taraftaki kırığı 6 aydan sonra kaynarak B grubuna dahil edildi. Diğer 1 hastanın ise bir taraftaki kırığı 6 aydan sonra, öbür taraftaki kırığı ise 6 aydan önce kaynamıştı. Bilateral tibia kırığı olup, çalışmaya tek tarafı dahil edilen hastanın kırığı ise 6 aydan sonra kaynamıştır. A grubunda bilateral tibia kırığı olan 1 (%4) olgu mevcut olup, 24 (%96) olguda tek taraflı tibia kırığı mevcuttu. B grubunda ise 4 (%17) olguda bilateral tibia kırığı mevcut olup 20 (%83) olguda tek taraflı tibia kırığı mevcuttu. B grubunda

bilateral tibia kırığı olan olgu sayısı fazla olsa da grup A ile grup B arasında bilateral tibia kırığı açısından anlamlı fark izlenmedi. ($p=0,189$) (Şekil 10).



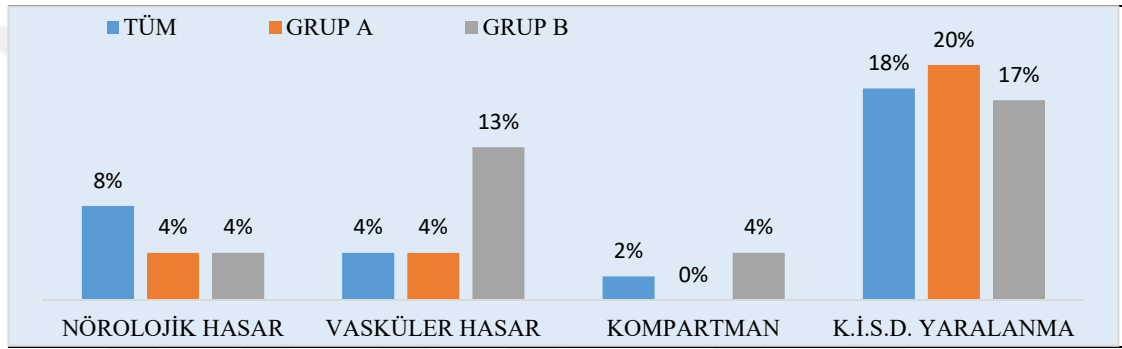
Şekil 10. İpsilateral ve bilateral kırık dağılımı

Travmaya bağlı vasküler ve nörolojik hasar: Hastalar travmaya bağlı vasküler ve nörolojik defisit gelişmesi yönünden incelendi. Tüm hastaların 2'sinde (%4) travmaya ikincil vasküler, 4'ünde (%8) ise nörolojik hasar gelişmişti. A grubundaki hastaların 1'inde (%4) vasküler, 1'inde (%4) ise travmaya ikincil nörolojik hasar gelişmişti. B grubundaki hastaların ise 1'inde (%4) vasküler, 3'ünde (%13) travmaya ikincil nörolojik hasar gelişmişti.

Grup A ile grup B'nin karşılaştırılmasında travmaya ikincil vasküler ve nörolojik hasar gelişmesi B grubunda fazla olsa da bu fark istatistik olarak anlamlı değildi (Vasküler: $p=1,000$. Nörolojik: $p=0,349$,) (Şekil 11).

Kompartman sendromu varlığı: Olgular preoperatif ve postoperatif kompartman sendromu gelişmesi yönünden değerlendirildi. Tüm hastaların 1'inde (%2) kompartman sendromu gelişmişti. A grubuna dahil olan hiçbir hastada kompartman sendromu gelişmemiş olup, B grubuna dahil olan sadece 1 (%4) hastada preoperatif kompartman sendromu gelişmişti. Bu hastaya acil fasyotomi yapılarak tedaviye eksternal fiksatorle devam edilmiş ve travmadan 4 hafta sonra hastaya İMÇ uygulanmıştır. Grup A ile grup B'nin karşılaştırılmasında kompartman sendromu açısından anlamlı fark yoktu. ($p=0,490$) (Şekil 11).

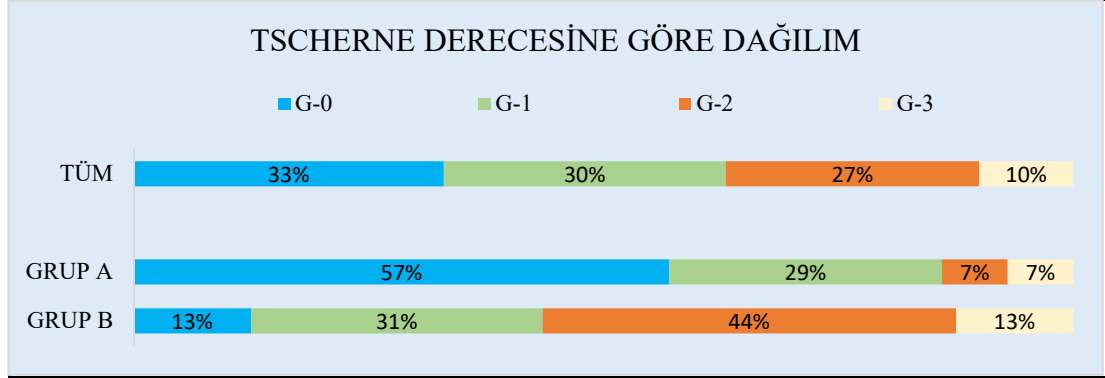
Kas-iskelet sistemi dışı yaralanma varlığı: Hastalarda kas-iskelet sistemi dışında yaralanma olup olmadığı değerlendirildi. Tüm hastaların 9'unda (%18) tibia kırığına ek olarak, kranial, torakal ve abdominal yaralanma da vardı. Çalışmaya dahil edilen hasta sayısı az olduğu için ek yaralanması olan hastaların tamamı tek kriterde birleştirildi. A grubuna dahil olan hastaların 5'inde (%20) kas-iskelet sistemi dışı yaralanma mevcut olup, 20'sinde (%80) mevcut değildi. B grubuna dahil olan hastaların ise 4'ünde (%17) kas-iskelet dışı yaralanma mevcut olup, 20'sinde (%83) mevcut değildi. A grubu ile B grubunun karşılaştırılmasında kas-iskelet sistemi dışı yaralanma oluşması açısından anlamlı fark yoktu. ($p=0,1000$) (Şekil 11).



Şekil 11. Nörolojik, vasküler hasar, kompartman sendromu ve kemik iskelet sistemi dışı yaralanma dağılımı

Tscherne sınıflaması: Kapalı kırıklarda yumuşak doku yaralanma derecesi Tscherne sınıflaması ile değerlendirildi. Veriler hasta dosyalarından elde edildi. Tscherne sınıflamasında, yaralanmanın enerjisi ve yumuşak dokuda oluşturduğu hasara uygun olarak yumuşak doku yaralanması G0, G1, G2, G3 derecelerine ayrılır. Tüm kapalı kırıklar dikkate alındığında 10 (%33) olgu G0, 9 (%30) olgu G1, 8 (%27) olgu G2, 3 (%10) olgu ise G3 derecesine dahil edildi. A grubuna dahil olan 14 kapalı kırık olgusunun değerlendirilmesinde 8 (%57) olguda yumuşak doku yaralanması G0, 4 (%29) olguda G1, 1 (%7) olguda G2, 1 (%7) olguda G3 olarak derecelendirildi. B grubuna dahil olan 16 kapalı tibia kırığının bu sınıflamaya göre değerlendirilmesinde ise 2 (%13) olguda yumuşak doku yaralanması G0, 5 (%36) olguda G1, 7 (%44) olguda G2, 2 (%13) olguda G3 olarak derecelendirildi. Grup A ile grup B arasında yumuşak doku yaralanmasının Tscherne sınıflaması açısından değerlendirilmesinde anlamlı fark olduğu görüldü. ($p=0,010$). A grubunda G0 derecesine dahil edilen olgular

B grubunda G0 derecesine dahil edilen olgulardan fazlaydı. Aynı zamanda G2 ve G3 derecelerine dahil edilen olgular B grubunda A grubundan daha fazlaydı. (Şekil 12)

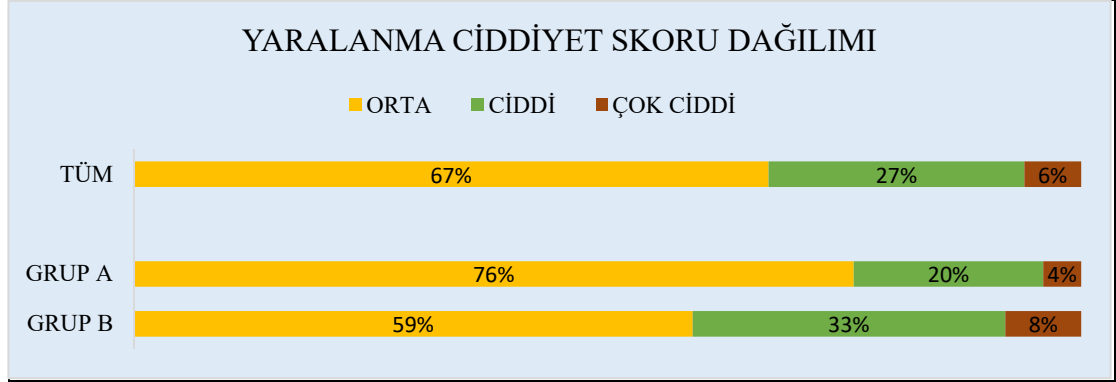


Şekil 12. Kapalı kırıklarda yumuşak doku yaralanmasının Tscherne sınıflamasına göre dağılımı

Yaralanma Ciddiyet Skoru: Hastalar Yaralanma Ciddiyet Skoruna (İSS) göre değerlendirilerek, 1988 yılında Copes tarafınca önerilen alt gruplara göre sınıflandırıldı. Hafif (ISS 1-8), orta (ISS 9-15), ciddi (ISS 16-24), çok ciddi (ISS 25-40), kritik (ISS ≥ 41). Tüm hastalar değerlendirildiğinde hafif ve kritik alt grubuna dahil edilen hasta yoktu. Diğer alt gruplara bakıldığında, 33 (%67) hasta orta, 13 (%27) hasta ciddi, 3 (%6) hasta ise çok ciddi alt gruplarına dahil edildi. A grubunda olan hastaların ortalama İSS skoru 13,4 ($\pm 5,06$) olup, B grubunda olan hastaların ortalama İSS skoru 15,3'tü ($\pm 5,11$). Alt gruplara göre sınıflandırıldığında A grubunda hafif travma alt grubuna dahil olan hasta olmayıp, orta alt grubuna 19 (%76), ciddi alt grubuna 5 (%20), çok ciddi alt grubuna 1 (%4) hasta dahil edildi ve daha yüksek İSS puanı alan hasta olmadığı için kritik alt grubuna herhangi bir hasta dahil edilmedi. B grubunda da hafif travma alt grubuna dahil edilen hasta mevcut olmayıp, 14 (%59) hasta orta alt grubuna, 8 (%33) hasta ciddi alt grubuna, 2 (%8) hasta çok ciddi alt gruplarına dahil edilerek daha yüksek İSS puanı alan hasta olmadığı için kritik alt grubuna herhangi bir hasta dahil edilmedi.

A grubu ile B grubunun karşılaştırılmasında Yaralanma Ciddiyet Skoru (İSS) açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,131$). Anlamlı fark izlenmemesine rağmen 6 ayda kaynayan grupta hafif travma alt grubuna dahil olan hasta sayısı 6 aydan sonra kaynayan

gruptan fazlaydı. Aksine, 6 aydan sonra kaynayan grupta da ciddi ve çok ciddi alt gruplarına dahil olan hasta sayısı 6 ayda kaynayan gruptan fazlaydı. (Şekil 13).



Şekil 13. Yaralanma Ciddiyet Skoruna (İSS) göre dağılım

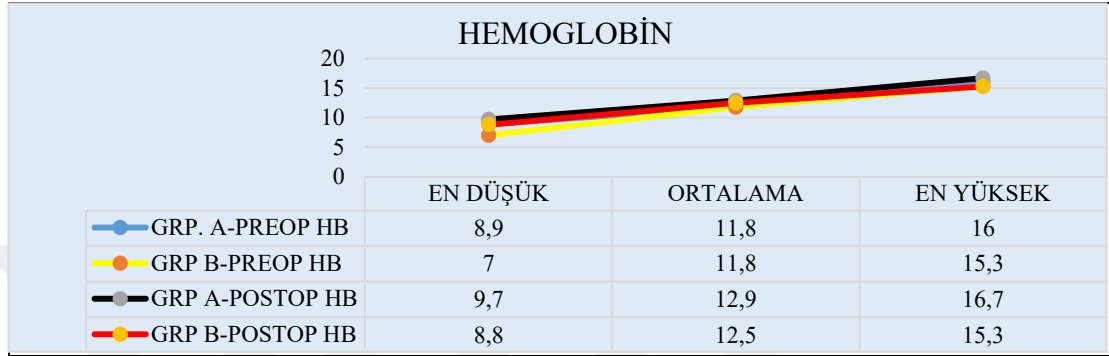
Hemoglobin değeri: Hastalar preoperatif ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) tam kanda hemoglobin değerlerine göre incelendi. A grubunda preoperatif en düşük hemoglobin değeri 8,9, en yüksek değer 16 olup, ortalama hemoglobin değeri 11,8'di ($\pm 1,75$). B grubunda ise preoperatif en düşük hemoglobin değeri 7, en yüksek hemoglobin değeri 15,3 olup, ortalama hemoglobin değeri 11,8'di ($\pm 2,27$). A grubunun 1-3. aylardaki (ortalama 2. ayda) en düşük hemoglobin değeri 9,7, en yüksek hemoglobin değeri 16,7 olup, ortalama hemoglobin değeri 12,9'du ($\pm 1,68$). B grubunun postoperatif 1-3. aylardaki (ortalama 2. ayda) en düşük hemoglobin değeri 8,8, en yüksek hemoglobin değeri 15,3 olup, ortalama hemoglobin değeri ise 12,5'di ($\pm 1,96$).

Grup A ile grup B arasında preoperatif ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) tam kanda hemoglobin değeri açısından anlamlı fark izlenmedi. ($p=0,952$, $p=0,631$) (Şekil 14).

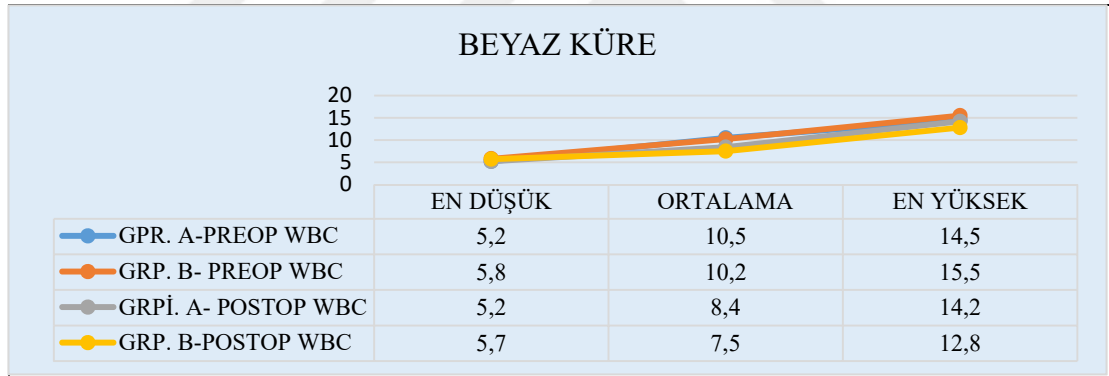
Beyaz küre sayısı: Olgular preoperatif ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) tam kanda beyaz küre sayısına göre incelendi. A grubunda preoperatif en düşük sayı 5,2, en yüksek değer 14,5 olup, ortalama sayı 10,56'ydi ($\pm 3,52$). B grubunda preoperatif en düşük sayı 5,8, en yüksek değer 15,5 olup, ortalama sayı 10,22'ydi ($\pm 3,23$). Postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) A grubunda en düşük sayı 5,2, en yüksek değer 14,2 olup, ortalama sayı 8,42 idi ($\pm 2,03$). Postoperatif 1-3. aylarda

(ortalama 2. ayda) B grubunda en düşük beyaz küre sayısı 5,7, en yüksek sayı 12,8 olup, ortalama sayı 7,55'di ($\pm 2,21$).

Grup A ile grup B arasında preoperatif ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) tam kanda beyaz küre sayısı açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,589$, $p=0,099$). (Şekil 15).



Şekil 14. Preoperatif ve postoperatif tam kanda hemoglobin değerleri

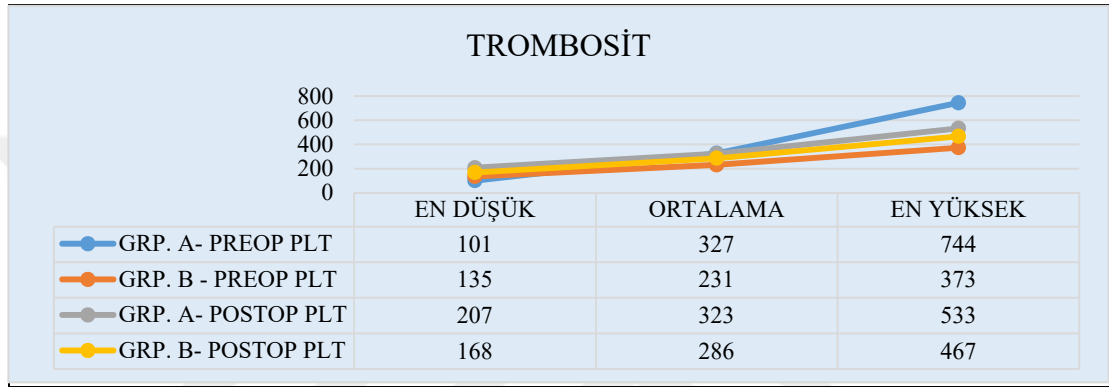


Şekil 15. Preoperatif ve postoperatif tam kanda beyaz küre değerleri

Trombosit sayısı: Hastaların preoperatif (travmadan sonraki ilk 24 saat içinde) ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) tam kanda trombosit sayılarına bakıldı. A grubuna dahil olan hastalarda preoperatif en düşük trombosit sayısı 101, en yüksek trombosit sayısı 744 olup, ortalama sayı 327'ydi (± 133). B grubunda preoperatif en düşük trombosit sayısı 135, en yüksek trombosit sayısı 373 olup, ortalama sayı 231'di (± 62). Postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) A grubunda en düşük trombosit sayısı 207, en yüksek trombosit sayısı 553 olup, ortalama sayı 323'tü (± 76). B

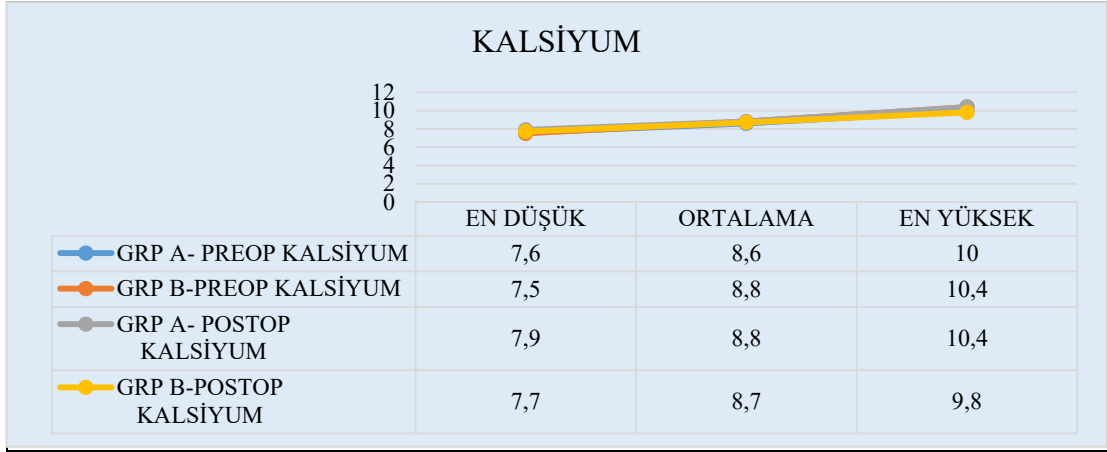
grubunda postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) en düşük trombosit sayısı 168, en yüksek trombosit sayısı 467 olup, ortalama sayı 286'ydı (± 85).

Grup A ile grup B arasında preoperatif tam kanda trombosit sayısı açısından anlamlı fark izlendi ($p=0,001$). A grubundaki hastaların preoperatif trombosit sayıları B grubundaki hastaların preoperatif trombosit sayılarından anlamlı olarak yüksekti. Grup A ile grup B arasında postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) tam kanda trombosit sayıları açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,085$). (Şekil 16).



Şekil 16. Preoperatif ve postoperatif tam kanda trombosit değerleri

Serum kalsiyum değeri: Hastalar preoperatif ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) kalsiyum değerlerine göre incelendi. A grubunda preoperatif en düşük kalsiyum değeri 7,6, en yüksek kalsiyum değeri 10 olup, ortalama değer 8,67'ydi ($\pm 0,63$). B grubunda ise preoperatif en düşük kalsiyum değeri 7,5, en yüksek kalsiyum değeri 10,4 olup, ortalama değer 8,79'du ($\pm 0,73$). Postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) A grubunda en düşük kalsiyum değeri 7,9, en yüksek kalsiyum değeri 10,4 olup, ortalama değer 8,86'ydi ($\pm 0,52$). B grubunda 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) en düşük kalsiyum değeri 7,7, en yüksek kalsiyum değeri 9,8 olup, ortalama değer 8,74'tü ($\pm 0,52$). Grup A ile grup B arasında preoperatif ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) serum kalsiyum değerleri açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,561$, $p=0,591$). (Şekil 17).

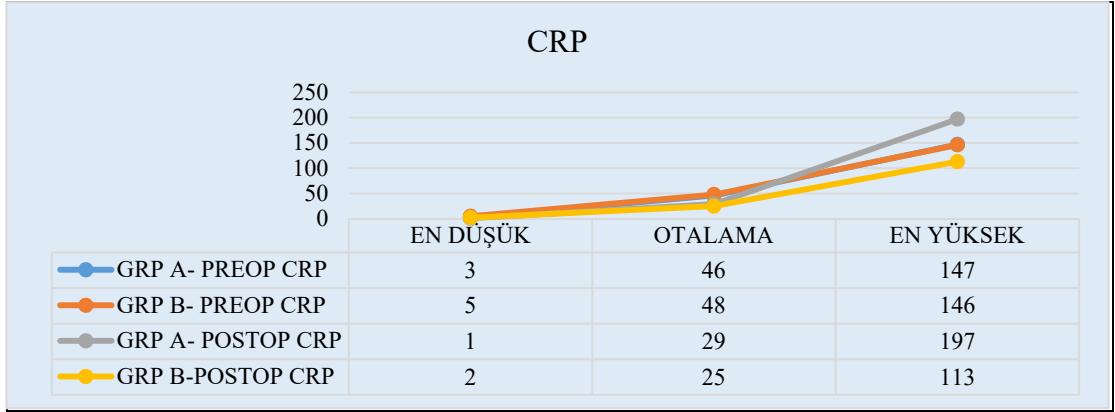


Şekil 17. Preoperatif ve postoperatif serum kalsiyum değerleri

Oksijen satürasyonu: Olgular anestezi, acil ve yatış dosyalarından elde edilen preoperatif O₂ satürasyon değerlerine göre incelendi. A grubunda preoperatif en düşük satürasyon değeri 93, en yüksek satürasyon değeri 99 olup, ortalama değer 96’ydi (± 1). B grubunda en düşük satürasyon 94, en yüksek satürasyon 99 olup, ortalama değer 97’ydi (± 1). Grup A ile grup B arasında preoperatif oksijen satürasyon değeri açısından anlamlı fark izlenildi (**p=0,020**). Grup A’da preoperatif oksijen satürasyon değerlerinin grup B’den daha düşük olduğu izlendi.

C- reaktif protein (CRP): Hastalar peroperatif (intramedüller çivileme ameliyatına en yakın tarihte preoperatif veya postoperatif bakılan) ve bakılmışsa postoperatif 1-3. aylardaki (ortalama 2. ayda) CRP sonuçlarına göre incelendi. A grubundaki hastaların peroperatif en düşük CRP sonucu 3, en yüksek CRP sonucu 147 olup, ortalama sonuç 46’ydi (± 46). B grubundaki hastaların peroperatif en düşük CRP sonucu 5, en yüksek CRP sonucu 146 olup, ortalama sonuç 48’di (± 43). Postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) bakılan CRP sonuçları A grubundaki hastalarda en düşük 1, en yüksek 197 olup, ortalama değer 29’du (± 50). B grubundaki hastaların 1-3. aylardaki (ortalama 2. ayda) en düşük CRP sonucu 2,8, en büyük sonuç 113 olup, ortalama değer 25’di (± 31).

Grup A ile grup B arasında peroperatif ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) CRP değerleri açısından anlamlı fark izlenmedi (p=0,936, p=0,589). (Şekil 18).



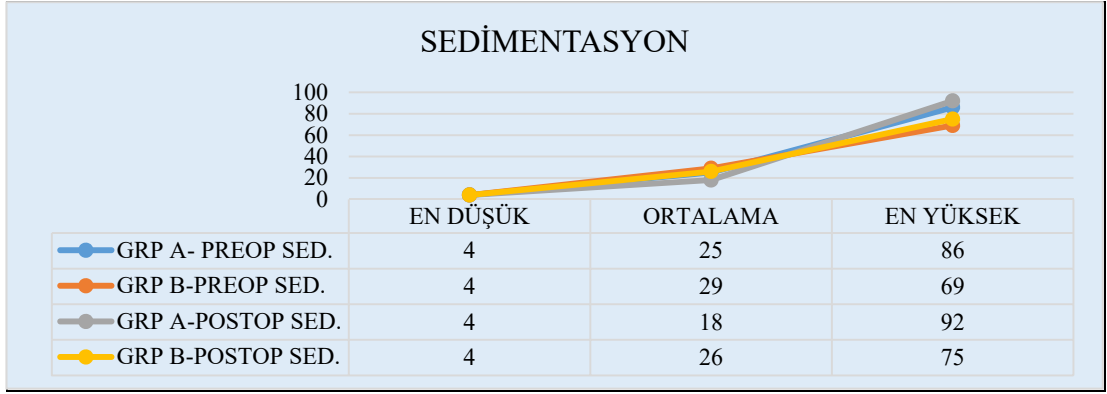
Şekil 18. Peroperatif ve postoperatif CRP değerleri

Sedimentasyon: Olgular peroperatif (intramedüller çivileme ameliyatına en yakın tarihte preoperatif veya postoperatif bakılan) ve postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) bakılan sedimentasyon sonuçlarına göre de incelendi. A grubunda peroperatif en düşük değer 4, en yüksek değer 86 olup, ortalama değer 25'ti (± 21). B grubunda peroperatif en düşük değer 4, en yüksek değer 69 olup, ortalama değer 29'du (± 17). A grubunda 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) en düşük sedimentasyon değeri 4, en yüksek sedimentasyon değeri 92 olup, ortalama değer 18'di (± 21). B grubunda 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) en düşük sedimentasyon değeri 4, en yüksek sedimentasyon değeri 75 olup, ortalama değer 26'ydı (± 19).

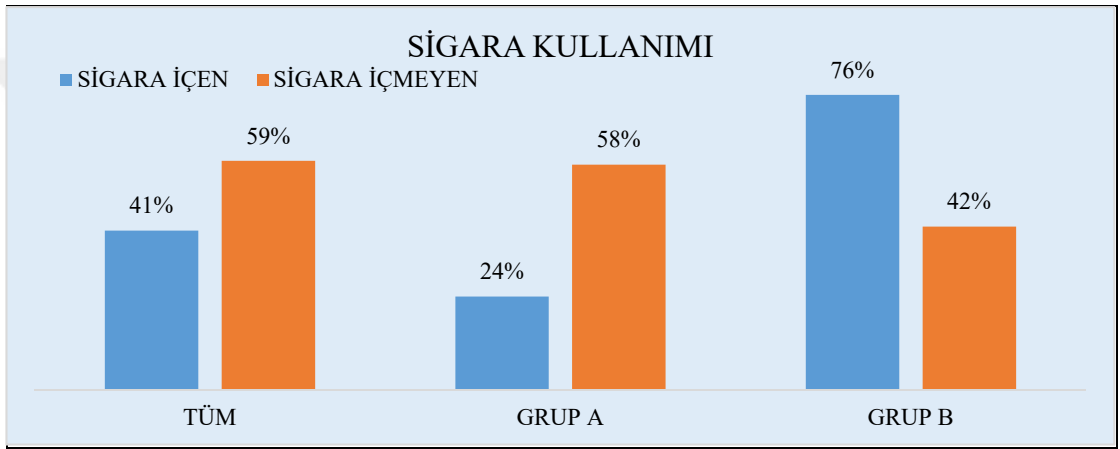
Grup A ile grup B arasında peroperatif sedimentasyon değeri açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,271$). Fakat Grup A ile grup B arasında postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) sedimentasyon değeri açısından anlamlı fark vardı (**$p=0,030$**). A grubunda postoperatif ortalama 2. aydaki sedimentasyon değerleri B grubundan anlamlı olarak düşüktü. (Şekil 19).

Sigara kullanımı: Hastalar sigara kullanımı yönünden incelendi. Tüm hastaların 20'si (%41) sigara kullanan, 29'u (%59) sigara kullanmayan idi. A grubuna dahil olan hastaların 6'sı (%24) sigara kullanan, 19'u (%76) sigara kullanmayan idi. B grubuna dahil olan hastaların ise 14'ü (%58) sigara kullanan, 10'u (%42) sigara kullanmayan idi.

Grup A ile grup B arasında sigara kullanımı açısından anlamlı fark olduğu görüldü. (**$p=0,031$**). A grubunda sigara kullananların sayısı B grubuna göre anlamlı olarak düşüktü. (Şekil 20).



Şekil 19. Peroperatif ve postoperatif sedimantasyon değerleri



Şekil 20. Sigara kullanımı açısından dağılım

Kronik hastalık: Olgular kronik hastalıklar (diyabet ve diğer endokrin, kardiyolojik, nefrolojik) yönünden değerlendirildi. Önce diyabetik olgular diğer kronik hastalıkları olan olgulardan ayrı olarak değerlendirildi. Ama hasta sayısı az olduğu için tüm kronik hastalığı olan olgular tek başlıkta birleştirildi. Tüm hastaların 11'inde (%22) kronik hastalık mevcut olup, 38 (%78) hasta kronik hastalık tanısı almamıştı. A grubuna dahil olan hastaların 4'ünde (%16) kronik hastalık mevcut olup, 21(%84) hasta herhangi bir kronik hastalık tanısı almamıştı. B grubundaki hastaların ise 7'inde (%29) kronik hastalık mevcut olup, 17(%71) hasta herhangi bir kronik hastalık tanısı almamıştı.

Grup A ile grup B arasında kronik hastalık açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,446$). (Şekil 21).

Enfeksiyon: Olgular kültürde patojen mikroorganizma üremesi ile enfeksiyon açısından incelendi. Çalışmaya dahil edilen hiçbir hastada kemik kültüründe üreme olmamış ve hiçbir hastanın kemiğine enfeksiyon nedeni ek girişim uygulanmamıştı. Tüm hastaların sadece 2'sinde (%4) yumuşak doku kültüründe üreme olmuştu. Grup A'ya dahil olan 1 (%4) hastanın ve grup B'ye dahil olan 1 (%4) hastanın yumuşak doku kültüründe üreme olmuştu. Her iki hastada travmaya ikincil nörolojik ve vasküler hasar oluşup, Gustilo ve Anderson sınıflamasına göre tip 3C açık kırık mevcuttu. Her iki hastaya aşamalı İMÇ yapılmıştı.

A grubuna dahil olan hastaya travmadan sonraki ilk 12 saat içinde debritleme, vasküler onarım uygulanmış ve eksternal fiksator takılmıştır. Hasta parenteral ikili antibiyotik almış ve eksternal fiksator 37 gün sonra çıkartılmıştır. Eksternal fiksator çıkartıldıktan 5 gün sonra İMÇ uygulanmış, İMÇ uygulanmasından 4 gün sonra hasta taburcu edilerek 46 günlük yatış sürecinde parenteral ve taburculuk sonrası 40 gün enteral antibiyotik tedavisi almıştır. Taburculuk sonrası ve kontrollerde enfeksiyon lehine herhangi bulgu izlenmemiş, kırık 6 aydan önce kaynamıştır.

B grubuna dahil olan 1 hastaya da travmadan sonraki ilk 12 saat içinde acil yumuşak doku debritleme yapıp, eksternal fiksator uygulanmış, vasküler onarım yapılmıştır. Hasta parenteral ikili antibiyotik almış, yüzeysel yumuşak doku debritleme tekrarlanmıştır. 27 gün sonra eksternal fiksator çıkartılmış ve çıkartıldıktan 14 gün sonra İMÇ uygulanmıştır. İMÇ uygulandıktan sonra hastada yara yeri problemleri ortaya çıkmış ve postoperatif yatışı 64 gün devam ederek toplam yatışı 110 güne ulaşmıştır. Yatış süresince hasta 60 gün antibiyotik tedavisi almıştır. Taburculuk sonrası ve kontrollerde enfeksiyon lehine herhangi bir bulgu izlenmemiş ve hastanın kırığı 6 aydan sonra tam kaynamıştır.

Grup A ile grup B arasında enfeksiyon açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=1,000$). (Şekil 21).

Antibiyotik kullanımı: Hastalar antibiyotik kullanımı açısından değerlendirildi. A grubuna dahil olan hastaların 13'ü (%52) tekli, 12'si (%48) ikili antibiyotik kullanmış. B grubuna dahil olan hastaların 12'si (%50) tekli, 12'si (%50) ise ikili antibiyotik kullanmıştır. A grubuna dahil olan hastaların ortalama antibiyotik kullanım süresi $30(\pm 20)$ gün olup, B grubuna dahil olan hastaların ortalama antibiyotik

kullanım süresi $43(\pm 26)$ gün olmuştur. Grup A ile grup B arasında antibiyotik kullanımı açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=1,000$). (Şekil 21).

Transfüzyon: Hastalar yatış sürecinde preoperatif veya postoperatif transfüzyon yapıp yapılmaması açısından değerlendirildi. Olgu sayısı az olduğu için kan ve kan ürünlerinin çeşidi ve miktarı bu değerlendirmede dikkate alınmadı. Tüm hastaların 16'sına (%33) transfüzyon yapılmıştı. A grubundaki 8 (%32) hastaya transfüzyon yapılmış, 17 (%68) hastaya transfüzyon yapılmamıştır. B grubundaki 8 (%33) hastaya transfüzyon yapılmış, 16 (%67) hastaya ise transfüzyon yapılmamıştır.

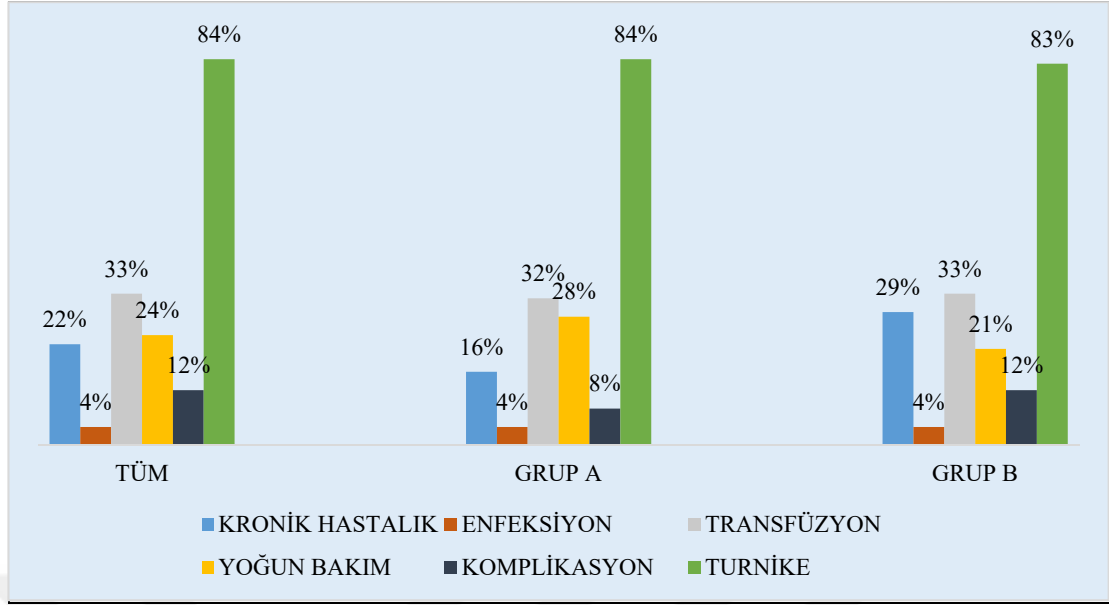
Grup A ile grup B arasında transfüzyon yapılması açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,636$). (Şekil 21).

Yoğun bakımda takip: Hastalar yatış sürecinde, preoperatif veya postoperatif yoğun bakımda takip edilip edilmemesi açısından değerlendirildi. Bu değerlendirmede hastaların yoğun bakımda takip edilme süresi, zamanı ve endikasyonu dikkate alınmadı. Tüm hastaların 12'si (%24) yatış sürecinde yoğun bakımda takip edilmişti. A grubundaki 7 (%28) hastanın yatış sürecinde yoğun bakımda takip edildiği, 18 (%72) hastanın ise yoğun bakıma ihtiyacı olmadığı görüldü. B grubunda ise 5 (%21) hastanın yoğun bakımda takip edildiği, 19 (%79) hastanın yoğun bakıma ihtiyacı olmadığı görüldü.

Grup A ile grup B arasında olguların yoğun bakımda takip edilmesi açısından anlamlı fark izlenmedi. ($p=0,802$). (Şekil 21).

Komplikasyon: Olgular yatış sürecinde, preoperatif veya postoperatif kas-iskelet sistemi dışı herhangi bir komplikasyon (DVT, kardiyak, pulmoner) gelişip gelişmemesi açısından incelendi. Olgu sayısı az olduğu için tüm komplikasyonlar tek kriter şeklinde değerlendirildi. Tüm hastaların 6'sında (%12) komplikasyon görülmüştü. A grubundaki 2 (%8) hastada yatış süreci boyunca kas-iskelet sistemi dışı komplikasyon geliştiği, 23 (%92) hastada ise komplikasyon gelişmediği görüldü. B grubunda ise 4 (%17) hastada kas-iskelet sistemi dışı komplikasyon geliştiği, 20 (%83) hastada ise komplikasyon gelişmediği izlendi.

Grup A ile grup B arasında yatış sürecinde, preoperatif veya postoperatif kas-iskelet sistemi dışı herhangi bir komplikasyon gelişmesi açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,417$). Anlamlı fark izlenmese de 6 aydan sonra kaynayan grupta izlenen komplikasyon oranı diğer gruptan daha fazlaydı. (Şekil 21).



Şekil 21. Kronik hastalık, enfeksiyon, transfüzyon, komplikasyon, turnike kullanımı ve yoğun bakımda takip edilip edilmemesi açısından dağılım

Ameliyat süresi: Olgular intramedüller çivi uygulanması zamanı ameliyatı süresi açısından değerlendirildi. Aşamalı cerrahi tedavi yapılan olguların ilk ameliyatları dikkate alınmadan, sadece son yapılan çivi uygulanması ameliyatının süresi, dakika bazında değerlendirildi. Ameliyat süresi bilgileri hastane otomasyon sisteminde, anestezi ameliyat raporlarından elde edildi. A grubundaki en kısa süren ameliyat 110 dk., en uzun süren ameliyat 400 dk. olup, ortalama süre 182 ($\pm$ 84) dakikaydı. B grubunda ise en kısa ameliyat 130 dk., en uzun 420 dk. sürmüş olup, ortalama süre 205 ($\pm$ 88) dakikaydı.

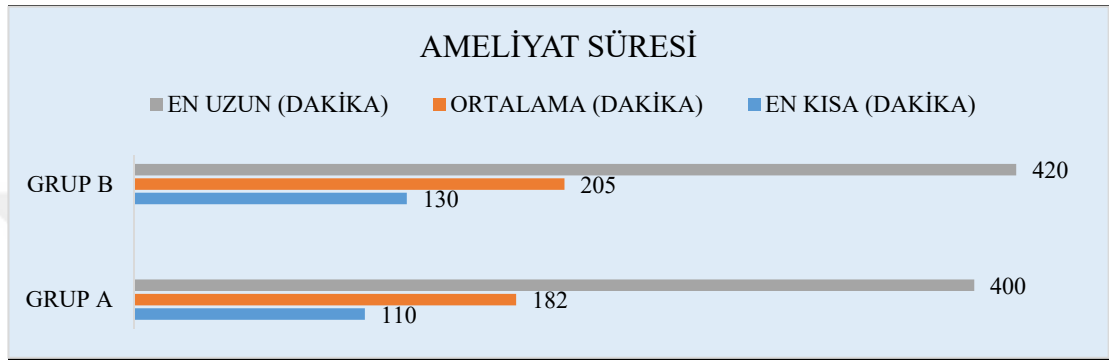
Olgular ameliyat süresine göre genel olarak değerlendirildiğinde, A grubunun ortalama ameliyat süresi B grubuna göre kısa olsa da fark anlamlı değildi. ($p=0,075$). (Şekil 22).

120 dk. ve 150 dk. sınır kabul edilerek olgular yeniden değerlendirildi. 120 dakikadan kısa ve uzun sürmesine göre değerlendirildiğinde de A grubunda ameliyatı 120 dakikadan kısa süren olgu sayısı fazla olsa da yine iki grup arasındaki fark anlamlı değildi. A grubundaki hastaların 2'sinin (%4) ameliyatı 120 dk'dan kısa sürmüş, B grubunda ise ameliyatı 120 dk'dan kısa süren hasta yoktu.

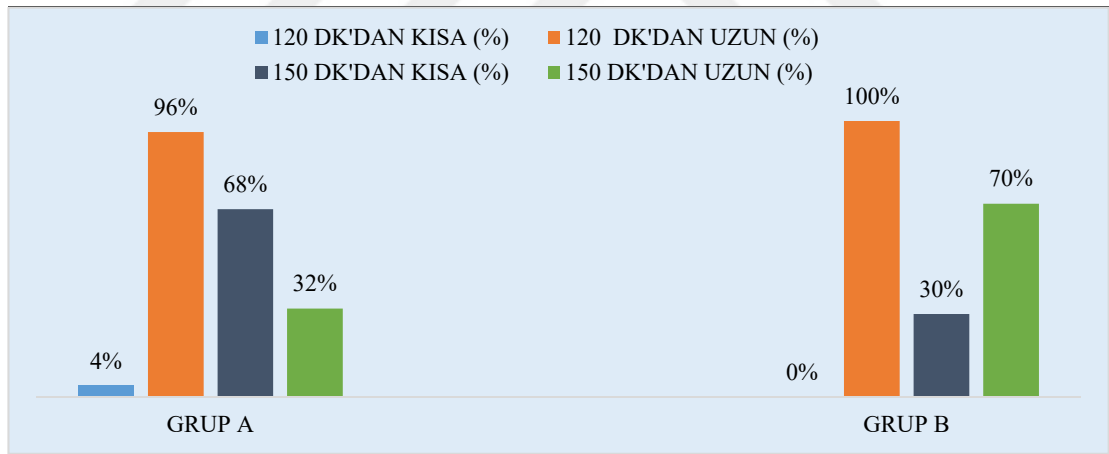
Değerlendirme ≤ 150 dk. ve >150 dk. şeklinde de yeniden yapıldığında ise farkın anlamlı olduğu görüldü. ($p=0,015$).

A grubuna dahil olan 17 (%68) hastanın ameliyatının 150 dakikadan kısa, 8 (%32) hastanın ameliyatının ise 150 dakikadan uzun sürdüğü görüldü. B grubunda ise 7 (%30) hastanın ameliyatı 150 dakikadan kısa, 17 (%70) hastanın ameliyatı 150 dakikadan uzun sürmüştü.

Grup A'daki hastaların ameliyatları 150 dk'dan anlamlı olarak kısa sürmüş, grup B'deki hastaların ise ameliyatları 150 dk'dan anlamlı olarak uzun sürmüştü (Şekil 23).



Şekil 22. Ameliyat süresinin iki grupta genel dağılımı



Şekil 23. 120 dk. ve 150 dk. bazında ameliyat süresinin dağılımı

İntraoperatif turnike kullanımı: Olgular intramedüller çivi yapılırken turnike kullanılıp kullanılmaması açısından değerlendirildi. Bilgiler ameliyat raporlarından elde edildi. Grup A'daki 21 (%84) hastada turnike kullanılmış, 4 (%16) hastada ise kullanılmamıştır. Grup B'de ise 20 (%83) hastada turnike kullanılmış, 4 (%17) hastada kullanılmamıştır.

Grup A ile grup B arasında turnike kullanılması açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=1,000$).

Pin dibi enfeksiyonu (Checketts-Otterburn sınıflaması): Aşamalı İMÇ uygulanan hastalarda eksternal fiksator pin dibi enfeksiyonu Checketts-Otterburn sınıflaması ile değerlendirildi. Bu sınıflamaya göre pin dibi enfeksiyonu grade 1, 2, 3 olanlarda minör enfeksiyon, grade 4, 5, 6 olanlarda ise majör enfeksiyon mevcuttur. Grup A'ya dahil olan hastaların 11'ine aşamalı İMÇ yapılmış olup, 7 (%64) hastada grade 1, 4 (%36) hastada grade 2 enfeksiyon mevcuttu. Grup B'ye dahil olan hastaların ise 8'ine aşamalı İMÇ yapılmış olup, 3 (%38) hastada grade 1, 4 (%50) hastada grade 2, 1 (%18) hastada grade 3 pin dibi enfeksiyonu oluşmuştur. Hastaların hepsi parenteral antibiyotik tedavisi almıştır. Her iki gruptaki grade 1 ve grade 2 pin dibi enfeksiyonu olan hastalar eksternal fiksator çıkartılırken debritleme yapılarak tedavi edilmiştir. B grubunda grade 3 pin dibi enfeksiyonu olan hastaya eksternal fiksator çıkartılmadan önce debritleme uygulanmış, eksternal fiksator çıkartılırken de debritleme tekrarlanmış, 7 gün sonra ise İMÇ uygulanmıştır. Pin dibinden doku kültürü alınan hastaların hiçbirinde patojen mikroorganizma üremesi olmamış, İMÇ sonrası takiplerde hiçbir hastada enfeksiyon lehine bulgu izlenmemiştir. Grup A ile grup B arasında eksternal fiksator takılanlarda pin dibi enfeksiyonu açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,174$). (Tablo 7).

Tablo 7. Checketts-Otterburn sınıflaması dağılımı

	Grup A	Grup B
Grade 1	64%	38%
Grade 2	36%	50%
Grade 3	0%	18%

ASA (American Society of Anesthesiologists): Hastalar İMÇ uygulanırken ASA puanları açısından değerlendirildi. Aşamalı İMÇ uygulanan olgularda ilk ameliyat zamanı verilen ASA puanı değerlendirmeye alınmadı. İMÇ ameliyatı öncesi grup A'daki hastaların 5'i (%20) ASA-1, 10'u (%40) ASA-2, 9'u (%36) ASA-3, 1'i (%4) ASA-4 ile puanlanmıştır. Grup B'deki hastalardan ise ASA-1 ve ASA-4 puanı

alan hasta olmayıp, 12(%50) hasta ASA-2, 12(%50) hasta ise ASA-3 puanları almıştır. Grup A ile grup B arasında ASA skoru açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,192$). (Tablo 8).

Tablo 8. ASA (American Society of Anesthesiologists) dağılımı

	Grup A	Grup B
ASA 1	20%	0%
ASA 2	40%	50%
ASA 3	36%	50%
ASA 4	4%	0%

Tablo 9. NURD skorunun dağılımı

	Grup A	Grup B
0-5 NURD skoru	52%	41%
6-8 NURD skoru	40%	45%
9-11 NURD skoru	4%	8%
> 12 NURD skoru	4%	8%

NURD (Nonunion Risk Determination): Hastalar NURD skoruna göre değerlendirildi. NURD skoru, hastaya greft uygulanmışsa 5 puan, kompartman sendromu oluşmuşsa 4 puan, kronik hastalık mevcutsa 3 puan, açık kırık varsa 2 puan, erkek cinsiyete 1 puan, ASA (American Society of Anesthesiologists) her puanı için 1 puan (ASA 3 - 4'e 3 puan), kortikal temasın olmadığı her %25'lik bölüme 1 puan verilerek hesaplanır. Hastada spiral kırık ve düşük enerjili travma mevcutsa her biri için toplam puandan 1 puan çıkılır. NURD skoru 0-5 puan olanlarda %2, 6-8 olanlarda %22, 9-11 olanlarda %42, $12 \leq$ olanlarda ise %61 oranında nonunion olasılığı mevcuttur (3,34).

Grup A'da en düşük NURD puanı 0, en yüksek puan 12, Grup B'de en düşük puan 2, en yüksek ise 14'tür. Grup A'da 0-5 arası puan alan 13(%52), 6-8 arası puan alan 10(%40), 9-11 arası puan alan 1(%4), ≥ 12 puan alan 1(%4) hasta vardı. Grup

B’de ise 0-5 arası puan alan 9(%40), 6-8 arası puan alan 10(%44), 9-11 arası puan alan 2(%8), 12’den çok puan alan 2(%8) hasta vardı. Grup A ile grup B arasında NURD skoru açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,114$). (Tablo 9)

Ameliyat: Hastalar basamaklı ve primer İMÇ yapılması açısından değerlendirildi. Tüm hastaların 19’una (%39) basamaklı İMÇ, 30’una (%61) ise primer İMÇ uygulanmıştı. A grubundaki 11 (%44) hastaya önce eksternal fiksator takılarak daha sonra İMÇ uygulanmış, 14 (%56) hastaya ise primer İMÇ uygulanmıştır. B grubundaki 8 (%33) hastaya önce eksternal fiksator takılarak daha sonra İMÇ uygulanmış, 16 (%67) hastaya ise primer İMÇ uygulanmıştır.

Grup A’daki basamaklı İMÇ uygulanan tüm hastalarda açık kırık nedeniyle basamaklı İMÇ uygulanmış, grup B’deki hastalardan ise sadece 6’sında açık kırık nedeni basamaklı İMÇ uygulanmıştır. Grup B’deki 1 hastada preoperatif kompartman sendromu geliştiği için fasyotomi sonrası eksternal fiksator uygulanmış ve fasyotomi insizyonları yumuşak doku grefti uygulanarak kapatıldıktan sonra İMÇ uygulanmıştır. Basamaklı İMÇ uygulanan diğer hastanın ise eksternal fiksator takılma endikasyonu hakkında dosya verilerine ulaşılamadı. Grup B’de primer İMÇ yapılan 1 hastada tip 2 açık kırık olmasına rağmen primer İMÇ uygulanmış, her iki gruptaki diğer tüm hastalarda ise primer İMÇ sadece kapalı kırıklarda uygulanmıştır. Grup A ile grup B arasında primer ve basamaklı İMÇ yapılması açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,636$). (Tablo 10).

Tablo 10. Basamaklı ve primer ameliyat dağılımı

	Tüm	Grup A	Grup B
Basamaklı İMÇ	39%	44%	33%
Primer İMÇ	61%	56%	67%

Eksternal fiksator çıkartılması ile İMÇ arasında geçen süre (gün):

Basamaklı İMÇ uygulanan olgular eksternal fiksatorün çıkartılması ile İMÇ uygulanması arasında geçen süre (gün) açısından değerlendirildi. A grubundaki 4 hastada aynı seansta (0 gün) eksternal fiksator çıkartılıp İMÇ uygulanmıştır. A grubu içinde eksternal fiksatorün çıkartılması ile İMÇ uygulanması arasında geçen en uzun

süre 8 gün olup, ortalama süre $3(\pm 2,9)$ gündür. B grubunda ise sadece 1 hastada aynı seansta eksternal fiksator çıkartılarak İMÇ uygulanmıştır. B grubu içinde eksternal fiksator çıkartılması ile İMÇ uygulanması arasında geçen en uzun süre 25 gün olup, ortalama süre $8 (\pm 8)$ gündür. Eksternal fiksator çıkartılması ile İMÇ uygulanması arasındaki süre 25 gün olan olguya kompartman sendromu nedeni fasyotomi uygulanmış ve aynı seansta eksternal fiksator takılmıştır. Fasyotomi insizyonları primer kapatılamayıp yumuşak doku grefti uygulanması için 4 gün sonra eksternal fiksator çıkartılmış, greft uygulanmış, yumuşak doku iyileşmesi beklenmiş, EF çıkartıldıktan 25 gün sonra ise hastaya İMÇ uygulanmıştır.

Grup A ile grup B arasında eksternal fiksator çıkartılması ile İMÇ uygulanması arasında geçen süre açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,109$). (Tablo 11)

Tablo 11. EF çıkartılması ile İMÇ arasında geçen süre

	Grup A	Grup B
En kısa	Aynı seansta	Aynı seansta
Ortalama	3 ± 3 gün	8 ± 8 gün
En fazla	8 gün	25 gün

Yaralanmadan İMÇ yapılmasına kadar geçen süre (gün): Hastalar yaralanmadan İMÇ yapılana kadar geçen süre açısından değerlendirildi. A grubunda basamaklı İMÇ uygulananlarda en kısa süre 7, en uzun süre 42 olup, ortalama süre $23 (\pm 11,7)$ gündü. A grubunda primer İMÇ uygulananlardan en kısa süre 2, en uzun süre 14 gün olup, ortalama süre $5 (\pm 3,5)$ gündü. A grubunun tamamında travmadan İMÇ uygulanana kadar geçen ortalama süre $13 (\pm 12)$ gündü. B grubunda basamaklı İMÇ uygulananlarda en kısa süre 20, en uzun süre 87 gün olup, ortalama süre $47 (\pm 26)$ gündü. B grubunda primer İMÇ uygulananlardan en kısa süre 1, en uzun süre 39 gün olup, ortalama süre $8 (\pm 8,8)$ gündü. B grubunun tamamında travmadan İMÇ uygulanana kadar geçen ortalama süre $21 (\pm 25)$ gündü.

Grup A ile grup B'deki basamaklı İMÇ uygulanan hastaların karşılaştırılmasında yaralanma ile İMÇ uygulanana kadar geçen süre açısından anlamlı fark izlendi ($p=0,041$). A grubundaki aşamalı İMÇ uygulanan hastalarda yaralanma ile İMÇ uygulanması

arasında geçen süre B grubundaki basamaklı İMÇ uygulanan hastaların yaralanma ile İMÇ uygulanması arasında geçen süreden anlamlı olarak kısaydı. (Tablo 12).

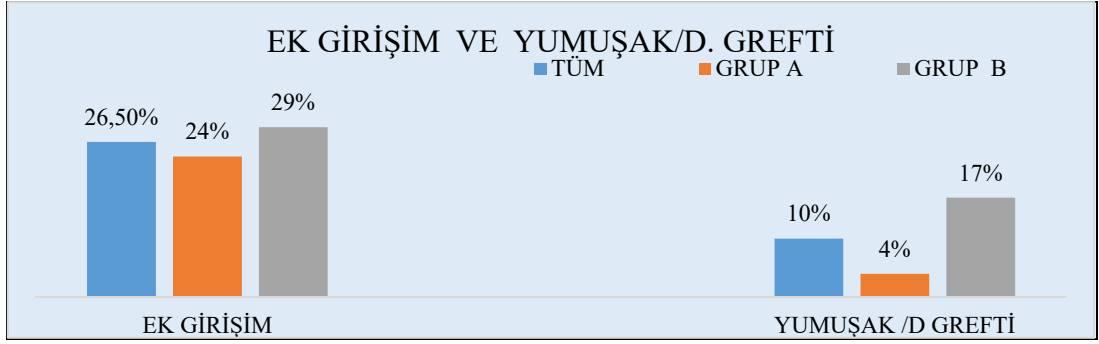
Tablo 12. Travma ve İMÇ arasında geçen süre

		Grup A	Grup B
Tüm grup	Ortalama	13 ± 12 gün	21 ± 25 gün
Basamaklı	En kısa	7 gün	20 gün
	Ortalama	23 ± 12 gün	47 ± 26 gün
	En uzun	42 gün	87 gün
Primer	En kısa	2 gün	1 gün
	Ortalama	5 ± 3,5 gün	8 ± 9 gün
	En uzun	14 gün	39 gün

Tibia dışı ek cerrahi girişim: Hastalar İMÇ uygulanırken aynı seansta tibia dışında herhangi bir cerrahi işlem uygulanıp uygulanmaması açısından değerlendirildi. Bu kriterde ipsilateral veya karşı taraftaki fibula, medial malleol, plato, femur veya üst ekstremitelere veya ortopedi bölümü dışında aynı seansta herhangi bir cerrahi müdahale yapılıp yapılmadığına bakıldı. Olgu sayısı az olduğu için ek müdahale yapılan tüm olgular aynı kriterde değerlendirildi. Tüm hastaların 13'üne (%26,5) İMÇ uygulanan seansta ek cerrahi girişim de yapılmıştı. Grup A'da olan 6 (%24) hastaya aynı seansta ek cerrahi girişim yapılmış, 19 (%76) hastaya ise tibia dışında herhangi bir cerrahi işlem yapılmamıştır. Grup B'de ise 7 (%29) hastaya ek cerrahi işlem uygulanmış, 14 (%71) hastaya tibia dışında ek bir cerrahi işlem uygulanmamıştır.

Grup A ile grup B arasında intraoperatif ek müdahale yapılması açısından anlamlı fark izlenmedi (p=0,932). (Şekil 24).

Yumuşak doku grefti: Hastalar yumuşak doku grefti uygulanıp uygulanmaması açısından değerlendirildi. Tüm hastaların 5'ine (%10) yumuşak doku grefti uygulanmıştı. Grup A'da 1 (%4) hastaya yumuşak doku grefti uygulandığı, 24 (%96) hastaya uygulanmadığı görüldü. Grup B'de ise 4 (%17) hastaya yumuşak doku grefti uygulanmış, 20 (%83) hastaya yumuşak doku grefti uygulanmasına gerek duyulmamıştır. Grup A ile grup B arasında yumuşak doku grefti uygulanması açısından anlamlı fark izlenmedi (p=0,189). (Şekil 24).



Şekil 24. Ek girişim ve yumuşak doku grefti uygulanması dağılımı

Yatış süresi: Hastalar yatış süresi açısından, 10 günden az ve 10 günden fazla hospitalize olanlar şeklinde değerlendirildi. Tüm hastaların 18'i (%37) 10 günden kısa, 31'i (%63) ise 10 günden fazla hastanede yatmıştı. A grubunda 12 (%48) hastanın 10 günden az, 13 (%52) hastanın 10 günden fazla hastanede kaldığı görüldü. B grubunda ise 6 (%25) hastanın 10 günden az, 18 (%75) hastanın 10 günden fazla hastanede kaldığı görüldü. Grup A'daki hastaların yatış süresini aşamalı ve primer İMÇ yapılanlar şeklinde değerlendirildiğinde, basamaklı İMÇ yapılan grupta minimum yatış günü 12, maksimum yatış günü 77 gün olarak görüldü. Basamaklı İMÇ yapılan olgularda 10 günden kısa süre hastanede kalan hasta yokken, hastaların 11 (%100)'i 10 günden fazla hospitalize olmuştu. A grubunun primer İMÇ yapılan olgularında ise minimum yatış 4 gün, maksimum yatış 81 gün olmuş, 12 (%86) hasta 10 günden az, 2 (%14) hasta 10 günden fazla hospitalize olmuştu. B grubundaki basamaklı İMÇ yapılan hastalara bakıldığında minimum yatış 9, maksimum yatış 110 gün olmuş, 1 (%12) hasta 10 günden az, 7 (%88) hasta 10 günden fazla hospitalize olmuştur. B grubunda primer İMÇ yapılanların değerlendirilmesinde ise minimum yatış 4, maksimum yatış 34 gün olmuş, 5 (%31) hasta 10 günden kısa, 11 (%69) hasta 10 günden fazla hospitalize olmuştur.

Grup A ile grup B'deki tüm hastalar yatış süresi açısından değerlendirildiğinde her iki grup arasında anlamlı fark izlenmedi ($p=0,170$).

Grup A ile B'deki basamaklı ve primer İMÇ uygulanan hastalar da ayrıca değerlendirildi. Grup A ile grup B'deki basamaklı İMÇ uygulanan hastaların yatış sürelerinin karşılaştırılmasında anlamlı fark bulunmazken ($p=0,421$), primer İMÇ yapılan hastaların yatış süreleri karşılaştırıldığında her iki grup arasında anlamlı fark olduğu görüldü ($p=0,008$). A grubundaki primer İMÇ yapıp, hastanede 10 günden az

kalanların sayısı B grubundaki primer İMÇ yapıp, hastanede 10 günden az kalanların sayısından anlamlı olarak fazlaydı. (Tablo 13).

Tablo 13. Hastanede yatış süresine göre dağılım

		Tüm	Grup A	Grup B
< 10 gün		37%	48%	25%
> 10 gün		63%	52%	75%
Basamaklı				
	En kısa		12 gün	9 gün
	En uzun		77 gün	110 gün
	< 10 gün		0%	12%
	> 10 gün		100%	88%
Primer				
	En kısa		4 gün	4 gün
	En uzun		81 gün	34 gün
	< 10 gün		86%	31%
	> 10 gün		14%	69%

Kortikal temas: Olgular İMÇ uygulanması sonrası, postoperatif ilk röntgen grafide kortikal temas açısından değerlendirildi. Değerlendirme genellikle postoperatif 1. günde çekilen antero-posterior ve lateral iki yönlü direkt röntgen grafi ile dijital olarak yapıldı. **Kortikal mesafesi 1 mm'den büyük olan tüm olgular kortikal teması olmayan olgular olarak kabul edildi.** Aynı zamanda olgular hem kortikal temasın olup olmamasına göre, hem de temassızlık varsa, kaç kortekste olmasına göre incelendi. 4 kortekste de kortikal teması olmayan olgular %0 kortikal temas, 1 kortekste teması olan olgular %25 kortikal temas, 2 kortekste teması olan olgular %50 kortikal temas, 3 kortekste teması olan olgular %75 kortikal temas, tüm korteksleri temas eden olgular ise %100 kortikal teması olan olgular olarak ele alındı. A grubundaki olguların 9 (%36)'unda 4 korteksin tam temas ettiği, 16 (%64) olguda ise herhangi bir kortekste tam temas olmadığı görüldü. A grubundaki tam temas etmeyen olgular korteks sayısına göre değerlendirildiğinde 4 ve 3 korteksi temas etmeyen olguya rastlanılmadı. 3 (%12) olguda 2 korteksin temas etmediği, 13 (%52) olguda ise 1 korteksin temas etmediği izlendi. B grubunda ise 13 (%55) olguda 4 korteksin tam temas ettiği, 11 (%45) olguda ise herhangi bir korteksin temas etmediği gözlemlendi. B grubunda herhangi bir korteksi tam temas etmeyen olgular korteks sayısına göre değerlendirildiğinde 4 korteksi temas etmeyen 2 (%8) olgu, 3 korteksi

temas etmeyen 0 olgu, 2 korteksi temas etmeyen 3 (%16) olgu, 1 korteksi temas etmeyen 6 (%25) olgu belirlendi.

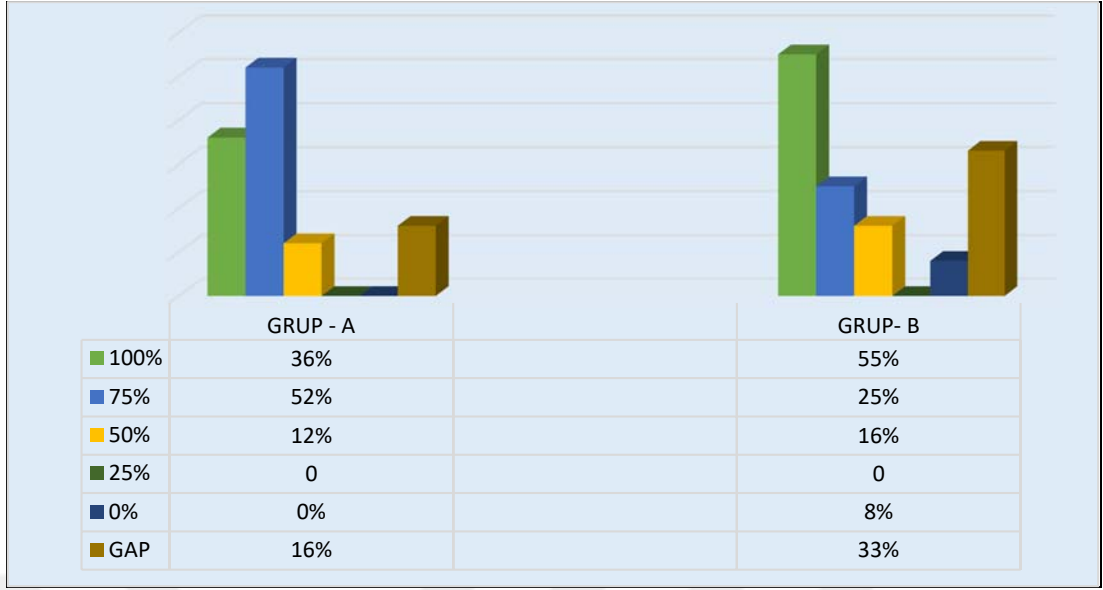
Grup A ile grup B arasında kortikal temas açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,206$). (Şekil 25) (Tablo 14).

Kortikal boşluk - gap ($> 3\text{mm}$): Değerlendirme genellikle postoperatif 1. günde çekilen antero-posterior ve lateral iki yönlü direkt röntgen grafi ile dijital olarak yapıldı. Bu parametreye İMÇ uygulanması sonrası, postoperatif ilk röntgen grafide %100 kortikal teması olmayıp, korteksler arası mesafesi $\geq 3\text{mm}$ olan olgular dahil edildi. Bu olgularda (korteksler arası mesafesi $\geq 3\text{ mm}$ olan) kortikal boşluk-gap pozitif olarak kabul edildi. Olgular hem kortikal boşluk olup olmaması, hem de gap varsa, kaç kortekste olması açısından incelendi. Tüm hastaların 12'sinde (%24) herhangi bir kortekste boşluk-gap vardı. A grubundaki hastaların 4 (%16)'ünde kortikal boşluk-gap olduğu, 21 (%84)'inde ise olmadığı görüldü. Grup A'daki gap'ı olan tüm hastaların 1 korteksinde gap mevcuttu. Grup B'de ise 8 (%33) hastada kortikal boşluk-gap mevcut olup, 16 (%67) hastada gap yoktu. Grup B'de gap'ı olan olguların 4 (%17)'ünde gap 1 kortekste, 2 (%8)'sinde 2 kortekste, 1 (%4)'inde 3 kortekste, 1 (%4)'inde ise 4 korteksteydi.

Grup A ile grup B arasında kortikal boşluk-gap açısından anlamlı fark yoktu ($p=0,163$). (Şekil 25) (Tablo 14)

Malunion: Hastalar malunion açısından değerlendirildi. A grubunda malunion olan olgu yoktu. B grubunda 1 (%4) olguda malunion mevcuttu.

Grup A ile grup B arasında malunion açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,490$).



Şekil 25. Kortikal temas ve gap dağılımı

Tablo 14. Kortekslere göre gap dağılımı

		Tüm	Grup A	Grup B
GAP		24%	16%	33%
	1 Korteks		16%	17%
	2 Korteks		0%	8%
	3 Korteks		0%	4%
	4 Korteks		0%	4%

İmmatür kallus görülme zamanı: Olgularda ameliyattan sonra, ilk immatür kallus görülme zamanı hafta bazında değerlendirildi. Kontrollerde çekilen antero-posterior ve lateral iki yönlü direkt röntgen grafipler dijital olarak incelendi. Lokalizasyonuna, kaç kortekte izlenmesine ve boyutuna bakılmaksızın iki yönlü direkt röntgen grafide herhangi bir immatür kallus dokusu izlenmesi pozitif olarak kabul edildi. Tüm hastalar dikkate alındığında ortalama köprü kallus $6,2 \pm 1,7$ haftada izlenmişti. Grup A’da en erken immatür kallus 1. haftada, en geç immatür kallus 6. haftada izlenmiş olup, grubun ortalama immatür kallus görülme zamanı $3 (\pm 1,2)$ haftaydı. Grup B’de en erken immatür kallus 3. haftada, en geç immatür kallus 30. haftada izlenmiş olup, grubun ortalama immatür kallus görülme zamanı $6,8 (\pm 5,3)$ haftaydı.

Grup A ile grup B'deki hastalar ilk immatür kallus görülme zamanı açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark izlendi ($p<0,001$). Grup A'daki hastalarda immatür kallus grup B'deki hastalardan daha erken zamanda izlenilmişti. (Tablo 15)

Tablo 15. İmmatür kallus görülme zamanı

	Tüm	Grup A	Grup B
En erken	1 hafta	1 hafta	3 hafta
Ortalama	$6,2 \pm 1,7$ hafta	$3 \pm 1,2$ hafta	$6,8 \pm 5,3$ hafta
En geç	30 hafta	6 hafta	30 hafta

Köprü kallus görülme zamanı: Olgularda ameliyattan sonra köprü kallus görülme zamanı ay bazında değerlendirildi. Kontrollerde çekilen antero-posterior ve lateral iki yönlü direkt röntgen grafipler dijital olarak incelendi. Herhangi bir kortekste oluşan köprüleşmiş kallus, korteks sayısına ve lokalizasyonuna bakılmaksızın pozitif olarak kabul edildi. Grup A'da en erken köprü kallus 1. ayda, en geç köprü kallus 3. ayda izlenmiş olup, grupta ortalama köprü kallus görülme zamanı $1,7(\pm 0,5)$ aydı. Grup B'de en erken köprü kallus 1. ayda, en geç köprü kallus 10. ayda izlenmiş olup, grupta ortalama köprü kallus görülme zamanı $2,8(\pm 1,8)$ aydı.

Grup A ile grup B'deki hastalar ilk köprü kallus görülmesi zamanı açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark izlendi ($p=0,002$) Grup A'daki hastalarda köprü kallus grup B'deki hastalardan daha erken zamanda izlenmişti.(Tablo 16).

Ameliyattan sonraki 4 ayda herhangi köprü kallus izlenmesi: Olgular herhangi bir köprü kallusun postoperatif ilk 4 ay içinde oluşup oluşmadığı açısından da incelendi. A grubundaki tüm hastalarda postoperatif ilk 4 ay içinde köprü kallus oluşmuştu. B grubunda da 22 (%92) hastada ilk 4 ay içinde köprü kallus oluşmuş, ama 2 (%8) hastada ilk 4 ay içinde herhangi bir köprü kallus oluşmamıştı. Bu hastaların birinde köprü kallus 10. ayda izlenmiş olup, hastanın kırığının herhangi müdahale yapılmadan postoperatif 30. aydan sonra kaynadığı görüldü. Diğer hastada ise köprü kallus 5. ayda izlenmiş olup, hastanın kırığı herhangi müdahale yapılmadan, postoperatif 15. ayda kaynamıştır.

Tablo 16. Köprü kallus izlenme zamanı

	Tüm	Grup A	Grup B
En erken	1 ay	1 ay	1 ay
Ortalama	2,3 ± 1,4	1,7 ± 0,5 ay	2,8 ± 1,8 ay
En geç	10 ay	3 ay	10 ay

Radyolojik kaynamanın RUST skorlaması ile değerlendirilmesi: Hastalarda kırığın radyolojik kaynaması RUST skorlaması ile değerlendirildi. Aynı zamanda, radyografiler sistemleştirilerek postoperatif dönemde RUST skorunun belirli zaman aralıklarında her iki grup için nasıl değişim gösterdiği incelendi. Değerlendirme PACS sisteminde mevcut olan bacak (antero-posterior ve lateral) iki yönlü direkt röntgen grafilerinin dijital ortamda puanlanması ile yapıldı. Çalışmaya başlarken radyografilerin postoperatif ilk 6 ayda aylık, 6-12. aylarda 2 aylık, 12-18. aylarda 3 aylık periotlarda sistemleştirilmesi ve değerlendirmelerin bu aralıklara göre yapılması planlanmıştı. Ama çalışma sırasında radyolojik verilerin planlandığı gibi sistemleştirilmesinin mümkün olmadığı görüldü. Hastalar genellikle 6 aydan önceki kontrollere düzenli gelmişti. Ama 6 aydan sonraki kontrol periotlarında düzensizlik mevcut olup, hastaya özeldi. Bu yüzden radyolojik veriler 0-5 haftalık, 6-8 haftalık, 9-12 haftalık, 13-16 haftalık, 17-20 haftalık, 21-24 haftalık aralıklarla sistemleştirildi. Postoperatif 24. haftadan sonra takibi devam eden olguların radyografileri sistemleştirilmeyerek, sadece ek müdahale yapılmadan kırığın kaynamasına ve kaynama zamanına bakıldı.

Postoperatif 0-5 (ortalama 2,5 hafta) haftalık aralıktaki radyografilerin incelenmesinde grup A'daki hastalara verilen minimum RUST skoru 4, maksimum RUST skoru 9, ortalama RUST skoru ise 5,5 (± 1,6) oldu. Grup B'deki hastalara aynı zaman aralığında verilen minimum RUST skoru 4, maksimum RUST skoru 6, ortalama skor ise 4,2 (± 0,5) oldu.

Grup A ile grup B arasında 0-5 haftalık aralıktaki RUST skoru açısından anlamlı fark izlendi (**p=0,001**). Grup A'daki hastaların RUST skorunun grup B'deki hastalardan anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü.

Postoperatif 6-8 (ortalama 7. hafta) haftalık aralıktaki radyografilerin incelenmesinde grup A'daki hastalara verilen minimum RUST skoru 4, maksimum

RUST skoru 9, ortalama RUST skoru ise 7,5 ($\pm 0,9$) oldu. Grup B'deki hastalara aynı zaman aralığında verilen minimum RUST skoru 4, maksimum RUST skoru 7, ortalama skor ise 4,8 ($\pm 1,0$) oldu. Grup A ile grup B arasında 6-8 haftalık aralıktaki RUST skoru açısından anlamlı fark izlenildi (**$p<0,001$**). Grup A'daki hastaların RUST skorunun grup B'deki hastalardan anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü.

Postoperatif 9-12 (ortalama 10,5 hafta) haftalık aralıktaki radyograflerin incelenmesinde grup A'daki hastalara verilen minimum RUST skoru 7, maksimum RUST skoru 10, ortalama RUST skoru ise 8,6 ($\pm 0,9$) oldu. Grup B'deki hastalara aynı zaman aralığında verilen minimum RUST skoru 4, maksimum RUST skoru 8, ortalama skor ise 6,5 ($\pm 1,0$) oldu. Grup A ile grup B arasında 9-12 haftalık aralıktaki RUST skoru açısından anlamlı fark izlenildi (**$p<0,001$**). Grup A'daki hastaların RUST skorunun grup B'deki hastalardan anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü.

Postoperatif 13-16 (ortalama 14,5 hafta) haftalık aralıktaki radyograflerin incelenmesinde grup A'daki hastalara verilen minimum RUST skoru 8, maksimum RUST skoru 11, ortalama RUST skoru ise 9,6 ($\pm 0,7$) oldu. Grup B'deki hastalara aynı zaman aralığında verilen minimum RUST skoru 4, maksimum RUST skoru 8, ortalama skor ise 7,2 ($\pm 0,9$) oldu. Grup A ile grup B arasında 13-16 haftalık aralıktaki RUST skoru açısından anlamlı fark izlenildi (**$p<0,001$**). Grup A'daki hastaların RUST skorunun grup B'deki hastalardan anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü.

Postoperatif 17-20 (ortalama 18,5 hafta) haftalık aralıktaki radyograflerin incelenmesinde grup A'daki hastalara verilen minimum RUST skoru 9, maksimum RUST skoru 12, ortalama RUST skoru ise 10,1 ($\pm 0,6$) oldu. Grup B'deki hastalara aynı zaman aralığında verilen minimum RUST skoru 4, maksimum RUST skoru 9, ortalama skor ise 7,5 ($\pm 0,9$) oldu. Grup A ile grup B arasında 17-20 haftalık aralıktaki RUST skoru açısından anlamlı fark izlenildi (**$p<0,001$**). Grup A'daki hastaların RUST skorunun grup B'deki hastalardan anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü.

Postoperatif 21-24 (ortalama 22,5 hafta) haftalık aralıktaki radyograflerin incelenmesinde grup A'daki hastalara verilen minimum RUST skoru 10, maksimum RUST skoru 12, ortalama RUST skoru ise 10,6 ($\pm 0,5$) oldu. Grup B'deki hastalara aynı zaman aralığında verilen minimum RUST skoru 4, maksimum RUST skoru 9, ortalama skor ise 8 ($\pm 1,0$) oldu. Grup A ile grup B arasında 21-24 haftalık aralıktaki

RUST skoru açısından anlamlı fark izlenildi ($p<0,001$). Grup A'deki hastaların RUST skorunun grup B'deki hastalardan anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü. (Tablo 17).

Hastaların nihai kaynama zamanına bakıldığında, A grubundaki hastaların ortalama kaynama zamanı 4,3 ay (min.3, maks.6), B grubundaki hastaların ortalama kaynama zamanı 11,5 ay (min.7, maks.30), tüm hastaların ortalama kaynama zamanı ise 7,8 ay ($\pm 4,9$) olmuştur. (Tablo 17).

Tablo 17. RUST skorunun dağılımı

0-5 hafta	En düşük Ortalama En yüksek	Grup A	Grup B	Tüm
6-8 hafta	En düşük Ortalama En yüksek	4 5,5 $\pm$ 1,6 9	4 4,2 $\pm$ 0,5 6	
9-12 hafta	En düşük Ortalama En yüksek	4 7,5 $\pm$ 0,9 9	4 4,8 $\pm$ 1 7	
13-16 hafta	En düşük Ortalama En yüksek	7 8,6 $\pm$ 0,9 10	4 6,5 $\pm$ 1 8	
17-20 hafta	En düşük Ortalama En yüksek	8 9,6 $\pm$ 0,7 11	4 7,2 $\pm$ 0,9 8	
21-24 hafta	En düşük Ortalama En yüksek	9 10,1 $\pm$ 0,6 12	4 7,5 $\pm$ 0,9 9	
Kaynama zamanı	En düşük Ortalama En yüksek	3 ay 4,3 ay 6 ay	7 ay 11,5 ay 30 ay	3 ay 7,8 $\pm$ 4,9 ay 30 ay

Ağrısız, desteksiz yük verme: Hastalar desteksiz, ağrısız yük verme zamanına göre, hafta bazında değerlendirildi. Bu kriteri kapsayan bilgiler birçok hasta için poliklinik dosyalarından alındı. Dosyalarında yük verme zamanı ile bağlı bilgi olmayan hastalar ise sistemde mevcut olan iletişim numaralarından aranarak bilgi alındı. Bu değerlendirmenin kriteri, yürüme destek aletlerinin sonlandırılarak ağrısız yük vermenin başlama zamanı kabul edildi. Grup A'deki hastaların en erken desteksiz, ağrısız yürüme zamanı 3. hafta, en geç desteksiz, ağrısız yürüme zamanı 40. hafta olup,

ortalama süre 17.($\pm$ 9) haftaydı. Grup B'deki hastaların en erken desteksiz, ağrısız yürüme zamanı 10. hafta, en geç desteksiz, ağrısız yürüme zamanı 45. hafta olup, ortalama süre 27.($\pm$ 9) haftaydı. Grup A ile grup B arasında desteksiz, ağrısız yük verme zamanı açısından anlamlı fark izlenildi ($p<0,001$). Grup A'daki hastalar grup B'deki hastalara göre daha erken desteksiz ve ağrısız yürümeye başlamışlardı.



5. OLGU ÖRNEKLERİ

Örnek 1.

25 yaş, erkek hasta. Yüksek enerjili travma geçirmiş. Tibia distal 1/3 diafizde AO/OTA 42-A2, kapalı kırık oluşmuş. Fibula kırığı eşlik etmektedir. (**Şekil 26-a**). Ek travma, nörovasküler defisit, kronik hastalığı yoktur. Sigara kullanmıyor. Tsherne-0, İSS-1. ASA-1. Travmadan sonra 2. gün İMÇ yapılmış. Turnike kullanılmış. Ameliyat süresi < 150 dk. Yatış süresi < 10 gün. Yatışı boyunca herhangi komplikasyon izlenmemiş. NURD skoru- 2.

Ameliyat sonrası 1. günde çekilen iki yönlü direkt röntgen grafide 3 korteksin (posterior, medial, lateral) tam temas ettiği izleniyor. Anterior kortekste tam temas yok. Ama kortikal boşluk < 3mm olduğu için “gap” olarak değerlendirilmedi. (**Şekil 26-b**).

Ameliyat sonrası 2. haftada çekilen iki yönlü direkt röntgen grafide anterior kortekste minimal immatür kallus izlenmektedir. (**Şekil 26-c**. Okla gösterilmiştir).

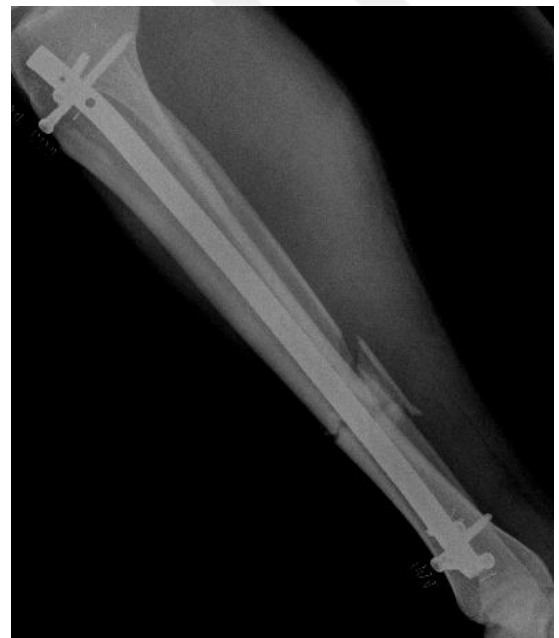
Ameliyat sonrası 8. haftada çekilen iki yönlü direkt röntgen grafide RUST puanı 8 olarak değerlendirildi. (**Şekil 26-d**. Medial, lateral, anterior ve posterior korteksin her birinde köprü kallus izlenmekle beraber, kırık hattı da izlenmektedir. Bu yüzden her kortekse 2 puan verildi. Toplam RUST puanı 8).

Ameliyat sonrası 6. ayda çekilen iki yönlü direkt röntgen grafide RUST puanı 10 olarak değerlendirildi. (**Şekil 26-e**. Lateral ve posterior kortekslerin her birinde matür kallus mevcuttur ve kırık hattı izlenmiyor. Medial ve anterior kortekslerde kallusun bir önceki röntgen grafiye göre miktarı ve konsolidasyonu artmakla beraber, kırık hattı hala izlenmektedir. Bu yüzden medial korteks 2, anterior korteks 2, lateral korteks 3, posterior korteks 3 olarak puanlandı. Toplam RUST puanı 10. Radyolojik olarak kaynama kabul edildi.)

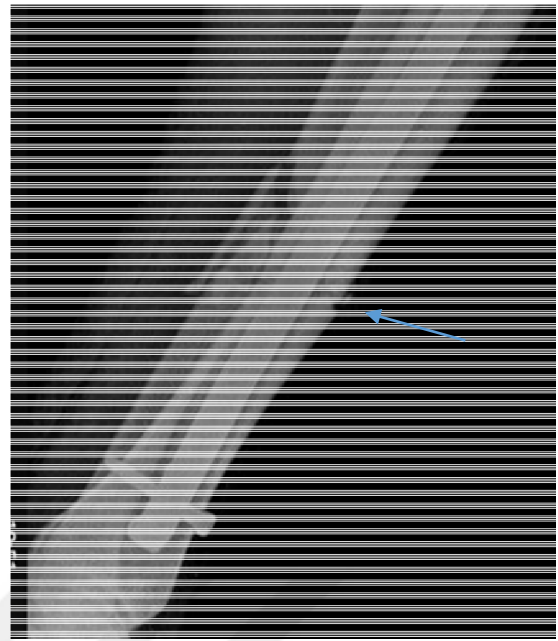
Olgu 6 ayda kaynamış olup A grubuna dahil edildi.



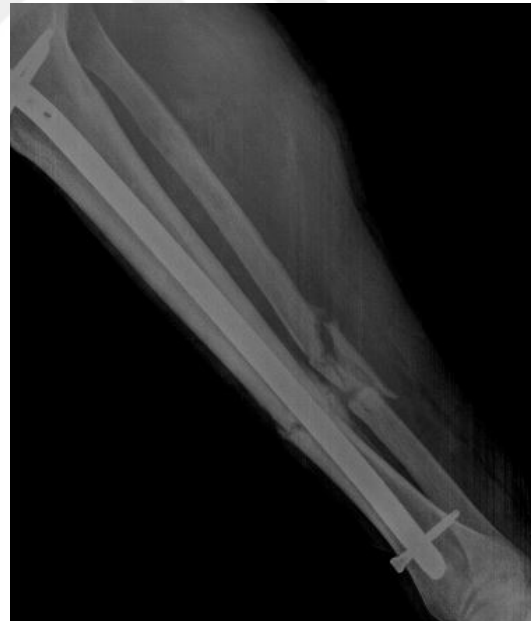
a)



b)



c)



d)



e)

Şekil 26. Grup A'ya dahil olan olgu örneğinin röntgen filmleri

Örnek 2.

65 yaş, erkek hasta. Düşük enerjili travma geçirmiş. Tibia orta 1/3 diafizde, AO/OTA 42-A1, kapalı kırık oluşmuş. Fibula kırığı eşlik etmekte. (Şekil 27-a). Ek travma, nörovasküler defisit, kronik hastalığı yok. Sigara kullanıyor. Tsherne-0, İSS-1. ASA-2. Travmadan sonra 1. gün İMÇ yapılmış. Turnike kullanılmış. Ameliyat süresi < 150 dk. Yatış süresi < 10 gün. Yatışı boyunca herhangi komplikasyon izlenmemiş. NURD skoru-2.

Ameliyat sonrası 1. günde çekilen iki yönlü direkt röntgen grafide 3 korteksin (anterior, posterior, medial) tam temas ettiği izleniyor. Lateral kortekste tam temas yoktur. Ama kortikal boşluk < 3mm olduğu için “gap” olarak değerlendirilmedi. (Şekil 27-b).

Ameliyat sonrası 3. haftada çekilen iki yönlü direkt röntgen grafide immatür kallus izlenmiyor. (Şekil 27-c).

Ameliyat sonrası 7. haftada çekilen iki yönlü direkt röntgen grafide RUST puanı 4 olarak değerlendirildi. (Şekil 27-d. Medial, lateral, anterior ve posterior korteksin hiç birinde köprü kallus izlenmiyor. Her kortekse 1 puan verildi. Toplam RUST puanı 4)

Ameliyat sonrası 9. ayda çekilen iki yönlü direkt röntgen grafide RUST puanı 7 olarak değerlendirildi. (Şekil 27-e. Anterior, posterior ve lateral kortekslerde köprü kallus oluşmuş, ama kırık hattı hala izlenmektedir. Medial kortekste ise kallus izlenmiyor. Bu yüzden anterior korteks 2, posterior korteks 2, lateral korteks 2 ve medial korteks 1 olarak puanlandı. Toplam RUST puanı 7. Ameliyat sonrası 9. ayda radyolojik olarak kaynama izlenmiyor)

Ameliyat sonrası 15. ayda çekilen iki yönlü röntgen grafide RUST puanı 11 olarak değerlendirildi. (Şekil 27-f. Posterior, medial ve lateral kortekslerin her birinde matür kallus mevcut olup korteksler arasında kırık hattı izlenmiyor. Anteriorda ise önceki röntgen grafiye göre kallusun miktarı ve konsolidasyonu artsa da korteksler arasında kırık hattı hala izlenmektedir (okla gösterilmiştir). Bu yüzden posterior korteks 3, lateral korteks 3, medial korteks 3, anterior korteks 2 olarak puanlandı. Toplam RUST puanı 11. Radyolojik olarak kaynama kabul edildi).

Olgu 6 aydan sonra kaynamış olup B grubuna dahil edildi.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Şekil 27. Grup B'ye dahil olan olgu örneğinin röntgen filmleri

6. SONUÇ

Tablo 18. Çalışmamızın sonucuna göre kırığın 6 aydan önce veya 6 aydan sonra kaynamasında istatistiksel olarak anlamsız bulunan sonuçlar

▪ Yaş (p= 0,183)	▪ Cinsiyet (p=0,058)
▪ Taraf (p=0,902)	▪ Yaralanma şekli (p=0,793)
▪ Açık-kapalı kırık (p=0,435)	▪ Gustilo Anderson sınıflaması (p=0,349)
▪ Fibula kırığı (p=1,000)	▪ Bilateral tibia kırığı (p=0,189)
▪ İpsilateral kırık (p=0,924)	▪ Travmaya bağlı vasküler hasar (p=1,000)
▪ Travmaya bağlı nörolojik hasar (p=0,349)	▪ Yaralanma ciddiyet skoru (p=0,131)
▪ Hemogloblin değeri. Preop (p=0,952) Postop (p=0,631)	▪ Beyaz küre sayısı. Preop (p=0,589) Postop (p=0,099)
▪ Serum kalsiyum değeri. Preop (p=0,561) Postop (p=0,591)	▪ C- Reaktif Protein (CRP). Preop (p=0,936) Postop (p=0,589)
▪ Kronik hastalık (p=0,446)	▪ Enfeksiyon (p=1,000)
▪ Transfüzyon (p=0,636)	▪ Yoğun bakımda takip (p=0,802)
▪ Komplikasyon (p=0,417)	▪ İntraoperatif turnike kullanımı (p=1,000)
▪ Pin dibi enfeksiyonu (Checketts-Otterburn Sınıflaması) (p=0,174)	▪ Kompartman sendromu varlığı (p=0,490)
▪ Kas-iskelet sistemi dışı yaralanma varlığı (p=0,1000)	▪ ASA (American Society Of Anesthesiologists) (p=0,192)
▪ NURD (Nonunion Risk Determination) (p=0,114)	▪ Ameliyat (p=0,636)
▪ Eksternal fiksator çıkartılması ile İMÇ arasında geçen süre (gün) (p=0,109)	▪ Tibia dışı ek cerrahi girişim (p=0,932)
▪ Yumuşak doku grefti (p=0,189)	▪ Kortikal temas (p=0,206)
▪ Kortikal boşluk - Gap (> 3mm) (p= 0,163)	▪ Malunion (p=0,490)

Tablo 19. Çalışmamızın sonucuna göre kırığın 6 aydan önce veya 6 aydan sonra kaynamasında istatistiksel olarak anlamlı bulunan sonuçlar

▪ Kırığın lokalizasyonu (p=0,049)	▪ Aşamalı İMÇ yapılanlarda travma ile İMÇ arasında geçen sürenin uzunluğu (p=0,041)
▪ AO/OTA sınıflamasının grupları bazında (p=0,035)	▪ Primer İMÇ yapılanlarda hastanede yatış süresi (p=0,008)
▪ Yumuşak doku yaralanması Tscherne sınıflaması (p=0,010)	▪ Ameliyat süresi (150 dk. bazında) (p=0,015)
▪ Sigara kullanımı (p=0,031)	▪ İlk immatür kallus görülme zamanı (p<0,001)
▪ Preoperatif trombosit sayısı (p=0,001)	▪ İlk kortikal köprü kallus görülme zamanı (p=0,002)
▪ Postoperatif sedimantasyon değeri (p=0,030)	▪ 7. (min 6, maks.8) haftadaki RUST puanı (p<0,001).

Anlamsız bulunan sonuçlar (Tablo 18)

Çalışmamızda yapılan tek değişkenli istatistiksel analiz sonuçlarına göre birçok faktörün kırığın 6 aydan önce veya sonra kaynaması üzerinde anlamlı etkiye sahip olmadığı görüldü.

Anlamlı bulunan sonuçlar (Tablo 19)

Çalışmamızda yapılan tek değişkenli istatistiksel analiz sonuçlarına göre, yaralanma, hasta ve tedavi bazlı bazı faktörlerin kırığın 6 ayda veya 6 aydan sonra kaynaması üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğu görüldü. Çok değişkenli regresyon analizlerinde kırığın 6 ayda veya 6 aydan sonra kaynaması ile ilişkili herhangi anlamlı istatistiksel sonuç elde edilmedi.

- **Yaralanma bazlı faktörler:** kırığın lokalizasyonu, kırığın AO/OTA sınıflaması ve yumuşak doku yaralanması.
- **Hasta bazlı faktörler:** sigara kullanımı, preoperatif trombosit sayısı, sedimantasyon değeri
- **Tedavi bazlı faktörler:** aşamalı İMÇ yapılanlarda travma ile İMÇ arasında geçen sürenin uzunluğu, primer İMÇ yapılanlarda hastanede yatış süresi ve ameliyat süresi.

Bu değişkenlere ilaveten, kırık kaynamasının radyolojik değerlendirilmesinde aşağıda belirtilen faktörlere dayanarak, kırığın kaynama süresi hakkında tahminde bulunulabileceği de görüldü.

- İMC sonrası ilk immatür kallus görölme zamanı
- İMC sonrası ilk kortikal köprü kallus görölme zamanı
- İMC sonrası 7. (min 6, maks.8) haftadaki RUST puanı

Kırık lokalizasyonu: İstatiksel değerlendirmede, 6 ayda kaynayanlarla 6 aydan sonra kaynayan kırıklar arasında kırığın lokalizasyonu açısından anlamlı fark vardı ($p=0,049$). 6 ayda kaynayanlarda distal yerleşimli olan kırıklar 6 aydan sonra kaynayanlara göre fazlaydı (%17'ye karşı %40). Aksine, 6 aydan sonra kaynayanlarda proksimal yerleşimli kırıklar 6 ayda kaynayanlara göre fazlaydı (%8'e karşı %21). Orta diafizler bölge yerleşimli kırıklarda iki grup arasında az fark vardı. (Şekil 8).

Kırık sınıflaması: 6 aydan önce ve sonra kaynayan kırıklar AO/OTA sınıflamasının grup bazında değerlendirildiğinde ise iki grup arasında anlamlı fark vardı. ($p=0,035$) Grup bazında olan fark AO/OTA A tipinin grupları arasındaydı. 6 ay içinde kaynayan kırıklarda A1 grubuna dahil olan hasta sayısı fazla, A3 grubuna dahil olan hasta sayısı azken, 6 aydan sonra kaynayan kırıklarda A3 grubundaki hasta sayısı fazla, A1 grubunda ise anlamlı olarak azdı. ($p=0,022$). B ve C tiplerine dahil edilen kırıklarda da grup sayısı arttıkça kaynama süresi uzamıştı, fakat istatiksel anlamlı değildi. (Şekil 7).

Tscherne sınıflaması: Grup A ile grup B yumuşak doku yaralanmasının Tscherne sınıflaması açısından değerlendirildiğinde anlamlı fark olduğu görüldü. ($p=0,010$). A grubunda G0 derecesine dahil edilen olgular B grubunda G0 derecesine dahil edilen olgulardan fazlaydı. Aynı zamanda G2 ve G3 derecelerine dahil edilen olgular B grubunda A grubundan daha fazlaydı. (Şekil 12).

Sigara kullanımı: Tüm hastaların 20'si (%41) sigara kullanan, 29'u (%59) sigara kullanmayan idi. A grubuna dahil olan hastaların 6'sı (%24) sigara kullanan, 19'u (%76) sigara kullanmayan idi. B grubuna dahil olan hastaların ise 14'ü (%58) sigara kullanan, 10'u (%42) sigara kullanmayan idi. 6 ayda kaynayan ve 6 aydan sonra kaynayan gruplar arasında sigara kullanımı açısından anlamlı fark vardı. ($p=0,031$). 6

ayda kaynayan grupta sigara kullananların sayısı 6 aydan sonra kaynayan gruba nazaran anlamlı olarak düşüktü. (Şekil 20).

Trombosit sayısı: A grubuna dahil olan hastalarda preoperatif en düşük trombosit sayısı 101, en yüksek trombosit sayısı 744 olup, ortalama sayı 327'ydı (± 133). B grubunda preoperatif en düşük trombosit sayısı 135, en yüksek trombosit sayısı 373 olup, ortalama sayı 231'di (± 62). Postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) A grubunda en düşük trombosit sayısı 207, en yüksek trombosit sayısı 553 olup, ortalama sayı 323'tü (± 76). B grubunda postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) en düşük trombosit sayısı 168, en yüksek trombosit sayısı 467 olup, ortalama sayı 286'ydı (± 85). 6 ayda kaynayan ve 6 aydan sonra kaynayan olguların preoperatif (travmadan sonraki ilk 24 saat içinde) tam kan sayımında (CBC) trombosit sayısı (Plt) anlamlı olarak farklıydı ($p=0,001$). Kırık kaynaması normal olan hastaların preoperatif trombosit sayısı gecikmiş kırık kaynaması gösteren hastaların preoperatif trombosit sayısından anlamlı olarak yüksekti. Fakat postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda), kırık kaynaması normal olan hastaların tam kan sayımında trombosit sayısı yüksek bulunsa da istatistiksel olarak anlamlı değildi. ($p=0,085$). (Şekil 16).

Sedimentasyon: A grubunda peroperatif en düşük değer 4, en yüksek değer 86 olup, ortalama değer 25'ti (± 21). B grubunda peroperatif en düşük değer 4, en yüksek değer 69 olup, ortalama değer 29'du (± 17). A grubunda 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) en düşük sedimentasyon değeri 4, en yüksek sedimentasyon değeri 92 olup, ortalama değer 18'di (± 21). B grubunda 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) en düşük sedimentasyon değeri 4, en yüksek sedimentasyon değeri 75 olup, ortalama değer 26'ydı (± 19). Grup A ile grup B arasında peroperatif sedimentasyon değeri açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,271$). Grup A ile grup B arasında postoperatif 1-3. aylarda (ortalama 2. ayda) sedimentasyon değeri açısından anlamlı fark vardı ($p=0,030$). A grubunda postoperatif ortalama 2. aydaki sedimentasyon değerleri B grubundan anlamlı olarak düşüktü. (Şekil 19).

Yaralanmadan İMÇ yapılmasına kadar geçen süre (gün): A grubunda basamaklı İMÇ uygulananlarda en kısa süre 7, en uzun süre 42 olup, ortalama süre 23 ($\pm 11,7$) gündü. A grubunda primer İMÇ uygulananlardan en kısa süre 2, en uzun süre 14 gün olup, ortalama süre 5 ($\pm 3,5$) gündü. A grubunun tamamında travmadan İMÇ uygulanana kadar geçen ortalama süre 13(± 12) gündü. B grubunda basamaklı İMÇ

uygulananlarda en kısa süre 20, en uzun süre 87 gün olup, ortalama süre 47 ($\pm$ 26) gündü. B grubunda primer İMÇ uygulananlardan en kısa süre 1, en uzun süre 39 gün olup, ortalama süre 8 ($\pm$ 8,8) gündü. B grubunun tamamında travmadan İMÇ uygulanana kadar geçen ortalama süre 21($\pm$ 25) gündü.

Grup A ile grup B'deki basamaklı İMÇ uygulanan hastaların karşılaştırılmasında yaralanma ile İMÇ uygulanana kadar geçen süre açısından anlamlı fark izlendi ($p=0,041$). Basamaklı İMÇ yapılan hastalarda travmadan İMÇ'ye kadar geçen süre 6 ayda kaynayanlarda 6 aydan sonra kaynayanlara nazaran anlamlı olarak kısaydı. Primer İMÇ yapılan hastaların 6 ayda kaynayan grubunda da yaralanmadan İMÇ'ye kadar geçen süre kısaydı, fakat anlamlı değildi. (Tablo 12).

Hastanede yatış süresi (gün): Grup A ile grup B'deki tüm hastalar yatış süresi açısından değerlendirildiğinde her iki grup arasında anlamlı fark izlenmedi ($p=0,170$). Grup A ile B'deki basamaklı ve primer İMÇ uygulanan hastalar da ayrıca değerlendirildi. Grup A ile grup B'deki basamaklı İMÇ uygulanan hastaların yatış sürelerinin karşılaştırılmasında anlamlı fark bulunmazken ($p=0,421$), primer İMÇ yapılan hastaların yatış süreleri karşılaştırıldığında her iki grup arasında anlamlı fark olduğu görüldü ($p=0,008$). Primer İMÇ yapıp 6 ayda kaynayan olgularda hastanede 10 günden az kalanlar (%86), primer İMÇ yapıp 6 aydan sonra kaynayan olguların hastanede 10 günden az kalanlarından (%31) anlamlı olarak fazlaydı. (Tablo 13).

Ameliyat süresi: Değerlendirme ≤ 150 dk. ve >150 dk şeklinde kategorize edildiğinde farkın anlamlı olduğu görüldü. ($p=0,015$). A grubuna dahil olan 17(%68) hastanın ameliyatının 150 dakikadan kısa, 8 (%32) hastanın ameliyatının ise 150 dakikadan uzun sürdüğü görüldü. B grubunda ise 7 (%30) hastanın ameliyatı 150 dakikadan kısa, 17 (%70) hastanın ameliyatı 150 dakikadan uzun sürmüştü. Grup A'daki hastaların ameliyatları 150 dk'dan anlamlı olarak kısa sürmüştü, grup B'deki hastaların ise ameliyatları 150 dk. 'dan anlamlı olarak uzun sürmüştü.(Şekil 22, 23).

İmmatür kallus görülme zamanı: İmmatür kallus, kırığı normal kaynayan hastalarda ortalama 3 ($\pm$ 1,2) hafta, kırığı gecikmeli kaynayanlara ortalama 6,8 ($\pm$ 5,3) daha erken izlenmişti. Her iki grup haftalara göre değerlendirildiğinde diğer haftalarda belirgin fark olmamasına rağmen, ilk 2 haftada kallus görülmesi açısından önemli fark vardı. Tüm hastaların %22'sinde postoperatif ilk 2 hafta içinde immatür kallus görülmüş ve bu hastaların tamamı ilk 6 ay içinde kaynamıştı. Bu hastalar normal

kaynayan hastaların %44'ünü oluşturunuyordu ve gecikmiş kaynayan hastaların hiç birinde postoperatif ilk 2 hafta içinde immatür kallus izlenmemiştir. Çalışmamızın sonucuna göre, İMÇ yapıldıktan sonraki ilk 2 hafta içinde herhangi bir immatür kallus görülmesi, kırığın ilk 6 ayda kaynayacağını %71,4 doğruluk (duyarlılık %44, özgüllük %100) oranı ile tahmin edebiliyordu. (Tablo 15).

Köprü kallus görülme zamanı: Grup A ile grup B'deki hastalar ilk köprü kallus görülmesi zamanı açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark izlendi. ($p=0,002$) Grup A'daki hastalarda köprü kallus grup B'deki hastalardan daha erken izlenmişti. 1. ayda köprü kallus görülmesinin kırığın 6 ayda kaynamasını tahmin etmek için doğruluk oranı %59 (%32 duyarlı, %87,5 özgül), 2. ayda doğruluk oranı %75,5 (%96 duyarlı, %54 özgül), 3. ayda doğruluk oranı %59 (%100 duyarlı, %16,6 özgül), 4. aydaki doğruluk oranı ise %55'ti (%100 duyarlı, %8 özgül). Çalışmamızda köprü kallusun kırığın 6 ayda kaynamasını tahmin etmek için en yüksek doğruluk oranı diğer aylarla mukayesede 2. ayda izlendi. 6 ayda kaynayan 25 kırığın 24'ünde ilk 2 ayda köprü kallus görülmüş, 6 aydan sonra kaynayan 24 kırığın ise 11'inde ilk 2 ayda köprü kallus görülmüştü. Postoperatif ilk 2 ayda köprü kallus görülmesinin kırığın 6 ayda kaynaması için pozitif prediktif değeri %68,5, negatif prediktif değeri ise %93'tü. Buradaki %93'lük negatif prediktif değer, 2 ayda köprü kallus görülmeyen kırıkların 6 aydan sonra kaynaması için, pozitif prediktif değere eşdeğerdir. Yani, ilk 2 ayda herhangi köprü kallus görülmesinin kırığın 6 ayda kaynaması için pozitif prediktif değeri %68,5 iken, ilk 2 ayda herhangi köprü kallus görülmemesinin kırığın 6 aydan sonra kaynaması için pozitif prediktif değeri %93'tür. Buna dayanarak, kırığın 6 aydan önce veya sonra kaynayacağını tahmin etmek için postoperatif ilk 2 ayda herhangi köprü kallus görülmesinden daha çok görülmemesinin belirleyici olduğu izlendi. Çalışmamızdan elde ettiğimiz bu sonuca göre, postoperatif ilk 2 ayda herhangi bir köprü kallus izlenmemesi ile kırığın gecikmeli kaynayacağı tahmininde bulunulabilir. Ek olarak, kırığı 6 ayda kaynayan 25 hastanın hepsinde ilk 4 ayda köprü kallus izlenmişti. Kırığı 6 aydan sonra kaynayan 24 hastanın 22'sinde ilk 4 ayda köprü kallus izlenmiş, 2'sinde (%8) ise 4. aydan sonra izlenmişti. Çalışmamızın sonucuna göre, postoperatif ilk 4 ayda herhangi bir köprü kallus görülmesinin, nihai kaynama için, %96 doğruluk oranı ile belirleyici olduğu görüldü. (64) (Tablo 16).

Radyolojik kaynamanın RUST skoru ile değerlendirilmesi: Radyografilerin 6 aydan önceki tüm zaman aralıklarındaki değerlendirilmesinde, kırığı normal kaynayan ve gecikmeli kaynayan hastaların RUST skorları arasında anlamlı fark vardı (0-5 haftalık grupta $p=0,001$, diğer gruplarda $p<0,001$). Kırığı 6 ayda kaynayan hastaların RUST skorları tüm zaman aralıklarında 6 aydan sonra kaynayan hastaların RUST skorlarından anlamlı olarak yüksekti. Kırığı 6 ayda kaynayan hastaların ortalama kaynama süresi 4,3 ay (min.3, maks.6), 6 aydan sonra kaynayan hastaların ortalama kaynama süresi 11,5 ay (min.7, maks.30), tüm hastaların ortalama kaynama süresi ise 7,8 ay ($\pm 4,9$) olmuştu. 6 ayda kaynayan kırıkların 7. haftadaki (min.6, maks.8 hafta) ortalama RUST skoru 7,5 ($\pm 0,9$), 6 aydan sonra kaynayan kırıkların ortalama RUST skoru ise 4,8'di ($\pm 1,0$). Kırığı 6 ayda kaynayan hastaların %96'sının (25'in 24'ü) RUST skoru ≥ 7 , kırığı 6 aydan sonra kaynayan hastaların %95,8'inin (24'ün 23'ü) RUST skoru ise < 7 olarak izlendi. Çalışmamızın sonucuna göre ortalama 7. haftada (min.6, maks.8 hafta) RUST skorunun ≥ 7 olması %96 (%96 duyarlı, %95,8 özgöl) doğruluk oranı ile kırığın 6 ayda kaynayacağını tahmin edebilmekteydi. Veya ortalama 7. haftada RUST skorunun < 7 olması kırığın 6 aydan sonra kaynayacağını %96'lık doğruluk oranıyla tahmin edebilmekteydi. (Tablo 17).

RUST skoru, immatür kallus ve iki parametrenin beraber kullanımı:

İlk 2 hafta içinde herhangi bir immatür kallus görülmesi %71,4 doğruluk (duyarlılık %44, özgüllük %100) oranı ile kırığın 6 ayda kaynayacağını tahmin edebilmekteydi.

RUST skorunun ≥ 7 olması %96 (%96 duyarlı, %95,8 özgöl) doğruluk oranı ile kırığın 6 ayda kaynayacağını tahmin edebilmekteydi.

İlk 2 haftada immatür kallus görülmesi ile beraber 7. haftada RUST skorunun ≥ 7 olması %71 doğruluk (%44 duyarlı, %100 özgöl) oranı ile kırığın 6 ayda kaynayacağını tahmin ediyordu.

İlk 2 haftada immatür kallus görülmemesi ile beraber 7. haftada RUST skorunun < 7 olması %96 (%95,8 duyarlı, %96 özgöl) doğruluk oranı ile kırığın 6 aydan sonra kaynayacağını tahmin etmekteydi.

6 ayda kaynayacak kırıkları tahmin etmek için, ilk 2 haftada immatür kallus görülmesinin pozitif prediktif değeri %100, 7. haftadaki RUST puanının ≥ 7 olmasının pozitif prediktif değeri %96, ikisinin beraber kullanımının pozitif prediktif değeri de %100'dü.

6 aydan sonra kaynayacak kırıkları tahmin etmek için ilk 2 haftada immatür kallus görülmemesinin pozitif prediktif değeri %63, 7. haftada RUST puanının < 7 olmasının pozitif prediktif değeri %95,8, ikisinin beraber kullanımının pozitif prediktif değeri de 95,8'di. (Tablo 20) (Tablo 21).

Tablo 20. İMÇ ameliyatı sonrası kırığın 6 ayda kaynamasının radyolojik parametrelere göre oranları.

	Doğruluk oranı	Duyarlılık oranı	Özgüllük oranı	Pozitif prediktif	Negatif prediktif
2 haftada immatür kallus izlenmesi	%71,4	%44	%100	%100	
1. ayda köprü kallus izlenmesi	%59	%32	%87,5		
2. ayda köprü kallus izlenmesi	%75,5	%96	%54	%68,5	%93
3. ayda köprü kallus izlenmesi	%59	%100	%16,6		
4. ayda köprü kallus izlenmesi	%55	%100	%8		
6-8. haftalarda ≥ 7 RUST skoru	%96	%96	%95,8	%96	
2 haftada immatür kallus izlenmesi ve 6-8. haftalarda ≥ 7 RUST skoru birlikte değerlendirildiğinde	%71	%44	%100	%100	

Tablo 21. 6 aydan sonra kaynayan kırıklarda değişkenlere göre odds oranları

Değişkenler	Odds oranı
Kırığın proksimalde yerleşimi	3
AO/OTA B ve C tipleri	1
AO/OTA Tip A, grup 3	19
Tscherne G2 ve G3	8
Sigara kullanımı	4
> 150 dk ameliyat süresi	5
İmmatür kallusun 2.haftadan sonra izlenmesi	38

7. TARTIŞMA

Tibia diyafiz kırıkları erişkinlerde en sık rastlayan uzun kemik kırıklarından biri olup, açık kırık görülme ihtimali de diğer uzun kemik kırıklarına kıyasla fazladır (72). Kaynamama, gecikmiş kaynama, enfeksiyon ve yumuşak doku problemleri tibia kırığının tedavi eden hekimi en çok zorlayan problemlerdendir. Tüm bu problemler tibia diyafiz kırıklarının tedavisinde son 70 yılda birçok tedavi seçeneğinin ve çok sayıda araştırmanın ortaya çıkması ile sonuçlanmıştır. Buna rağmen tibia diyafiz kırıklarının tedavisinde %5-15 oranında kaynamama (73), %4-48 oranında gecikmiş kaynama (74) ve intramedüller çivi tespiti sonrası yıllık %12-44 oranında tekrar ameliyat (reoperasyon) (1) gerekliliği gibi problemler hala devam etmektedir.

Tibia diyafiz kırığı sonrası erken kaynama, gecikmiş kaynama ve kaynamamayı ayırt eden kesin bir zaman aralığı mevcut olmayıp, iyileşmenin değerlendirilmesi için radyolojik ve klinik bulgular beraber kullanılmaktadır.

Kaynama için genel kabul gören radyolojik bulgu iki yönlü direkt radyografide en az 3 kortekste matür köprü kallusun oluşması, klinik olarak palpasyonla kırık üzerinde ağrının olmaması ve desteksiz, ağrısız yürümedir. (4)

Literatürde kaynamama (nonunion) farklı şekillerde tanımlanmıştır. 2-9 aylık izlem sonrası kaynamanın izlenmemesi (64) ; postoperatif 8. ayda kaynamanın izlenmemesi, 6 aydan uzun süre takip edilen kırıkta son 3 ayda iyileşmenin progresyon göstermemesi (75); tedavi eden hekimin ilave müdahalesi olmadan kaynamanın olmaması (76); önceden ek müdahale planlanmamış bir kırıkta yara kapandıktan 12 ay sonra kaynamanın olmaması (77); postoperatif 9. ayda kaynamanın olmaması veya 6 aydan sonra, 2 ay arayla, artarda çekilen 2 radyografide kallus progresyonunun eksik olması ve/veya cerrahi revizyon gerekliliği (74) gibi farklı şekillerde tanımlanmaktadır.

Gecikmiş kaynama ise 6 -12 ay arasında iki ardışık klinik değerlendirmede radyografik progresyonun olmaması veya kaynamanın tam olmaması (77); 6 ay içinde klinik ve radyolojik iyileşmenin izlenmemesi (78); postoperatif ilk 6 ayda artarda 2 ay arayla çekilen röntgen grafide kallus izlenmemesi ve/veya ikincil bir girişim gerekliliği (74) olarak tanımlanmaktadır.

Bunlarla beraber SPRINT (Study to Prospectively Evaluate Reamed Intramedullary Nails in Patients with Tibial Fractures) çalışmaları postoperatif ilk 6 ayda tibia shaft kırıklarına herhangi bir müdahale edilmemesini önermektedir (1). Bu görüş, aynı zamanda kaynamama riski olan kırıklara erken müdahalenin gereksiz yere geciktirilmesi riskini de beraberinde taşımaktadır (64, 75).

Bu nedenle, iyileşmesinde problem olacak bir kırığın daha tedaviye başlarken bilinmesi ile tedavi seçeneğinin belirlenmesi veya takip sırasında problemler iyileşmenin erken teşhis edilmesi ile ek tedavi girişimlerinin zamanında uygulanması, kırık iyileşmesinde etkili olan faktörlerin belirlenmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu prediktör faktörlerin belirlenmesi yapılan araştırmaların büyük bir kısmını kapsamaktadır (1, 3-5, 34, 64, 72, 74, 76-91).

Tibia diyafiz kırıklarının tedavisinde mevcut olan diğer bir problem ise radyolojik kaynamanın değerlendirilmesi için "altın standart" bir sistemin hala mevcut olmamasıdır (33, 35, 65-67, 69-71, 75, 91-93). 2010 yılında Whelan tarafınca ileri sürülen Radiographic Union Score for Tibial fractures - RUST puanlama sistemi bu konuda umut verici olmuştur. Bazı kısıtlamaların mevcut olmasına, klinik iyileşme ile bu puanlama sisteminin korelasyonunu açıklayan çalışmaların yetersiz olmasına rağmen, yapılan sonraki çalışmalar RUST puanlama sisteminin radyolojik kaynamayı belirlemek açısından güvenilirliğini desteklemektedir (33, 35, 65-67, 69-71, 75, 91-93).

Çalışmamıza 2012-2017 tarihleri arasında, travmatik tibia diyafiz kırığı nedeniyle intramedüller çivi tespiti yapılan, tedavi ve takibi tek merkezde yapılan hastalar dahil edilmiştir. Pediatrik ve geriatric hastalar çalışma dışı tutulup, çalışmaya 16-65 yaş aralığındaki olguların dahil edilmesi ve intramedüller çivi uygulandıktan sonra, enfeksiyon, kaynamama, implant yetmezliği ve diğer herhangi bir sebepten ek girişim yapılan olguların çalışma dışı tutulması, çalışmada dikkat edilen önemli hususlardır. Aynı zamanda olguların radyolojik kaynaması RUST puanlama sistemi ile değerlendirilerek, Ocak 2020 tarihine kadar nihai RUST puanı 10'dan küçük olan olgular çalışmaya dahil edilmemiştir. Böylelikle çalışmadaki intramedüller çivi tespiti sonrası ilk 6 ayda RUST puanı ≥ 10 olan ve 6 aydan sonraki herhangi bir zamanda ek müdahale yapılmadan RUST puanı ≥ 10 olan olgularda hangi etiyolojik faktör veya faktörlerin kırığın kaynama zamanı üzerinde ne kadar etkili veya prognostik olduğunu

belirlemek amaçlanmıştır. Diğer anlamda, bu çalışma, kaynama ve kaynamama üzerinde etkili olan etiyolojik faktörlerin değerlendirildiği çalışmalardan farklı olarak, erken kaynama ve gecikmiş kaynama üzerinde etkili olan faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. Aynı zamanda bu çalışmamız, normal kaynama ve problemlili kaynama üzerinde etkili olan faktörlerin belirlendiği bir çalışma olarak da değerlendirilebilir (82).

Kırık lokalizasyonu: Analizlerde normal kaynayanlarla gecikmiş kaynayan kırıklar arasında kırığın lokalizasyonu açısından anlamlı fark izlendi ($p=0,049$). 6 ayda kaynama görülen grupta diğer grupla mukayesede proksimal yerleşimli kırıklar az, distal yerleşimli kırıklar ise anlamlı olarak fazlaydı. Bu konuda yapılan birçok çalışmada distal diyafizde yerleşen kırıkların daha sık olduğu ve daha geç kaynadığı bildirilse de farklı lokalizasyonlarda yerleşen kırıkların ortalama kaynama süreleri arasında anlamlı fark izlenilmemiştir (34, 84, 91). Diğer, 416 hasta ile yapılan bir prospektif çalışmada ise kırığın distal diyafizde yerleşmesinin nonunion ve gecikmiş kaynama için risk oluşturduğu, distalde yerleşen kırıklarda postoperatif diyastaz da mevcutsa kaynama problemlilerinin iki kat arttığı bildirilmektedir. Fakat bu çalışmada tedavinin homojen olmadığını gördük. Hastalar oymalı, oymasız çivilemeyle, plakla ve eksternal fiksatorle definitif tedavi edilmiş, aynı zamanda bu çalışmaya geriatrik yaş grubundaki hastalar da dahil edilmiştir (4). Bu çalışmada uygulanan farklı tedavi seçeneklerinin biyomekanik olarak kırık iyileşmesi üzerinde farklı etkilere neden olacağını (72, 78, 82, 94), bu çalışma ile bizim çalışma arasındaki kırık lokalizasyonu ve problemlili iyileşme açısından elde edilen farklı sonucun, uygulanan farklı tedavi seçeneklerine bağlı olduğunu düşünüyoruz.

Kırık sınıflaması: Çalışmamızda kırık sınıflandırılması AO/OTA sınıflamasının 2018'deki revizyonu ile yapılmıştır ki, bu sınıflamada B ve C tiplerinin 1. grubu mevcut değildir. Yapılan istatistiksel analizde AO sınıflamasının A, B, C tipleri açısından normal kaynayan ve gecikmiş kaynayan kırıklarda fark izlenmese de ($p=0,327$) AO sınıflamasının grupları arasında anlamlı fark izlendi. ($p=0,035$). İleri analiz yapılarak bu farkın A tipinin grupları arasında olduğu görüldü. Normal kaynayanlarda A1 grubuna dahil olan kırıklar anlamlı şekilde fazlayken, gecikmiş kaynayanlarda A3 grubuna dahil olan kırıklar anlamlı şekilde fazlaydı. ($p=0,022$) B ve C tiplerine dahil edilen kırıklarda da grup sayısı arttıkça kaynama süresi uzamıştı, fakat

istatistiksel anlamlı değildi. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde AO tipinin uzamış kaynama süresi, nonunion (85) veya sadece gecikmiş kaynama ile (74) anlamlı şekilde ilişkisi bulunan çalışmalar mevcut olup, AO tipi karmaşıklıştıkça kaynama zamanının uzadığı (84), fakat gecikmiş kaynama ve nonunion ile anlamlı ilişkinin bulunmadığı çalışmalar da mevcuttur (1, 3, 84). Bu çalışmalardan 2 çalışma 2019 yılında yayınlansa da kırık sınıflaması AO sınıflamasının 2018'deki revizyonu ile değerlendirilmemiş (74, 85), aynı zamanda bir çalışmaya sadece açık tibia kırığı olan hastalar dahil edilmiştir (85). AO sınıflaması ile bağlı bizim sonuçlarımızın, kırığın parçalanma derecesi ve travma enerjisinin artması ile problemlili kaynamanın da artması, A1 grubuna dahil edilen spiral şekilli kırıklarda problemlili kaynama ihtimalinin az olması gibi genel literatür bilgileri ile uyumlu olduğunu düşünüyoruz. Ayrıca, AO sınıflamasının revize şeklinin daha kullanışlı olduğunu, gözlemciler arası uyumluluğu arttıracığını, daha genişolgulu çalışmalarda B ve C gruplarının da anlamlı farklılıklar göstereceğini düşünüyoruz.

Tscherne sınıflaması: Çalışmamızda yumuşak doku yaralanması Tscherne sınıflaması ile değerlendirilerek normal kaynayanların Tscherne puanı gecikmeli kaynayanlara nazaran anlamlı olarak düşüktü. ($p=0,010$) Literatür değerlendirmesinde Tscherne sınıflaması ile kırık kaynaması veya nonunion arasında anlamlı ilişki varlığını ortaya koyan yakın tarihli çalışmaya rastlamadık. Ama 1999 yılında Gaston ve arkadaşları tarafınca yapılan 100 olguyu içeren prospektif çalışma, Tscherne sınıflamasının kırığın iyileşme zamanı ve klinik sonuçlarını tahmin etmede AO sınıflaması, Winquist-Hansen sınıflaması, açık-kapalı kırık ve deplasman gibi değişkenlerden daha değerli olduğunu ortaya koymuştur (95). Tscherne sınıflaması ile bağlı elde ettiğimiz sonuç, kırık iyileşmesinde, özellikle de yumuşak doku örtüsü zayıf olan tibia kırıklarının normal ve problemlili iyileşmesinde, yumuşak doku hasarının önemini ortaya koymaktadır. Daha geniş vaka serili ve prospektif yapılacak çalışmalarda sonuçların daha da anlamlı olacağını düşünüyoruz.

Sigara kullanımı: Çalışmamızda sigara kullananlar ile sigara kullanmayanlar arasında kırık iyileşmesi açısından anlamlı fark izlenmiş olup, kırığı normal kaynayanlarda sigara kullananların sayısı gecikmiş kaynayanlara göre anlamlı olarak düşüktü. ($p=0,031$) Literatürde problemlili kırık iyileşmesinin 3 farklı şeklinin sigara ile ilişkisi analiz edilmiştir. Gecikmiş kaynama, nonunion ve reoperasyon. Sigara

kullanma ile gecikmiş kaynama (82), nonunion (3, 79, 82) ve reoperasyon (1, 5) arasında anlamlı ilişki bulunmayan çalışmalar mevcut olsa da birçok çalışmada sigara kullanımı gecikmiş kırık iyileşmesi (74, 96, 97) ve nonunion (77, 97) ile ilişkili bulunmuştur. SPRİNT verilerinin kullanıldığı, çok merkezli, 1226 hastalık olgu serisinde sigaranın reoperasyon ile ilişkisi bulunmamıştır. Yazarlar bu durumu cerrahların sigara kullanmayanlardan farklı olarak, sigara kullananlara belki farklı tedavi prosedürü uygulayıp reoperasyondan kaçınılması ile ilişkilendirmişler (1). Aynı zamanda nonunion ile de sigaranın ilişkili bulunduğu ve bulunmadığı geniş olgulu çalışmalar mevcuttur. Ama sigaranın gecikmiş kaynama ile ilişkisini değerlendiren çalışma sayısı nonuniona göre azdır. Literatür değerlendirmemizde sigaranın gecikmiş kaynama ile ilişkili bulunmadığı bir retrospektif çalışma (82) dışındaki diğer çalışmalarda sigara, gecikmiş kaynama ve kaynama süresinin uzaması ile ilişkili bulunmuştur. Gecikmiş kaynamanın sigara ile ilişkisi bulunmayan bu çalışmaya 166 hasta dahil edilse de 50 hastanın sigara içip içmediği belirlenememiştir. Sigara içme durumu belirsiz olan bu grubun çalışmaya dahil edilen tüm hastaların yaklaşık 1/3'lük kısmını oluşturduğu dikkate alınırsa, bu sonucun sigara ile gecikmiş kırık kaynaması arasındaki gerçek ilişkiyi ortaya koyamadığını düşünüyoruz. Yapılan çalışmalar postoperatif 4 hafta boyunca TGF-1 faktörünün sigara kullananlarda sigara kullanmayanlara göre anlamlı düşük olduğunu belirlemiştir. Operasyon sonrası kırık iyileşmesinde önemli rol alan TGF-1 faktörünün sigara kullananlarda azalmış olması sigara kullanımının kırık iyileşmesini neden kötü etkilediğini açıklayabilir (74). Çalışmamızda da sigara ile bağlı elde ettiğimiz sonuçlar literatür verileri ile uyumlu olup, sigara kullanımının kırık iyileşmesini olumsuz yönde etkilediğini ve gecikmiş kaynamayı anlamlı olarak arttırdığını ortaya koymaktadır. Sigaranın nonuniondan daha çok gecikmiş kaynama üzerinde etkili olduğunu, gecikmiş kaynama ile sigaranın ilişkisini daha güvenli şekilde ortaya koyacak geniş olgu serili çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Trombosit sayısı: Çalışmamızda normal kaynayan ve gecikmeli kaynayan olguların preoperatif (travmadan sonraki ilk 24 saat içinde) tam kan sayımında (CBC) trombosit sayısı (Plt) anlamlı olarak farklıydı ($p=0,001$). Kırık kaynaması normal olan hastaların preoperatif trombosit sayısı gecikmiş kırık kaynaması gösteren hastaların preoperatif trombosit sayısından anlamlı olarak yüksekti. Fakat postoperatif 1-3.

aylarda (ortalama 2. ayda), kırık kaynaması normal olan hastalarda tam kan sayımında trombosit sayısı yüksek bulunsada istatistiksel olarak anlamlı değildi. ($p=0,085$). Kırık iyileşmesinin enflamatuvar bir süreçle başladığı ve trombositlerin içerdikleri sitokinler sayesinde kırık iyileşmesinde temel rol oynadığı bilinmektedir. Ama kırık nedeniyle oluşan enflamatuvar yanıtta trombositlerin izlediği yol tamamen aydınlaşmamış olup, periferik kanda bulunan trombositlerle kırık iyileşmesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalar çok az ve belirsizdir. Bastian ve arkadaşları 2016 yılında, posttravmatik 0 ve 14.günlerde problemlili iyileşme gösteren tibia kırıklı hastaların periferik kanında normal iyileşme gösterenlere nazaran trombosit sayılarının anlamlı düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer olarak monosit sayılarının da anlamlı düşük olduğunu gözlemleyerek, bu durumu problemlili iyileşme grubunda travmaya bağlı miyelopoezin nisbi inhibisyonu ile ilişkilendirmişlerdir (98). 2016 yılında yayınlanan diğer bir çalışmada nonunion oluşan femur ve tibia kırıklı hastaların 0. gün periferik kanında normal iyileşenlere nazaran ortalama trombosit hacminin (MPV - Mean Platelet Volume) anlamlı yüksek olduğunu, fakat trombosit sayıları arasında anlamlı farkın olmadığını bildirmişlerdir (99). 2018 yılında yayınlanan bir çalışmada ise femoral nonunion gelişen hastaların travma sonrası 2. haftada periferik kanında miyeloid hücre sayılarının (lökosit, nötrofil, monosit ve trombosit) normal iyileşen hastalara nazaran anlamlı düşük olduğu bildirilmiştir (100). Trombositlerin normal konsantrasyonu tam kanda 150,000 ila 350, 000 trombosit / μ l olup, alfa (α) -granülleri PDGF, TGF β , VEGF, FGF -2, trombosit türevli epidermal büyüme faktörü, trombosit türevli anjiyogenez faktörü, insülin benzeri büyüme faktörü-I (IGF - I) dahil bir dizi osteojenik ve anjiyojenik büyüme faktörü içermektedir. Bu büyüme faktörleri farklılaşmamış mezenkimal hücrelerin ve osteoblastların çoğalmasını ve farklılaşmasını uyarır (101). Bununla beraber, trombositlerin yoğun granüllerinde bulunan birçok maddenin kemik rejenerasyonu üzerinde oldukça olumsuz bir etkiye sahip olabileceği de düşünülmektedir (102). Travma sonrası kanama ve dilüsyona bağlı olarak trombosit sayılarının azaldığı, 9. günde ise normal düzeylerine döndüğü bildirilmiştir (103). Bununla beraber travma sonrası ilk günlerde trombositlerde genel bir düşüş izlense de normal sınırlarda kaldığı, travma sonrası 24 saat içindeki mortalitenin trombosit sayısındaki düşüşle ters korele olduğu bildirilmektedir (104). Diğer bir çalışmada ise travma sonrası periferik kanda trombosit sayısı ve pıhtılaşma

normal olsa bile mortalitenin trombosit fonksiyon bozukluğundan ileri geldiği bildirilmektedir (105).

Özetlersek, tartışmaya açık olmakla birlikte, travma sonrası trombosit seviyelerindeki değişikliklerin, vücudun kanama / tüketim nedeniyle trombosit kaybına tepki gösterdiği ve normal fizyolojik seviyelere ulaşmak için üretimini arttırdığı (106), düşük trombosit seviyelerinin kırık hematomundaki enflamatuvar hücrelerin konsantrasyonunu veya fenotipini etkileyerek problemlili kırık iyileşmesi gösteren hastalarda fizyolojik iyileşme sürecini negatif etkilediği (98, 100) düşünülmektedir. Literatür taramalarımızda gecikmiş iyileşme gösteren tibia kırıklarının trombosit sayısı ile ilişkisi hakkında yayına rastlamadığımız için, çalışmamızın bu konuya değinen ilk çalışma olduğunu düşünüyoruz. Böyle olmasa bile, çalışmamızda periferik kanda trombosit sayısının düşüklüğünün kırık iyileşmesini olumsuz etkilediğine dair elde ettiğimiz sonuçlar önceki az sayıda olan yayınlar ile genel anlamda uyumludur ve bu konuya katkı sağlayacaktır. Biz de kırık iyileşmesinin sistemik immün yanıtın bir sonucu olduğunu, bu süreçte trombositlerin önemli yer aldığını ve bu konuda in vivo, daha detaylı çalışmaların yapılması gerektiğini düşünüyoruz.

Yaralanmadan İMÇ yapılmasına kadar geçen süre (gün): Çalışmamızda aşamalı İMÇ yapılan hastalarda travmadan İMÇ uygulanana kadar geçen süre (gün) açısından normal kaynayan ve gecikmeli kaynayan gruplar arasında anlamlı fark izlendi ($p=0,041$). Aşamalı İMÇ yapılan hastalarda travmadan İMÇ'ye kadar geçen süre, normal kaynayanlarda gecikmiş kaynayanlara nazaran anlamlı olarak kısaydı. Paireon'un yaptığı meta-analizde aşamalı İMÇ uygulanan tibia ve femur kırıklarında eksternal fiksatorle takip süresinin uzamasının enfeksiyon, gecikmiş kaynama ve nonunion gibi olumsuz etkilere yol açtığı bildirilmiştir. O, eksternal fiksatorle takip süresinin uzaması zamanı, pin yolu enfeksiyonu ihtimalinin artması dışında, kallusun biyomekanik özelliklerinin de önemli ölçüde azaldığını, aksine, intramedüller çivilemeye erken dönüşümde kırığın mineralizasyonu ve kallus oluşumunun arttığını bildirmiştir. Aynı zamanda tibia kırıkları için eksternal fiksatörden İMÇ'ye geçişin mümkün en erken zamanda ve aynı seansta yapılmasını önermiştir (86). İlaveten, primer İMÇ yapılan hastalarda travmadan İMÇ'ye kadar geçen sürenin uzamasının enfeksiyon ve nonunion için prediktör olduğunu bildiren (78), aksine, travmadan

İMÇ'ye kadar geçen sürenin herhangi bir olumsuz sonuca yol açmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (1). Çalışmamızda aşamalı İMÇ uygulanan hastalarda pin yolu enfeksiyonu durumu Checketts-Otterburn sınıflaması ile değerlendirilip, normal iyileşen ve gecikmiş iyileşen gruplar arasında pin yolu enfeksiyonu açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,174$). Aynı zamanda primer İMÇ yapıp normal kaynayan ve gecikmiş kaynayan hastalarda travmadan İMÇ uygulanmasına kadar geçen süre açısından da anlamlı fark görülmedi ($p=0,334$). Sonuç olarak, çalışmamız literatür verileri ile uyumlu olup, eksternal fiksatorle takip süresinin uzamasının gecikmiş kaynamayı arttırdığını ortaya koymaktadır. Kırık iyileşmesinin doğal sürecinin kırık oluştuktan hemen sonra başladığını, bu sürecin diğer faktörlerle beraber zamana bağlı olduğunu, fakat eksternal fiksatörden İMÇ'ye dönüşüm geç yapıldığında Paireon'un da belirttiği gibi kallusun biyomekanik özelliklerinin azaldığını, iyileşmenin doğal sürecinin negatif etkilendiğini düşünmekteyiz.

Yatış süresi: Çalışmamızda normal kaynayan ve gecikmiş kaynayan hastalar yatış süresi açısından değerlendirildi. Hastaların toplam yatış süresi dikkate alınmayıp, değerlendirme 10 günden kısa ve 10 günden uzun hospitalize olanlar şeklinde yapıldı. Normal kaynayan ve gecikmiş kaynayan hastaların tümü değerlendirildiğinde yatış süresi açısından anlamlı fark izlenmedi ($p=0,170$). Aynı zamanda aşamalı İMÇ yapıp normal kaynayan ve gecikmiş kaynayan hastaların yatış sürelerinde de anlamlı fark görülmedi ($p=0,421$). Fakat primer İMÇ yapıp normal kaynayan ve gecikmiş kaynayan hastaların yatış sürelerinde anlamlı fark vardı ($p=0,008$). Primer İMÇ yapıp normal kaynayanlarda 10 günden az hastanede kalanlar daha fazlayken (%86), primer İMÇ yapıp kötü kaynayanlarda 10 günden fazla hastanede kalanlar daha fazlaydı (%69). 10 günden fazla hastanede yatıp gecikmiş kaynayan hastaların dosyaları incelendiğinde hepsinin yüksek enerjili travmaya maruz kaldığı, %73'ünde AO/OTA B ve C tipi kapalı kırık olduğu, travmadan İMÇ'ye kadar geçen zamanın diğer hastalarla mukayesede uzun olduğu (en az 4 gün, en fazla 14 gün) görüldü. Aynı zamanda bu hastaların %18'inde yatış sürecinde kas-iskelet dışı komplikasyon gelişmiş, %18'i yoğun bakımda takip edilmiş, %55'inde ise diyabet dışı kronik hastalık mevcuttu. Literatürde yatış süresinin tibia kırıklarında reoperasyon oranını arttırmadığı (79), üst ekstremitelerde, femur ve tibia açık kırıklarında yatış süresinin nonunion ve gecikmiş kaynama için risk oluşturmadığını (77) bildiren çalışmalar

mevcuttur. Çalışmamızdaki primer İMÇ yapılan hastalarda enfeksiyon izlenmediğini dikkate alırsak, uzamış yatış süresinin kırık kaynaması üzerindeki olumsuz etkilerinin, zamandan değil, yatış süresini uzatan faktörlerden kaynaklandığını düşünüyoruz. Yani bu hastaların yatış süresinin uzamasında hasar kontrollü yaklaşım, kronik hastalığa bağlı bulguların preop veya postop düzenlenmesi, kas-iskelet sistemi dışındaki komplikasyonların tedavisi rol almıştır. Çalışmamızda yüksek enerjili travma, komplikasyon, yoğun bakımda takip ve kronik hastalık değişkenleri gecikmiş kaynama için anlamlı prediktör olarak bulunmasa da bu faktörlerin bazısı veya bazılarının problemlili kemik iyileşmesi için prediktör olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (1, 3, 34, 74, 91). Çalışmamızda da bu faktörlerin ve dolaylı olarak yatış süresinin uzamasının kırık kaynaması üzerinde negatif etkilerinin ortaya çıktığını düşünüyoruz.

Ameliyat süresi: Olgular ameliyat süresine göre genel olarak değerlendirildiğinde 6 ayda kaynayan olguların ortalama ameliyat süresi 6 aydan sonra kaynayan olguların ortalama ameliyat süresine göre kısa olsa da anlamlı fark yoktu ($p=0,075$). 120 dakikadan kısa ve uzun sürmesine göre değerlendirildiğinde de iki grup arasındaki fark anlamlı değildi. Kırığı 6 ayda kaynayan hastaların 2'sinin (%4) ameliyatı 120 dk'dan kısa sürmüştü, kırığı 6 aydan sonra kaynayanlarda ise ameliyatı 120 dk'dan kısa süren hasta yoktu. Değerlendirme ≤ 150 dk. ve >150 dk şeklinde yeniden yapıldığında ise farkın anlamlı olduğu görüldü. Kırığı, normal kaynayan hastaların %70'inin ameliyatı 150 dk.'dan kısa sürmüştü, gecikmiş kaynayan hastaların %70'inin ameliyatı 150 dk. 'dan uzun sürmüştü. Bu, istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,015$). Ameliyat süresinin postoperatif komplikasyonlarla ilişkisini değerlendiren bir meta-analiz çalışmasında ameliyatın artan her 30 dakikası için komplikasyon oranının %14 oranında arttığı bildirilmiştir. Bu çalışma ortopedi dışı branşları da kapsayıp, komplikasyonlar genellikle yara yeri enfeksiyonu, idrar yolu enfeksiyonu, sepsis, kardiyak komplikasyonlar, pnömoni ve böbrek yetmezliği şeklinde olmuştur(107). Diğer çalışmalarda da benzer olarak, ortopedik ameliyatlarda ameliyat süresinin uzamasının cerrahi alan enfeksiyonunu arttırdığı (108, 109), total diz protezi ameliyatlarında ameliyat süresinin uzamasının postoperatif komplikasyonları arttırdığı (110) bilgileri mevcuttur. Tibia kırıklarının cerrahi tedavisinde ameliyat süresinin uzamasının (120 dakikadan uzun) nonunion ve gecikmiş kaynama ile anlamlı ilişkili

(< 0.001) olduğunu bildiren 416 hastayı içeren bir çalışma mevcut olsa da (4) bu konudaki bilgiler kısıtlı ve belirsizdir. Ameliyatı 150 dakikadan uzun sürüp, gecikmiş kaynaklı hastaların dosyaları incelendiğinde, bu hastaların %89'unun yüksek enerjili travmaya maruz kaldığı, %72'sinde AO/OTA B, C tipi, grup 2, 3 kırık olduğu, %22'sinde bilateral, %44'ünde ise fibula dışı, ipsilateral kırık olduğu görüldü. Benzer olarak, ameliyatı 150 dakikadan uzun sürüp normal kaynaklı hastaların tamamı da yüksek enerjili travmaya maruz kalmış, %63'ünde AO/OTA B, C tipi, grup 2, 3 kırık, %88'inde ise ipsilateral kırık mevcuttu. Normal kaynaklı grupta bilateral kırığı olan hasta hiç yoktu. Çalışmamızdaki hastalarda parçalı, bilateral veya ipsilateral kırığın olması ameliyat süresinin neden uzadığını açıklasa da travma ve kırık bazlı bu faktörler, iki grubun karşılaştırılmasında, kırığın neden geç kaynadığını açıklayamamaktadır. Buna dayanarak, anestezi etkenlere uzun süre maruz kalınmasının, kırık kaynamasını etkilediği düşünülebilir. Genel ve rejyonel anestezinin kırık kaynaması üzerindeki uzak sonuçlarının benzer olduğunu (111) ve majör ortopedik ameliyatların peri-operatif döneminde osteokalsin gibi osteoblast sekresyon marklarının düşük konsantrasyon gösterdiğini bildiren (112) yayınlar mevcut olsa da anestezi etkenleri ve anestezi süresinin kırık iyileşmesini nasıl etkilediğine dair kesin literatür bilgileri mevcut değildir. Bu konuda ileri ve geniş olgulu çalışmaların yapılması gerektiğini düşünüyoruz.

İmmatür kallus görülme zamanı: Kırığı normal kaynaklı ve gecikmiş kaynaklı hastalar, İMÇ uygulandıktan sonra, ilk immatür kallus görülme zamanı (hafta) açısından karşılaştırıldığında, anlamlı fark izlendi ($p < 0,001$). İmmatür kallus, kırığı normal kaynaklı hastalarda (min. 1. hafta, maks. 6. hafta, ortalama zaman $3(\pm 1,2)$ hafta) kırığı gecikmeli kaynaklılara (min. 3. hafta, maks. 30. hafta, ortalama $6,8(\pm 5,3)$ hafta) göre, daha erken izlenmişti. Her iki grup haftalara göre değerlendirildiğinde diğer haftalarda belirgin fark olmamasına rağmen, ilk 2 haftada kallus görülmesi açısından önemli fark vardı. Tüm hastaların %22'sinde postoperatif ilk 2 hafta içinde immatür kallus görülmüş ve bu hastaların tamamı ilk 6 ay içinde kaynamıştı. Bu hastalar normal kaynaklı hastaların %44'ünü oluşturuyordu ve gecikmiş kaynaklı hastaların hiçbirinde postoperatif ilk 2 hafta içinde immatür kallus izlenmemişti. Çalışmamızda çok değişkenli regresyon analizinde anlamlı sonuç elde edilmese de ilk 2 hafta içinde immatür kallus izlenen hastaların dosyaları diğer

değişkenler yönünden de incelendi. Bu hastaların %65'inde A tipi kırık olduğu, hiç birinde bilateral, ipsilateral kırık oluşmadığı ve hiç birinde postoperatif gap olmadığı dikkat çekiciydi. Değerlendirilen diğer faktörlerde, özellikle de önemli olduğu düşünülen, aşamalı ve primer İMÇ yapılması veya travmadan İMÇ yapılmasına kadar geçen süre açısından dikkat çekici fark izlenmedi. Çalışmamızın sonucuna göre, İMÇ yapıldıktan sonraki ilk 2 hafta içinde herhangi bir immatür kallus görülmesi, kırığın ilk 6 ayda kaynayacağını %71,4 doğruluk (accuracy) (%44 duyarlı, %100 özgül) oranı ile bir belirteci olarak görünmektedir. Literatürde tibia kırığı nedeni İMÇ yapılan hastalarda postoperatif ilk 4 ay içinde herhangi bir köprü kallus izlenmesinin kaynama için belirteç olduğunu bildiren çalışmalar mevcut olsa da (64, 75) ilk immatür kallus görülmesi ile kırığın kaynama zamanını ilişkilendiren çalışmaya rastlamadık. Hasta sayısının az olması, tek merkezli yapılması ve retrospektif yapılması çalışmamızın bu konuda zayıf olan yönleridir. Problemlili kaynayan kırıkları postoperatif daha erken teşhis etmek veya kırığın ne zaman kaynayacağını tahmin etmek adına, bu konunun daha geniş olgulu çalışmaları ve prospektif olarak değerlendirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Köprü kallus görülme zamanı: Kırığı normal kaynayan ve gecikmiş kaynayan hastalar köprü kallus görülme zamanı açısından karşılaştırıldığında anlamlı fark izlendi ($p=0,002$). Kırığı 6 ayda kaynayan 25 hastanın hepsinde ilk 4 ayda köprü kallus izlenmişti. Kırığı 6 aydan sonra kaynayan 24 hastanın 22'sinde ilk 4 ayda köprü kallus izlenmiş, 2'sinde ise 4. aydan sonra izlenmişti. İlk 4 ayda köprü kallus izlenmeyen hastaların ikisine de postoperatif herhangi bir müdahale yapılmamış olup, biri 30. aydan sonra, diğeri ise postoperatif 15. ayda kaynamıştı. (RUST skoru =10). Çalışmamızın sonucuna göre, postoperatif ilk 4 ayda herhangi bir köprü kallus görülmesinin, nihai kaynama için, %96 doğruluk oranı ile belirleyici olduğu görüldü. Lack ve arkadaşları İMÇ fiksasyonu ile tedavi edilen 176 tibia kırığını retrospektif olarak gözden geçirmiş ve 4 ay içinde herhangi bir kortikal köprü kallus oluşmasının, nihai iyileşme için en güvenilir prediktör olduğunu bildirmişlerdir (64). Sonuçlarımız, bu konuda yapılan önceki çalışmalardan düşük doğruluk oranı sergilese de (%99'a karşı %96) genel anlamda uyumludur (64, 75). Çalışmamızdaki doğruluk oranının önceki çalışmalardan düşük olma nedeninin, 1 hastanın kaynayana kadar, herhangi müdahale yapılmadan, 30 ay takip edilmesi olduğunu düşünüyoruz. Önceki

çalışmalarda kaynamanın en geç postoperatif 15. ayda gerçekleştiği belirtildiği için (64), böyle bir hasta önceki çalışmalarda yüksek ihtimalle nonunion olarak kabul edilmiştir.

Çalışmamızda 1, 2, 3 ve 4. aylarda izlenen köprü kallusun 6 ayda kaynayan kırıklar için öngörücü olup olamayacağı da değerlendirildi. 1. ayda köprü kallus görülmesinin kırığın 6 ayda kaynamasını tahmin etmek için doğruluk oranı %59 (%32 duyarlı, %87,5 zgl), 2. ayda doğruluk oranı %75,5 (%96 duyarlı, %54 zgl), 3. ayda doğruluk oranı %59 (%100 duyarlı, % 16,6 zgl), 4. aydaki doğruluk oranı ise %55'ti (%100 duyarlı, %8 zgl). Çalışmamızda kırığın 6 ayda kaynamasını tahmin etmek için en yüksek doğruluk oranı diğer aylarla mukayesede 2. ayda izlendi. 6 ayda kaynayan 25 kırığın 24'ünde ilk 2 ayda köprü kallus görülmüş, 6 aydan sonra kaynayan 24 kırığın ise 11'inde ilk 2 ayda köprü kallus görülmüştü. Postoperatif ilk 2 ayda köprü kallus görülmesinin kırığın 6 ayda kaynaması için pozitif prediktif değer %68,5, negatif prediktif değer ise %93't. Buradaki %93'lk negatif prediktif değer, 2 ayda köprü kallus görülmeyen kırıkların 6 aydan sonra kaynaması için, pozitif prediktif değere eşdeğerdir. Yani, ilk 2 ayda herhangi köprü kallus görülmesinin kırığın 6 ayda kaynaması için pozitif prediktif değer %68,5 iken, ilk 2 ayda herhangi köprü kallus görülmemesinin kırığın 6 aydan sonra kaynaması için pozitif prediktif değer %93'tür. Buna dayanarak, kırığın 6 aydan önce veya sonra kaynayacağını tahmin etmek için, postoperatif ilk 2 ayda herhangi köprü kallus görülmesinden daha çok, görülmemesi belirleyicidir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bu sonuca göre, postoperatif ilk 2 ayda herhangi bir köprü kallus izlenmemesi ile kırığın gecikmeli kaynayacağı tahmininde bulunula bilinir. Aynı zamanda, bu konuda yapılan önceki çalışmalarda (64, 75) kırık kaynaması hem radyolojik, hem klinik değerlendirilmiş, radyolojik kaynama en az 3 kortekste köprü kallus izlenmesi olarak kabul edilmiştir. Çalışmamızda ise kaynama kriteri olarak RUST skorunun 10 olması baz alınmıştır. Çalışmamızın, kaynamanın RUST skoru ile değerlendirilerek, ilk 4 ayda herhangi köprü kallus izlenmesinin, kırığın nihai kaynaması için belirteç olduğunu belirleyen ve postoperatif ilk 2 ayda herhangi köprü kallus izlenmeyen kırıkların büyük ihtimalle (%93 pozitif prediktif) gecikmiş kaynayacağını belirleyen ilk çalışma olduğunu düşünüyoruz. Çalışmamızda olgu sayısının az olması, tek merkezli yapılması, kırık kaynamasının sadece radyolojik

olarak değerlendirilmesi ve nonunion olan hastaların çalışmaya dahil edilmemesi bizce çalışmamızın bu konudaki zayıf yönleridir. Bu konu, daha geniş olgulu çalışmalarla desteklenirse, hasta takibi ve prognoz açısından klinik olarak faydalı olacağını düşünüyoruz.

Radyolojik kaynamanın RUST skoru ile değerlendirilmesi: Radyografilerin 6 aydan önceki tüm zaman aralıklarındaki değerlendirilmesinde, kırığı normal kaynayan ve gecikmeli kaynayan hastaların RUST skorları arasında anlamlı fark vardı (0-5 haftalık grupta $p=0,001$, diğer gruplarda $p<0,001$) Normal ve gecikmiş kaynayan kırıkların 6 aydan önceki tüm zaman aralıklarındaki radyografilerinde, RUST skoru açısından istatistiksel anlamlı fark izlense de 6-8 haftalık grup dışındaki diğer gruplarda açıklana bilecek bir fark yoktu. 6 ayda kaynayan kırıkların 7. haftadaki (min.6, maks.8 hafta) ortalama RUST skoru $7,5 (\pm 0,9)$, 6 aydan sonra kaynayan kırıkların ortalama RUST skoru ise $4,8' di (\pm 1,0)$. Kırığı 6 ayda kaynayan hastaların %96'sının (25'in 24'ü) RUST skoru ≥ 7 , kırığı 6 aydan sonra kaynayan hastaların %95,8'inin (24'ün 23'ü) RUST skoru ise < 7 olarak izlendi. Çalışmamızın sonucuna göre ortalama 7. haftada (min.6, maks.8 hafta) RUST skorunun ≥ 7 olması %96 (%96 duyarlı, %95,8 özgül) doğruluk oranı ile kırığın 6 ayda kaynayacağını tahmin edebilmekteydi. Veya ortalama 7. haftada RUST skorunun < 7 olması kırığın 6 aydan sonra kaynayacağını %96'lık doğruluk oranıyla tahmin edebilmekteydi. Çalışmamızdaki 7. haftada RUST skoru < 7 olup 6 ayda kaynayan bir hastada bunun nedenini açıklayamadık. Diğer, İMÇ uygulandıktan sonraki 7. haftada RUST skoru 7 olup, 6 aydan sonra kaynayan hastada, travmadan sonra kompartman sendromu gelişmiş, fasyotomi açılmış ve eksternal fiksator uygulanmıştı. Hasta 52 gün eksternal fiksatorle takip edilmiş, fasyotomi insizyonları yumuşak doku grefti ile kapatılmış, eksternal fiksator çıkartıldıktan 25 gün sonra, yani travmadan 77 gün sonra hastaya İMÇ uygulanmıştı. Hastada travmadan İMÇ uygulanana kadar geçen süre uzun olduğundan, bu sürede kırık kaynamasının başlayıp, ilerlediğini, İMÇ sonrası erken haftalarda köprü kallusun oluştuğunu ve 7. haftada RUST skorunun bu nedenle 7 olduğunu düşünüyoruz. Aynı zamanda, uzun süre eksternal fiksatorle takip, eksternal fiksator çıkartıldıktan İMÇ uygulanana kadar 25 gün gibi uzun süre geçmesinin kallusun biyomekanik özelliklerini azaltıp nihai iyileşmeyi ise geciktirdiğini düşünüyoruz (1, 3, 86).

RUST skorunun kullanılabilirliği 2010 yılında Whelan tarafınca önerildikten sonra birçok çalışmada güvenilirliği ve uyumluluğu değerlendirilmiştir. Bu çalışmalarda RUST skorunun kırık kaynamasını değerlendirmek için, önceki skorlardan daha güvenilir olduğu ortaya koyulmuş (65), gözlemci içi ve gözlemcilerarası değerlendirilmesinde güvenilirlik ve uyumluluğunun yüksek oranda olduğu bildirilmiştir (35, 65, 67, 68, 70, 71, 91, 93, 113). Ayrıca, önceki bazı çalışmalarda postoperatif kortikal köprü kallus veya RUST puanı ile nonunion riski arasında ilişki de tanımlanmıştır (3, 35, 91, 113). Kuan-Jou ve arkadaşları intramedüller çivi ile tedavi edilen 221 femur shaft kırığı olan hastada RUST skorunun nonunion ve union için prediktör ola bileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada postoperatif 3. aydan sonra RUST skoru nonunion ve diğer iyileşme problemi görülen hastalarda normal iyileşen hastalara nazaran düşük skor göstermiş ve 6. ayda union ve nonunion gösteren kırıklar arasında anlamlı fark izlenmiştir (91). Fowler ve arkadaşları intramedüller çivi ile tedavi edilen 44 tibia kırığında kaynamayı RUST skoru ile değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmede postoperatif 3. ayda union ve nonunion olan gruplar arasında anlamlı fark izlenmiştir. Öyle ki, postoperatif 3. ayda ister açık, ister kapalı olsun, RUST skoru ≥ 8 olan hiçbir hastada nonunion gelişmemiştir. RUST skoru ≥ 6 olan hiçbir kapalı kırıkta nonunion gelişmemesine rağmen, RUST skoru < 8 olan açık kırıklarda skor küçüldükçe nonunion gelişme oranının da arttığı izlenmiştir (113). Keir ve arkadaşları da intramedüller çivi ile tedavi edilen 323 tibia kırığı ile yaptıkları çalışmada RUST skorunun kırığın nihai kaynaması ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada postoperatif 6,5. haftada RUST skorunun 7,1 olmasının kırığın nihai kaynaması ile 5,4 olmasının ise nihai kaynamaması ile anlamlı ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (34).

Önceki çalışmalardan ve yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlara göre, RUST skoruna dayanarak kırığın normal veya problemlili kaynayacağını önceden tahmin etmek, mümkün olarak görünmektedir. Ama bu konuda yapılan çalışmalara dayanarak, RUST skorunun problemlili kaynama için, postoperatif ne zaman ve hangi skorla öngörücü olması hakkında ortak fikir söylemek şimdilik mümkün değildir. Bunun, çalışmalardaki hasta kohortlarının farklılığından ve bu konudaki çalışma sayılarının az olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Yaptığımız bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak, RUST skorunun union ve nonunion ile değil,

normal ve gecikmiş kaynama ile ilişkisi değerlendirilmiştir. Yani, gecikmiş kaynama olarak belirlediğimiz grupta tüm olgular ek müdahale yapılmadan 6 aydan sonra (min.7.ayda, maks.30.ayda) kaynamıştır. Çalışmamızın RUST skorunun normal kaynama ve gecikmeli kaynama ile ilişkisini değerlendiren ilk çalışma olduğunu düşünüyoruz.

Önceki çalışmalarda düşük RUST skoruna açık kırık (113), yüksek NURD skoru (3, 34) ve enfeksiyon (34) gibi değişkenlerin eşlik etmesi zamanı nonunion ihtimalinin de arttığı bildirilmiştir. Çalışmamızda ise gecikmiş kaynama için RUST skoru ile bu değişkenler arasında herhangi bir ilişki saptanmadı. Hatta NURD skoru ile RUST skoru arasında ilişki izlenmemesi dışında, tek değişkenli analizde NURD skoru ile kırığın 6 aydan önce veya sonra kaynaması arasında da anlamlı ilişki bulunmadı ($p=0,114$). Sadece olarak, NURD skoru 0-5 olan hastalar, 6 ayda kaynayan kırıkların %52'sini (25'in 13'ü), 6 aydan sonra kaynayan kırıkların %41'ini (24'ün 9'u), NURD skoru ≥ 12 olan hastalar ise 6 ayda kaynayan kırıkların %4'ünü (25'in 1'i), 6 aydan sonra kaynayan kırıkların %12,5'ini (24'ün 3'ü) oluşturmuyordu. NURD skorunun nonunion için prediktif olmasını tanımlayan çalışmaların aksine (3, 34), çalışmamızda NURD skorunun ne tek başına ne de RUST skoru ile birlikte kırığın erken veya gecikmiş kaynaması için öngörücü olduğu gözlemlenmedi.

Önceki çalışmalarda RUST skoru değerlendirilirken, bazı çalışmalarda postoperatif kortikal boşluğu (gap) olan hastalar çalışma dışı tutulmuştur (34). Çalışmamızda ise kortikal boşluğu olan hastalar da çalışmaya dahil edildi. Kortikal boşluğu olan hastaların çalışmaya dahil edilmesinde iki neden vardı. Hem çalışmamızda olgu sayısı azdı. Hem de kırık kaynama süresinin kortikal boşluktan nasıl etkilendiğini belirlemek amaçlanmıştı. 6 ayda kaynayan kırıklarda çevresel (4 kortekte) kortikal boşluğu ($> 3\text{mm}$) olan olgu yokken, çevresel olmayan (1-3 kortekte) kortikal boşluğu olan 4 hasta vardı. 6 aydan sonra kaynayan kırıklarda ise çevresel kortikal boşluğu olan 1, çevresel olmayan kortikal boşluğu olan 7 hasta vardı. Çalışmamızda 6 aydan sonra kaynayan kırıklarda kortikal boşluğu olan olgu sayısı fazla olsa da kortikal boşluk ve kortikal temas ile kırık kaynama süresi arasında anlamlı ilişki bulunmadı (kortikal boşluk $p= 0,163$; kortikal temas $p=0,206$). Aynı zamanda kortikal boşluk ve RUST skoru arasında da herhangi bir ilişki izlenmedi.

Çalışmamızda kırık kaynama süresi ile kortikal boşluk (gap) arasında anlamlı ilişki elde edilmeme nedeninin, olgu sayımızın az olmasına bağlı olduğunu düşünüyoruz.

SONUC

Sonuç olarak, travmatik tibia kırığı nedenli İMÇ uygulanmış hastalarda, iki yönlü direk radyografiyle İMÇ'den sonraki ilk 2 hafta içinde immatür kallus görülüp görülmemesini ve 7. haftadaki (min.6, maks.8) RUST puanını değerlendirerek, kırığın normal veya gecikmeli kaynayacağı hakkında tahminde bulunula bilineceğini gözlemledik.

6 ayda kaynayacak kırıkları tahmin etmek için, ilk 2 haftada immatür kallus görülmesinin pozitif prediktif değeri %100, 7.haftadaki RUST puanının ≥ 7 olmasının pozitif prediktif değeri %96, ikisinin beraber kullanımının pozitif prediktif değeri de %100'dü.

6 aydan sonra kaynayacak kırıkları tahmin etmek için, ilk 2 haftada immatür kallus görülmemesinin pozitif prediktif değeri %63, 7. haftada RUST puanının < 7 olmasının pozitif prediktif değeri %95,8, ikisinin beraber kullanımının pozitif prediktif değeri de %95,8'di.

İlaveten, çalışmamızda kırığın proksimal lokalizasyonda olmasının, AO/OTA sınıflamasının grup sayısının artmasının, yumuşak dokunun hasar derecesinin (Tscherne sınıflaması) artmasının, sigara kullanımının, preoperatif düşük trombosit sayısının, aşamalı İMÇ yapılanlarda travma-İMÇ arasındaki sürenin uzamasının, primer İMÇ yapılanlarda hastanede yatış süresinin uzamasının ve ameliyat zamanı anestezi süresinin uzamasının kırık kaynamasının gecikmesinde rol aldığını gözlemledik.

Çalışmamızın zayıf yönleri de vardır. Özellikle, olgu sayısının az olması ve kırık iyileşmesinin sadece radyolojik olarak değerlendirilmesi bu çalışmanın en zayıf yönleridir. Bunun dışında, nonunion olan hastaların çalışmaya dahil edilmemesi ve çalışmanın tek merkezli yapılması da zayıf tarafları sayılabilir. Nonunion olan hastaların çalışmaya dahil edilmesi ile 6 aydan kaynayan, 6 aydan sonra kaynayan ve kaynamayanlardan oluşan 3 grupta RUST skorunun değerlendirilmesi, prognoz açısından belki daha değerli sonuçlar vere bilirdi. Aynı zamanda, iyileşmenin klinik olarak değerlendirilmesi ile RUST skorunun, nihai kırık iyileşmesini belirlemekte

güvenilirliği de değerlendirile bilirdi. Birçok çalışmada RUST skorunun uyumluluk ve güvenilirliğinin yüksek oranda olduğu bildirilmiştir. Fakat son 2 yılda düşük doz bilgisayarlı tomografi (Low dose CT) ile yapılan çalışmalarda RUST skorunun kallusun biyomekanik bütünlüğünü ortaya koymakta yetersiz olduğunu bildiren yayınlar da mevcuttur (33, 69, 92). Bu yüzden RUST skoru ile klinik kırık iyileşmesi arasındaki uyumluluğu değerlendirecek, özellikle de prospektif çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünüyoruz.



8. KAYNAKLAR

1. Schemitsch EH, Bhandari M, Guyatt G, Sanders DW, Swiontkowski M, Tornetta P, et al. Prognostic factors for predicting outcomes after intramedullary nailing of the tibia. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(19):1786-93.
2. Harris I, Lyons M. Reoperation rate in diaphyseal tibia fractures. *ANZ journal of surgery*. 2005;75(12):1041-4.
3. O'Halloran K, Coale M, Costales T, Zerhusen T, Jr., Castillo RC, Nascone JW, et al. Will My Tibial Fracture Heal? Predicting Nonunion at the Time of Definitive Fixation Based on Commonly Available Variables. *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474(6):1385-95.
4. Audige L, Griffin D, Bhandari M, Kellam J, Ruedi TP. Path analysis of factors for delayed healing and nonunion in 416 operatively treated tibial shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;438:221-32.
5. Bhandari M, Tornetta P, Sprague S, Najibi S, Petrisor B, Griffith L, et al. Predictors of reoperation following operative management of fractures of the tibial shaft. *Orthopedic Trauma Directions*. 2006;4(06):27-31.
6. Johner R, Wruhs O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation. *Clin Orthop Relat Res*. 1983(178):7-25.
7. Moroney MK, Pun WK, Astori IP. Closed reduction of tibial shaft fractures using a sling. *Injury*. 1999;30(6):439-41.
8. Bartonicek J. Early history of operative treatment of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130(11):1385-96.
9. Claudi BF, Oedekoven G. ["Biological osteosynthesis"]. *Chirurg*. 1991;62(5):367-77.

10. Hierholzer C, Friederichs J, Glowalla C, Woltmann A, Bühren V, von Ruden C. Reamed intramedullary exchange nailing in the operative treatment of aseptic tibial shaft nonunion. *Int Orthop*. 2017;41(8):1647-53.
11. Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta P, McKee MD. *Rockwood and Green's fractures in adults*: Wolters Kluwer Health; 2015. 1867-921 p.
12. Rich J, Dean DE, Powers RH. *Forensic medicine of the lower extremity*: Springer Science & Business Media; 2007.
13. Meinberg E, Agel J, Roberts C, Karam MD, Kellam J. Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2018;32:S1-S10.
14. Rockwood CA, GDFotTaFBR, Heckman JD, (eds). *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. 5. edition P, Lippincott, 1939-2000. WaWV.
15. Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta P, McKee MD. *Rockwood and Green's fractures in adults*: Wolters Kluwer Health; 2015. 1-100 p.
16. Müller ME, NS, Koch J, Schatzker J. . *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. New York: 1990; :148-82.
17. Oni OO, HA. The Healing of Closed Tibial Shaft Fractures. *JBJS*. 1988;;70(B):787-90.
18. Gustilo RB, AJ. Prevention of Infection in the Treatment of One Thousand and Twenty Five Open Fractures of Long Bones. *JBJS*. 1976;;58(A):453-58
19. Johner R, WO. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation. *Clinical Orthopedics* (1983);178:7–25
20. Taki H, Memarzadeh A, Trompeter A, Hull P. Closed fractures of the tibial shaft in adults. *Orthopaedics and Trauma*. 2017;31(2):116-24.

21. Ibrahim DA, Swenson A, Sassoon A, Fernando ND. Classifications In Brief: The Tscherne Classification of Soft Tissue Injury. Clin Orthop Relat Res. 2017;475(2):560-4.
22. Hüseyin Demirörs EG, Yahm Ateş. Kırıklara Eşlik Eden Yumuşak Doku Yaralanmalarında Değerlendirme ve Tedavi. TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi. 2004;Cilt: 3:3-4.
23. Anderson Rbgajt. Prevention of Infection in the Treatment of One Thousand and Twenty-five Open Fractures of Long Bones. THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY JUNE 1976;VOL. 58-A, 4:453-8.
24. Kim PH, Leopold SS. In brief: Gustilo-Anderson classification. [corrected]. Clin Orthop Relat Res. 2012;470(11):3270-4.
25. Günay Y. Travma Skoru ve Adli Tıp. Adli Tıp Bülteni. 1999;4(2):65-73.
26. Organization WH. International Classification Of Diseases—Ninth Revision (ICD-9). Weekly Epidemiological Record= Relevé épidémiologique hebdomadaire. 1988;63(45):343-4.
27. Baker SP, o'Neill B, Haddon Jr W, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 1974;14(3):187-96.
28. Copes WS, Champion HR, Sacco WJ, Lawnick MM, Keast SL, Bain LW. The injury severity score revisited. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 1988;28(1):69-77.
29. Abajas-Bustillo R, Amo-Setién FJ, Leal-Costa C, del Carmen Ortego-Mate M, Segui-Gomez M, Durá-Ros MJ, et al. Comparison of injury severity scores (ISS) obtained by manual coding versus “Two-step conversion” from ICD-9-CM. PLoS one. 2019;14(5):e0216206.
30. Samin OA, Civil ID, editors. The new injury severity score versus the injury severity score in predicting patient outcome: a comparative evaluation on trauma

service patients of the Auckland Hospital. Annual Proceedings/Association for the Advancement of Automotive Medicine; 1999: Association for the Advancement of Automotive Medicine.

31. Champion H. Trauma scoring. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2002;91(1):12-22.
32. Pilanci O, Akoz Saydam F, Basaran K, Datli A, Guven E. Management of soft tissue extremity degloving injuries with full-thickness grafts obtained from the avulsed flap. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2013;19(6):516-20.
33. Dailey HL, Schwarzenberg P, Daly CJ, Boran SAM, Maher MM, Harty JA. Virtual Mechanical Testing Based on Low-Dose Computed Tomography Scans for Tibial Fracture: A Pilot Study of Prediction of Time to Union and Comparison with Subjective Outcomes Scoring. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(13):1193-202.
34. Ross KA, O'Halloran K, Castillo RC, Coale M, Fowler J, Nascone JW, et al. Prediction of tibial nonunion at the 6-week time point. *Injury*. 2018;49(11):2075-82.
35. Litrenta J, Tornetta III P, Mehta S, Jones C, O'Toole RV, Bhandari M, et al. Determination of radiographic healing: an assessment of consistency using RUST and modified RUST in metadiaphyseal fractures. *Journal of orthopaedic trauma*. 2015;29(11):516-20.
36. Moroney M, Pun W, Astori I. Closed reduction of tibial shaft fractures using a sling. *Injury*. 1999;30(6):439-41.
37. Prince H, Webb J, Christodoulou A. Tibial fractures: primary AO plating or functional cast bracing. *J Bone Joint Surg*. 1989;71:340.
38. Sarmiento A. A functional below-the-knee cast for tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1967;49(5):855-75.
39. Sarmiento A. Functional bracing of tibial and femoral shaft fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 1972;82:2-13.

40. Howard P, Dooley M, North A, Wallace W. A prospective study of dynamic axial fixation of tibial shaft fractures. JBJS. 1991;73:83.
41. E. Gönen YA. Tibia Cisim Kırıklarına Yaklaşım. TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi 2008 · Cilt: 7 Sayı: 1-2
42. Caughey M, Gray D. Functional results after conservative treatment for closed tibial Shaft Fractures. J Bone Joint Surg. 1991.
43. Sarmiento A, Gersten LM, Sobol PA, Shankwiler JA, Vangsness CT. Tibial shaft fractures treated with functional braces. Experience with 780 fractures. The Journal of Bone and Joint Surgery British volume. 1989;71-B(4):602-9.
44. Maske DR. A Prospective Study of Sarmiento's Functional Cast Bracing Technique In Management Of Closed Tibial Shaft Fractures. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences. 2017;16(03):105-13.
45. başal ö. Principles of External Fixator Applications. Orthopaedics and Sports Medicine Guide for Researchers 2015. p. 155-68.
46. Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta P, McKee MD. Rockwood and Green's fractures in adults: Wolters Kluwer Health; 2015. 191-243 p.
47. Tsuchiya H, Tomita K, Minematsu K, Mori Y, Asada N, Kitano S. Limb salvage using distraction osteogenesis: a classification of the technique. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1997;79(3):403-11.
48. Tibia Kiriklari Tedavisinde Eksternal Fiksasyon Metodu [Internet]. 20.12.2019. Available from: <https://docplayer.biz.tr/52999158-Tibia-kiriklar-tedavisinde-eksternal.html>.
49. Ilizarov GA. The historical background of transosseous osteosynthesis. Transosseous Osteosynthesis: Springer; 1992. p. 3-62.
50. Charnley JC. Positive pressure in arthrodesis of the knee joint. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1948;30(3):478-86.

51. Ateşalp AS, Demiralp B, Bek D. Tibianın kemik defektlerinde sirküler eksternal fiksator ile kemik transportu. TOTBID Dergisi. 2004;3:21-8.
52. Court-Brown C, Christie J, McQueen M. Closed intramedullary tibial nailing. Its use in closed and type I open fractures. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1990;72(4):605-11.
53. Bong MR, Koval KJ, Egol KA. The history of intramedullary nailing. Bulletin-Hospital For Joint Diseases New York. 2006;64(3/4):94.
54. Seligson D. History of intramedullary nailing. Intramedullary nailing: Springer; 2015. p. 3-12.
55. Seligson D. Historical overview of femoral intramedullary nailing. Journal of testing and evaluation. 1990;18(2):138-9.
56. Solheim K, Bo O. Intramedullary nailing of tibial shaft fractures. Acta Orthop Scand. 1973;44(3):323-34.
57. Small J. An atlas of surgical exposures of the lower extremity. British Journal of Plastic Surgery. 1993;46(7):169-203.
58. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. Campbell's operative orthopaedics: Elsevier Health Sciences; 2016. 3061-7 p.
59. 20.12.2019. Available from: https://www2.aofoundation.org/wps/portal/!ut/p/a1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOKN_A0M3D2DDbz9_UMMDRyDXQ3dw9wMDAwCTYEKIvEocDQnTr8BDuBoQEh_QW5oKABaevup/dl5/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmlFL1o2XzJPMDBHsVMwS09PVDEwQVNFMUdWRjAwMFE1/?showPage=redfix&bone=Tibia&segment=Shaft&classification=42-Simple%20fracture,%20oblique&treatment=&method=Intramedullary%20nailing&implanttype=&approach=&redfix_url=1285239037086.
60. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. Campbell's operative orthopaedics: Elsevier Health Sciences; 2016. 2712-817 p.

61. Larsen P, Elsoe R, Hansen SH, Graven-Nielsen T, Laessoe U, Rasmussen S. Incidence and epidemiology of tibial shaft fractures. *Injury*. 2015;46(4):746-50.
62. Sertório MAG, do Prado I, Rocha MA. Estudo epidemiológico das fraturas diafisárias de tíbia. *Acta ortopédica brasileira*. 2002;10(4):10-7.
63. Court-Brown C, McBirnie J. The epidemiology of tibial fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1995;77(3):417-21.
64. Lack WD, Starman JS, Seymour R, Bosse M, Karunakar M, Sims S, et al. Any Cortical Bridging Predicts Healing of Tibial Shaft Fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(13):1066-72.
65. Whelan DB, Bhandari M, Stephen D, Kreder H, McKee MD, Zdero R, et al. Development of the radiographic union score for tibial fractures for the assessment of tibial fracture healing after intramedullary fixation. *J Trauma*. 2010;68(3):629-32.
66. Christiano AV, Goch AM, Leucht P, Konda SR, Egol KA. Radiographic union score for tibia fractures predicts success with operative treatment of tibial nonunion. *J Clin Orthop Trauma*. 2019;10(4):650-4.
67. Azevedo Filho FA, Cotias RB, Azi ML, Teixeira AA. Reliability of the radiographic union scale in tibial fractures (RUST). *Rev Bras Ortop*. 2017;52(1):35-9.
68. Leow JM, Clement ND, Tawonsawatruk T, Simpson CJ, Simpson AH. The radiographic union scale in tibial (RUST) fractures: Reliability of the outcome measure at an independent centre. *Bone Joint Res*. 2016;5(4):116-21.
69. Fiset S, Godbout C, Crookshank MC, Zdero R, Nauth A, Schemitsch EH. Experimental Validation of the Radiographic Union Score for Tibial Fractures (RUST) Using Micro-Computed Tomography Scanning and Biomechanical Testing in an in-Vivo Rat Model. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(21):1871-8.
70. Cooke ME, Hussein AI, Lybrand KE, Wulff A, Simmons E, Choi JH, et al. Correlation between RUST assessments of fracture healing to structural and biomechanical properties. *J Orthop Res*. 2018;36(3):945-53.

71. Kooistra BW, Dijkman BG, Busse JW, Sprague S, Schemitsch EH, Bhandari M. The radiographic union scale in tibial fractures: reliability and validity. *Journal of orthopaedic trauma*. 2010;24:S81-S6.
72. Duan X, Al-Qwbani M, Zeng Y, Zhang W, Xiang Z. Intramedullary nailing for tibial shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;1:CD008241.
73. Audigé L, Griffin D, Bhandari M, Kellam J, Rüedi TP. Path analysis of factors for delayed healing and nonunion in 416 operatively treated tibial shaft fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2005;438:221-32.
74. Manon J, Detrembleur C, Van de Veyver S, Tribak K, Cornu O, Putineanu D. Predictors of mechanical complications after intramedullary nailing of tibial fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(3):523-7.
75. DiSilvio F, Jr., Foyil S, Schiffman B, Bernstein M, Summers H, Lack WD. Long Bone Union Accurately Predicted by Cortical Bridging within 4 Months. *JB JS Open Access*. 2018;3(4):e0012.
76. Ekegren CL, Edwards ER, de Steiger R, Gabbe BJ. Incidence, Costs and Predictors of Non-Union, Delayed Union and Mal-Union Following Long Bone Fracture. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(12).
77. Westgeest J, Weber D, Dulai SK, Bergman JW, Buckley R, Beaupre LA. Factors associated with development of nonunion or delayed healing after an open long bone fracture: a prospective cohort study of 736 subjects. *Journal of orthopaedic trauma*. 2016;30(3):149-55.
78. Metsemakers WJ, Handojo K, Reynders P, Sermon A, Vanderschot P, Nijs S. Individual risk factors for deep infection and compromised fracture healing after intramedullary nailing of tibial shaft fractures: a single centre experience of 480 patients. *Injury*. 2015;46(4):740-5.
79. Fong K, Truong V, Foote CJ, Petrisor B, Williams D, Ristevski B, et al. Predictors of nonunion and reoperation in patients with fractures of the tibia: an observational study. *BMC musculoskeletal disorders*. 2013;14(1):103.

80. Reverte MM, Dimitriou R, Kanakaris NK, Giannoudis PV. What is the effect of compartment syndrome and fasciotomies on fracture healing in tibial fractures? *Injury*. 2011;42(12):1402-7.
81. Klein P, Opitz M, Schell H, Taylor W, Heller M, Kassi JP, et al. Comparison of unreamed nailing and external fixation of tibial diastases—mechanical conditions during healing and biological outcome. *Journal of orthopaedic research*. 2004;22(5):1072-8.
82. Houben IB, Raaben M, Van Basten Batenburg M, Blokhuis TJ. Delay in weight bearing in surgically treated tibial shaft fractures is associated with impaired healing: a cohort analysis of 166 tibial fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(7):1429-36.
83. Duygun F, Aldemir C. Effect of intramedullary nail compression amount on the union process of tibial shaft fracture and the evaluation of this effect with a different parameter. *Eklemler Hastalik Cerrahisi*. 2018;29(2):87-92.
84. Drosos G, Bishay M, Karnezis I, Alegakis A. Factors affecting fracture healing after intramedullary nailing of the tibial diaphysis for closed and grade I open fractures. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2006;88(2):227-31.
85. Laigle M, Rony L, Pinet R, Lancigu R, Steiger V, Hubert L. Intramedullary nailing for adult open tibial shaft fracture. An 85-case series. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(5):1021-4.
86. Paireon P, Ossendorf C, Kuhn S, Hofmann A, Rommens PM. Intramedullary nailing after external fixation of the femur and tibia: a review of advantages and limits. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2015;41(1):25-38.
87. Xue D, Zheng Q, Li H, Qian S, Zhang B, Pan Z. Reamed and unreamed intramedullary nailing for the treatment of open and closed tibial fractures: a subgroup analysis of randomised trials. *Int Orthop*. 2010;34(8):1307-13.

88. Foote CJ, Guyatt GH, Vignesh KN, Mundi R, Chaudhry H, Heels-Ansdell D, et al. Which Surgical Treatment for Open Tibial Shaft Fractures Results in the Fewest Reoperations? A Network Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(7):2179-92.
89. Donegan DJ, Akinleye S, Taylor RM, Baldwin K, Mehta S. Intramedullary nailing of tibial shaft fractures: size matters. *Journal of orthopaedic trauma*. 2016;30(7):377-80.
90. Ko SJ, O'Brien PJ, Guy P, Broekhuysen HM, Blachut PA, Lefaivre KA. Trajectory of Short- and Long-Term Recovery of Tibial Shaft Fractures After Intramedullary Nail Fixation. *J Orthop Trauma*. 2017;31(10):559-63.
91. Wu KJ, Li SH, Yeh KT, Chen IH, Lee RP, Yu TC, et al. The risk factors of nonunion after intramedullary nailing fixation of femur shaft fracture in middle age patients. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(29):e16559.
92. Schwarzenberg P, Maher MM, Harty JA, Dailey HL. Virtual structural analysis of tibial fracture healing from low-dose clinical CT scans. *J Biomech*. 2019;83:49-56.
93. Aggarwal N. Inter and Intra Observer Reliability of RUST score in Open Tibial Fractures treated with Intramedullary Nailing. *Journal of Medical Science And Clinical Research*. 2017;5(10).
94. Bisaccia M, Cappiello A, Meccariello L, Rinonapoli G, Falzarano G, Medici A, et al. Nail or plate in the management of distal extra-articular tibial fracture, what is better? Valuation of outcomes. *SICOT J*. 2018;4:2.
95. Gaston P, Will E, Elton R, McQueen M, Court-Brown C. Fractures of the tibia: can their outcome be predicted? *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1999;81(1):71-6.
96. Schmitz MA, Finnegan M, Natarajan R, Champine J. Effect of smoking on tibial shaft fracture healing. *Clinical orthopaedics and related research*. 1999(365):184-200.

97. Moghaddam A, Zimmermann G, Hammer K, Bruckner T, Grutzner PA, von Recum J. Cigarette smoking influences the clinical and occupational outcome of patients with tibial shaft fractures. *Injury*. 2011;42(12):1435-42.
98. Bastian OW, Kuijer A, Koenderman L, Stellato RK, van Solinge WW, Leenen LP, et al. Impaired bone healing in multitrauma patients is associated with altered leukocyte kinetics after major trauma. *J Inflamm Res*. 2016;9:69-78.
99. Serbest S, Tiftikci U, Tosun HB, Gumustas SA, Uludag A. Is there a relationship between fracture healing and mean platelet volume? *Ther Clin Risk Manag*. 2016;12:1095-9.
100. Hesselink L, Bastian OW, Heeres M, Ten Berg M, Huisman A, Hoefer IE, et al. An increase in myeloid cells after severe injury is associated with normal fracture healing: a retrospective study of 62 patients with a femoral fracture. *Acta Orthop*. 2018;89(5):585-90.
101. Shiu HT, Leung PC, Ko CH. The roles of cellular and molecular components of a hematoma at early stage of bone healing. *J Tissue Eng Regen Med*. 2018;12(4):e1911-e25.
102. Badran Z, Abdallah MN, Torres J, Tamimi F. Platelet concentrates for bone regeneration: Current evidence and future challenges. *Platelets*. 2018;29(2):105-12.
103. Hobisch-Hagen P, Jelkmann W, Mayr A, Wiedermann F, Fries D, Herold M, et al. Low platelet count and elevated serum thrombopoietin after severe trauma. *European journal of haematology*. 2000;64(3):157-63.
104. Brown LM, Call MS, Margaret Knudson M, Cohen MJ, Trauma Outcomes G, Holcomb JB, et al. A normal platelet count may not be enough: the impact of admission platelet count on mortality and transfusion in severely injured trauma patients. *J Trauma*. 2011;71(2 Suppl 3):S337-42.
105. Kutcher ME, Redick BJ, McCreery RC, Crane IM, Greenberg MD, Cachola LM, et al. Characterization of platelet dysfunction after trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73(1):13-9.

- 106.Tan HB, Giannoudis PV, Boxall SA, McGonagle D, Jones E. The systemic influence of platelet-derived growth factors on bone marrow mesenchymal stem cells in fracture patients. *BMC Med.* 2015;13:6.
- 107.Cheng H, Clymer JW, Po-Han Chen B, Sadeghirad B, Ferko NC, Cameron CG, et al. Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis. *J Surg Res.* 2018;229:134-44.
- 108.Cheng H, Chen BP, Soleas IM, Ferko NC, Cameron CG, Hinoul P. Prolonged Operative Duration Increases Risk of Surgical Site Infections: A Systematic Review. *Surg Infect (Larchmt).* 2017;18(6):722-35.
- 109.Li GQ, Guo FF, Ou Y, Dong GW, Zhou W. Epidemiology and outcomes of surgical site infections following orthopedic surgery. *Am J Infect Control.* 2013;41(12):1268-71.
- 110.Belmont PJ, Jr., Goodman GP, Waterman BR, Bader JO, Schoenfeld AJ. Thirty-day postoperative complications and mortality following total knee arthroplasty: incidence and risk factors among a national sample of 15,321 patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(1):20-6.
- 111.Biricik E, Karacaer F, Güleç E, Ilgınel M, Matyar S, Biçer ÖS, et al. Erişkin hastalarda genel ve rejyonel anestezinin kemik belirteçleri ve kırık iyileşmesi üzerine uzun dönem etkileri. *Cukurova Medical Journal.* 2019;44(2):524-30.
- 112.Nicholson G, Bryant A, Macdonald I, Hall G. Osteocalcin and the hormonal, inflammatory and metabolic response to major orthopaedic surgery. *Anaesthesia.* 2002;57(4):319-25.
- 113.Fowler J, Dubina A, Castillo R, Boulton C, Nascone J, Sciadini M. Prediction of tibial nonunions at 3 Months after intramedullary nailing. OTA presentation. 2014.

9. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Kararı



T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 18/09/2019
TOPLANTI NO : 2019/14

KARARLAR :

- 8- Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2019-152-18/09 Protokol no'lu "İntramedüller Çivi Tespiti Yapılan Erişkin Tibia Cisim Kırıklarında İyileşmeyi Etkileyen Faktörler" konulu çalışmasının Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Prof. Dr. Günnur ÖZBAKİŞ DENGİZ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı