



**T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI PROF. DR. CEMİL TAŞCIOĞLU
ŞEHİR HASTANESİ**

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

**DEPRESE TİBİA PLATO KIRIKLARINDA
GREFTSİZ FİKSASYON UYGULAMASI**

Dr. Can Burak Özkan

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2023



**T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI PROF. DR. CEMİL TAŞCIOĞLU ŞEHİR
HASTANESİ**

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

**DEPRESE TİBİA PLATO KIRIKLARINDA GREFTSİZ FİKSASYON
UYGULAMASI**

Dr. Can Burak Özkan

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali Çağrı Tekin

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2023

TEŞEKKÜR

Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'ndeki uzmanlık eğitimim süresince akademik ve cerrahi tecrübelerini bizlere aktaran, her zaman çalışmaktan büyük onur ve şeref duyduğum, aile ve birlik olmanın anlamını ve “hekim” olma sanatını benimseten, yetişmemde büyük emek sahibi olan eğitim sorumlusu hocam sayın Prof. Dr. Hakan Gürbüz'e teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübesi ile çalışmama farklı açılardan bakmamı sağlayan ve kıymetli zamanını benimle paylaşarak bana yol gösteren tez danışmanı hocam sayın Doç. Dr. Ali Çağrı Tekin'e, asistanlık eğitimim süresince üzerimde emeği olan, tecrübe ve bilgilerinden yararlandığım, Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'ndeki tüm öğretim üyeleri ve uzman ağabeylerime ayrı ayrı teşekkür ederim.

Ortopedi hekimi olmanın zorluğunu, keyfini, heyecanını ve bu ailenin üyesi olmanın ayrıcalığını birlikte paylaştığım tüm asistan arkadaşlarıma, ameliyathanede ve ortopedi servisinde gecesiyle gündüzüyle birlikte çalıştığım sevgili hemşire ve personel arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatıma girdiği andan itibaren, her türlü zorlukta yanımda olan, her zaman beni destekleyen sevgili eşim Yağmur Özkan'a, bugünlere gelmem için elinden geleni yapmaktan çekinmeyen, desteklerini ve dualarını hep kalbimde hissettiğim, tüm eğitim ve çalışma hayatım boyunca yanımda olan, bu zorlu ve yorucu geçen süreçte desteğini bir an olsun esirgemeyen aileme şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Tarihçe.....	3
2.2. Anatomi.....	4
2.2.1. Kemik Yapılar.....	4
2.2.1.1. Femur.....	4
2.2.1.2. Tibia.....	5
2.2.1.3. Patella.....	7
2.2.2. Kemik Dışı Yapılar.....	8
2.2.2.1. Eklem Kapsülü.....	8
2.2.2.2. Menisküsler.....	9

2.2.2.3. Çapraz Bağlar.....	11
2.2.2.4. Medial Yapılar.....	12
2.2.2.5. Lateral Yapılar.....	14
2.2.3. Dizin Kanlanması ve İnervasyonu.....	15
2.3. Diz Eklemine Biyomekaniği.....	17
2.4. Epidemiyoloji ve Yaralanma Mekanizmaları.....	22
2.5. Eşlik Eden Yaralanmalar.....	24
2.6. Hastanın Değerlendirilmesi.....	24
2.7. Sınıflandırmalar.....	26
2.8. Radyolojik Değerlendirme.....	33
2.8.1. Direkt Radyografi.....	33
2.8.2. Bilgisayarlı Tomografi.....	35
2.8.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme.....	36
2.8.4. Doppler Ultrasonografisi ve Anjiyografi.....	37
2.9. Tedavi.....	38
2.9.1. Konservatif Tedavi.....	38

2.9.2. Cerrahi Tedavi.....	39
2.10. Postoperatif Bakım ve Rehabilitasyon.....	45
2.11. Komplikasyonlar.....	46
3. MATERYAL VE METOD.....	48
4. BULGULAR.....	56
5. VAKALARIMIZDAN ÖRNEKLER.....	75
6. TARTIŞMA.....	92
7. SONUÇ.....	112
8. KAYNAKLAR.....	114

KISALTMALAR

ACL: Anterior collateral ligament

AÇB : Arka çapraz bağ

AİTK: Araç içi trafik kazası

ADTK: Araç dışı trafik kazası

AO/OTA: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Orthopaedic Trauma Association

AP: Antero-posterior

ARİF: Açık redüksiyon ve internal fiksasyon

BMP-2: Bone morphogenetic protein 2

BT: Bilgisayarlı tomografi

CPM: Sürekli pasif hareket CPM

DM: Diabetes Mellitus

DVT: Derin ven trombozu

EKG: Elektrokardiyografi

HT: Hipertansiyon

MCL: Medial collateral ligament

MPFL: Medial patellofemoral ligament

MPTA: Medial proximal tibia angle

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

LCL: Lateral collateral ligament

ÖÇB: Ön çapraz bağ

PCL: Posterior collateral ligament

PPTA: Posterior proximal tibia angle

RKS: Rasmussen klinik skorlaması

RRS: Rasmussen radyolojik skorlaması

TGF-β: Transforming growth factor beta

VKİ: Vücut kitle indeksi



TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Kapalı kırıklarda Tscherné Sınıflaması.....	26
Tablo 2: Açık kırıklarda Gustilo-Anderson Sınıflaması.....	28
Tablo 3: Schatzker Sınıflaması.....	30
Tablo 4: Hohl ve Moore Sınıflaması.....	31
Tablo 5: Tibia Plato Kırıklarının Fiksasyonu İçin Endikasyonlar.....	39
Tablo 6: Rasmussen Klinik Değerlendirme Kriterleri ve Skoru.....	52
Tablo 7: Rasmussen Radyolojik Değerlendirme Kriterleri ve Skoru.....	53
Tablo 8: Lysholm Diz Skorlama Ölçeği.....	54
Tablo 9: Çalışmaya katılan hastaların yaş, boy, kilo ve VKİ ortalaması.....	56
Tablo 10: Hastaların cinsiyet, taraf, ek hastalık, sigara ve alkol kullanımına göre dağılımları.....	56
Tablo 11: Hastaların yaş, cinsiyet, etkilenen taraf, VKİ, ek hastalık, sigara ve madde kullanımı bilgileri.....	57
Tablo 12: Yaralanma mekanizması ve eklem içi ek yaralanmaların dağılımları.....	59
Tablo 13: Yaralanma mekanizması ve ek yaralanmalar.....	59
Tablo 14: Kırıkların AO/OTA ve Schatzker tiplerine göre dağılımları.....	60
Tablo 15: Hastalara uygulanan anestezi şekli ve fiksasyon tekniği açısından dağılımları.....	60
Tablo 16: Hastaların preoperatif ve postoperatif 1. yıl eklem yüzeyindeki çökme ve kondiler genişleme miktarları.....	61
Tablo 17: Ortalama ameliyat, hastanede yatış, kaynama ve yük verme süreleri.....	61

Tablo 18: Postoperatif 1. yıl RKS, RRS ve Lysholm skorlarının ortalamaları.....	61
Tablo 19: Hastaların RRS skorları.....	62
Tablo 20: Hastaların RKS skorları.....	63
Tablo 21: Hastaların Lysholm skorları.....	64
Tablo 22: Hastaların yaş ve VKİ'leri ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	66
Tablo 23: Hastaların cinsiyetlerine göre skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	66
Tablo 24: Hastaların sigara kullanım durumları ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	67
Tablo 25: Hastaların alkol kullanım durumları ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	67
Tablo 26: Yaralanmaların oluş mekanizmaları ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	68
Tablo 27: Yaralanma mekanizması ile ek yaralanmaların kıyaslanması.....	68
Tablo 28: Hastaların eklem içi ek yaralanma durumları ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	69
Tablo 29: Diyabetes mellitus tanılı olan ve olmayan hastaların skorlamalarının ve radyografik ölçümlerinin kıyaslanması.....	69
Tablo 30: Preoperatif ve postoperatif 1. yıl çökme ve kondiler genişleme miktarlarının kıyaslanması	69
Tablo 31: Preoperatif ve postoperatif çökme miktarları ile RKS, RRS ve Lysholm skorlarının kıyaslanması.....	70
Tablo 32: Preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları ile RKS, RRS ve Lysholm skorlarının kıyaslanması.....	70

Tablo 33: Postoperatif 1. yıl RKS ile RRS'lerin kıyaslanması.....	70
Tablo 34: Schatzker tipleri ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	71
Tablo 35: AO/OTA tipleri ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	71
Tablo 36: AO/OTA tipleri ile preoperatif çökme miktarlarının değerlendirilmesi....	72
Tablo 37: Yük verme süresi ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	72
Tablo 38: AO tiplerine göre kaynama sürelerinin kıyaslanması.....	73
Tablo 39: AO/OTA tiplerine göre kaynama sürelerinin kıyaslanması.....	73
Tablo 40: Schatzker tiplerine göre kaynama sürelerinin kıyaslanması.....	73
Tablo 41: Fiksasyon tekniği ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması.....	74

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Femur kondillerinin anatomisi.....	5
Şekil 2: Proksimal tibia.....	6
Şekil 3: Diz eklemi tendon ve ligament yapışma yerleri.....	7
Şekil 4: Dizin farklı fleksiyon derecelerinde femur ve patellanın ilişkisi.....	8
Şekil 5: Menisküslerin üstten görünümü.....	10
Şekil 6: Ön çapraz bağ femoral ve tibial ayak izi ile arka çapraz bağ.....	12
Şekil 7: Diz mediali bağ ve tendon yapıları.....	13
Şekil 8: Diz laterali bağ ve tendon yapıları.....	15
Şekil 9: Diz eklemi arteryel dolaşımı.....	16
Şekil 10: Diz eklemine innervasyonu.....	17
Şekil 11: Dizin farklı fleksiyon derecelerinde femur kondilleri üzerinde dönme merkezinin değişimi.....	18
Şekil 12: Bağlaşık dört bar sistemi.....	19
Şekil 13: Diz eklemine “screw-home” mekanizması ve “femoral rollback”	20
Şekil 14: Q açısı ve femur ile tibianın mekanik ve anatomik aksları.....	22
Şekil 15: Tscherne sınıflaması.....	27
Şekil 16: Gustilo-Anderson sınıflaması.....	29
Şekil 17: Schatzker Sınıflaması.....	29
Şekil 18: Hohl ve Moore Sınıflaması.....	31
Şekil 19: AO/OTA Sınıflaması.....	32
Şekil 20: Üç Kolon Sınıflaması.....	33

Şekil 21: Tibia plato kırığı direkt radyografisi.....	35
Şekil 22: Tibia plato kırığı BT görüntüsü.....	36
Şekil 23: Tibia plato kırığı MR görüntüsü.....	37
Şekil 24: Anterolateral yaklaşım.....	41
Şekil 25: Posteromedial yaklaşım.....	42
Şekil 26: Posterior yaklaşım.....	43
Şekil 27: Yaralanma mekanizmaları.....	58
Şekil 28: RRS Sonuçları.....	64
Şekil 29: RKS Sonuçları.....	65
Şekil 30: Lysholm Sonuçları.....	65
Şekil 31: Vaka 1'in preoperatif diz AP ve lateral grafileri.....	75
Şekil 32: Vaka 1'in preoperatif diz BT ve MRG'si.....	76
Şekil 33: Vaka 1'in fiksasyon sonrası intraoperatif skopi görüntüleri.....	77
Şekil 34: Vaka 1'in erken postoperatif diz AP ve lateral grafileri.....	77
Şekil 35: Vaka 1'in postoperatif 1. yıl diz AP ve lateral grafileri.....	78
Şekil 36: Vaka 1'in postoperatif 1. yıl diz MRG ve BT görüntüleri.....	78
Şekil 37: Vaka 2'nin preoperatif diz AP ve lateral grafileri.....	79
Şekil 38: Vaka 2'nin preoperatif diz BT görüntüleri.....	79
Şekil 39: Vaka 2'nin preoperatif diz MR görüntüleri.....	80
Şekil 40: Vaka 2'nin erken postoperatif diz AP ve lateral grafileri.....	80
Şekil 41: Vaka 2'nin postoperatif 1. yıl diz AP ve lateral grafileri.....	81
Şekil 42: Vaka 2'nin postoperatif 1. yıl BT görüntüleri.....	81

Şekil 43: Vaka 2'nin artroskopi esnasında lateral tibia platosunun görünümü.....	82
Şekil 44: Vaka 3'ün preoperatif diz AP ve lateral grafileri.....	83
Şekil 45: Vaka 3'ün preoperatif diz BT görüntüleri.....	84
Şekil 46: Vaka 3'ün erken postoperatif diz AP ve lateral grafileri.....	84
Şekil 47: Vaka 3'ün postoperatif 1. yıl diz AP ve lateral grafileri.....	85
Şekil 48: Vaka 4'ün preoperatif diz AP ve lateral grafileri.....	86
Şekil 49: Vaka 4'ün preoperatif diz BT görüntüleri.....	86
Şekil 50: Vaka 4'ün preoperatif diz MR görüntüleri.....	87
Şekil 51: Vaka 4'ün intraoperatif plak uygulaması sonrası görüntüsü.....	87
Şekil 52: Vaka 4'ün postoperatif insizyon bölgesinin görünümü.....	88
Şekil 53: Vaka 4'ün intraoperatif skopi görüntüleri.....	88
Şekil 54: Vaka 4'ün erken postoperatif diz AP ve lateral grafileri.....	89
Şekil 55: Vaka 4'ün postoperatif 1. yıl diz AP ve lateral grafileri.....	90
Şekil 56: Vaka 4'ün postoperatif BT kesitinde serbest vidanın subkondral pozisyonu ve anatomik redukte lateral plato.....	90
Şekil 57: Vaka 4'ün postoperatif muayenesinde dizler tam ekstansiyonda önden ve yandan görünümü.....	91
Şekil 58: Vaka 4'ün ayakta ve çömelirken yandan görünümü.....	91

ÖZET

Giriş: Tibia plato kırıkları, kompartman sendromu, ameliyat sonrası enfeksiyon, diz instabilitesi ya da sertliği ve travma sonrası osteoartrit gibi komplikasyonların yanı sıra kırıkta, yumuşak doku hasarı gibi faktörler nedeniyle genellikle kötü prognoz ile ilişkilendirilir. Bu nedenle, cerrahi zorlukların yanı sıra hayat kalitesi ve fonksiyonel bağımsızlık üzerine de önemli bir olumsuz etki oluşturlar. Günümüzde tibia plato kırıkları sonrası en iyi sonuçların eklem yüzeyinin anatomik restorasyonu ve stabil fiksasyonu sonrası elde edildiği bilinmektedir.

Amaç: Metafizel kayıp oluşan tibia plato çökme kırıklarında restore edilen eklem yüzeyini yerinde tutabilmek için metafizde oluşan defektin doldurulması amacıyla greft uygulaması çoğu cerrah tarafından rutin olarak kullanılmaktadır. Fakat kemik greftlerinin artan travma, operasyon süresinin uzaması, kanama, persistan ağrı, lokal enfeksiyon, hastalık geçişi gibi çok sayıda minör ve majör komplikasyonları mevcuttur. Bu çalışmada, deprese tibia plato kırıklarında greft kullanmaksızın eklem subkondral serbest vidalarla desteklenmiş olup hastaların postoperatif fonksiyonel ve radyolojik sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Mayıs 2021 - Mayıs 2022 tarihleri arasında T.C. Sağlık Bakanlığı Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Acil Ortopedi Polikliniği'ne başvuran 18 yaş ve üstü, tibia platosunda çökmenin mevcut olduğu, nörovasküler yaralanmanın eşlik etmediği kapalı kırıklar, kırık olan dizinden daha önce geçirilmiş cerrahi öyküsü bulunmayan ve tarafımızca operasyon kararı alınan 21 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastalara preoperatif değerlendirme ve cerrahi planlama amacıyla direkt grafilerine ek olarak BT ve MRG çekilerek radyografik ölçümler yapıldı ve eşlik eden intraartiküler yumuşak doku yaralanmaları kayıt altına alındı. Tüm hastalara greft konulmaksızın açık redüksiyon ve internal fiksasyon uygulandı. Hastalar postoperatif 1. yıl kontrollerinde Rasmussen Radyolojik Skorlaması, Rasmussen Klinik Skorlaması ve Lysholm Diz Skoru ile değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmamıza toplam 21 hasta dahil edildi. Hastaların yaşları 18 ile 61 arasında olup ortalama yaş 41,57 olarak saptandı. Hastaların 15'i erkek (%71,43), 6'sı kadındı (%28,57) ve 10 hastada sağ taraf (%47,62), 11 hastada ise sol taraf tibia plato (%52,38) kırığı saptandı. AO/OTA sınıflamasına göre 4 hastada tip 41B2 (%19,05), 11 hastada tip 41B3 (%52,38) ve 6 hastada tip 41C (%28,57); Schatzker sınıflamasına göre ise 4 hastada tip 3 (%19,05), 11 hastada tip 2 (% 52,38), 2 hastada tip 5 (%9,52) ve 4 hastada tip 6 (%19,04) tibia plato kırığı tespit edildi. 12 hastada lateral menisküs yırtığı, 1 hastada total ön çapraz bağ rüptürü, 1 hastada ön çapraz bağ avulziyon kırığı ve 1 hastada ise parsiyel ön çapraz bağ rüptürü saptandı. Hastaların preoperatif eklem yüzeyi çökme miktarlarının ortalaması 14,74 mm (10,5 mm – 36,8 mm) olup postoperatif 1. yıl çökme ortalaması 1,14 mm (0 mm – 4,2 mm) olarak hesaplandı. Preoperatif kondiler genişleme miktarı ortalaması 5,26 mm (2,8 mm – 16,4 mm), postoperatif 1. yıl bu değer ortalama 0,69 mm (0 mm – 2,8 mm) olarak saptandı. Hastaların postoperatif 1. yıl RKS skorları ortalama 26,67 (20-29), RRS skorları 16,57 (14-18), Lysholm skorları ise 85,17 (69-95) olarak hesaplandı.

Sonuç: Çalışmamızın ana sonucu; tibia plato kırıklarında anatomik redüksiyonun sağlanması ile beraber greft uygulanmaksızın eklem subkondral serbest vidalar ile desteklenmesi, olası postoperatif çökmenin önlenmesi ve redüksiyonun sürdürülmesinde etkin bir yöntem olup hastaların 1 yıllık takip sonuçları tatmin edicidir.

Anahtar Kelimeler: Tibia plato kırığı, çökme, kondiler genişleme, greftsiz, subkondral vida.

FIXATION APPLICATION WITHOUT GRAFTING IN DEPRESSED TIBIAL PLATEAU FRACTURES

ABSTRACT

Introduction: Tibial plateau fractures are often associated with a poor prognosis due to complications such as compartment syndrome, post-operative infection, knee instability or stiffness, and post-traumatic osteoarthritis, as well as factors such as cartilage and soft tissue damage. Therefore, in addition to surgical difficulties, they also have a significant negative impact on life quality and functional independence. At the present time, it is known that the best results after tibial plateau fractures are obtained after anatomical restoration and stable fixation of the articular surface.

Aim: Graft application is routinely used by most surgeons to fill the metaphyseal defect in order to keep the restored joint surface in place in depressed tibial plateau fractures with metaphyseal loss. However, bone grafts have many minor and major complications such as increased trauma, prolonged operation time, bleeding, persistent pain, local infection, and disease transition. In this study, we aimed to evaluate the postoperative functional and radiological results of the patients who were supported by subchondral free screws without using grafts in depressed tibial plateau fractures.

Material and Method: Between May 2021 and May 2022, 21 patients aged 18 years and older, with depressed tibial plateau, closed fractures not accompanied by neurovascular injury, no history of previous surgery on the fractured knee, and for whom an operation decision was made, were included in the study. For preoperative evaluation and surgical planning, CT and MRI were performed in addition to direct radiographs and radiographic measurements were performed and accompanying intra-articular soft tissue injuries were recorded. All patients underwent open reduction and internal fixation without grafting. The patients were evaluated with Rasmussen Radiological Score, Rasmussen Clinical Score and Lysholm Knee Score at their postoperative 1-year follow-up.

Results: A total of 21 patients were included in our study. The ages of the patients were between 18 and 61, and the mean age was 41.57. Fifteen of the patients were male (71.43%), 6 patients were female (28.57%). Ten patients (47.62%) had fractures of the right side and 11 patients had left-sided tibial plateau (52.38%) fractures. According to AO/OTA classification, type 41B2 in 4 patients (19.05%), type 41B3 in 11 patients (52.38%), and type 41C fractures in 6 patients (28.57%) were detected. According to the Schatzker classification, type 3 (19.05%) in 4 patients, type 2 (52.38%) in 11 patients, type 5 (9.52%) in 2 patients, and type 6 (19.04%) tibia plateau fractures in 4 patients were detected. Lateral meniscus tear in 10 patients, medial meniscus tear in 2 patients, total anterior cruciate ligament rupture in 1 patient, anterior cruciate ligament avulsion fracture in 1 patient and partial anterior cruciate ligament rupture in 1 patient were detected. The mean preoperative joint surface depression amount of the patients was 14.74 mm (10.5 mm – 36.8 mm), and the mean postoperative 1st year collapse was calculated as 1.14 mm (0 mm – 4.2 mm). The mean preoperative amount of condylar widening was 5.26 mm (2.8 mm – 16.4 mm), and this value was 0.69 mm (0 mm – 2.8 mm) at the postoperative 1st year. The mean postoperative 1st year RCS scores of the patients were 26.67 (20-29), RRS scores were 16.57 (14-18), and Lysholm scores were 85.17 (69-95).

Conclusion: The main result of our study; obtaining anatomical reduction in tibial plateau fractures, supporting the joint with subchondral free screws without grafting is an effective method in preventing possible postoperative collapse and maintaining reduction, and the results of 1-year follow-up of the patients are satisfactory.

Keywords: Tibial plateau fractures, depression, condylar widening, graft-free, subchondral screw.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Tibia plato kırıkları, proksimal tibianın periartiküler kırıkları olup genel populasyon içerisinde tüm kırıkların %1'ini, yaşlılarda ise %8'ini oluşturmaktadır (1,2). Nondeplase kapalı kırıklardan, alt ekstremité canlılığını tehlikeye atabilecek, karmaşık ve kapsamlı tedavi gerektiren, önemli yumuşak doku ve nörovasküler yaralanmalara neden olabilecek komplike kırıklara kadar çeşitli morfolojik paternlerle kendini gösterebilir (3).

Tibia plato kırıkları, ortopedinin tedavisi zorlu kırıklarından biridir. Kompartman sendromu, diz ekleminde hareket katılığı, artroz ve enfeksiyon gibi ciddi komplikasyonlar diğer kırıklara oranla görece daha fazla gözlenmektedir. Ek olarak kırığa sıklıkla eşlik eden yumuşak doku yaralanmaları da morbiditeyi arttırarak prognozu kötüleştirmekte olup hastaların yaşam kalitesi bozulmakta ve önemli bir iş gücü kaybı oluşmaktadır (4-6).

Günümüzde sanayi ve teknoloji alanındaki gelişmelere bağılı olarak özellikle genç nüfusta artan yüksek enerjili kazalar, dünya genelinde yaşlı nüfusun artması ve yine yaşlı popülasyonda kemik yoğunluğunun azalması gibi sebeplerle düşük enerjili travmalarla tibia plato kırıklarının görülme sıklığı son yıllarda artış göstermektedir.

Tibia plato kırıklarının tedavisi, yük taşıyan önemli bir eklem bileşeni olması, diz eklemine ana stabilizatör bağlarının ve menisküslerinin yaralanabilmesi, eklem içi kırık olarak sınıflandırılması, bacağı hareket ettiren kasların sonlanma yeri olması, ileride ciddi alt ekstremité dizilim kusurlarına, diz fonksiyonları ve mekanik stabilitede ciddi kayıplara neden olabilmesi nedeniyle önem arz etmektedir. Bugüne dek tedavisinde cerrahi ve cerrahi dışı farklı yöntemler tanımlanmış olmakla beraber tüm bunlarda ortak hedef, aksiyal dizilimi sağlayarak eklem yüzeyini korumak ve stabil, ağrısız bir diz eklemi elde ederek artroz gelişimini önlemektir.

Tibia plato kırıkları sonrası en iyi sonuçlar eklem yüzeyinin anatomik restorasyonu ve stabil fiksasyonu sonrası elde edilmektedir. Tibia platosunun çökme kırıklarında eklem yüzeyinin elevasyonu sonrası reduksiyonun sürdürülmesi amacıyla metafizer kaybın desteklenmesi için greft uygulaması çoğu travma cerrahı tarafından rutin olarak kullanılmaktadır (7). Fakat kemik greftlerinin ameliyat süresinin uzaması, kanama miktarının artması, donör sahada persiste eden ağrı ve enfeksiyon, yine allogreft uygulamalarında hastalık geçişi gibi çok sayıda minör ve majör komplikasyonu mevcuttur (8).

Bu çalışmada, eklem yüzeyinde çökmenin mevcut olduğu tibia plato kırıklarında greft kullanmaksızın eklem subkondral serbest vidalarla desteklenmiş olup hastaların postoperatif fonksiyonel ve radyolojik sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Yaralanma ilk kez Sir Astley Cooper tarafından 1825'te tanımlanmıştır. Sir Cooper kırığın tedavisinde ekstremite diziliminin sağlanmasını önermiş, splintleme ve erken pasif hareketin önemini vurgulamıştır (9).

İlk internal fiksasyon denemeleri 20. yüzyılın başlarında Fassbender ve Wilms tarafından uygulanmış olup takip eden süreçte 1950'lere kadar daha çok cerrahi dışı tedavi yöntemleri ön planda olmuştur. Ancak sonraki dönemde artan immobilizasyon süresinin hareket katılığına sebep olduğu görülerek erken harekete olanak sağlayan tedavi seçenekleri ön plana çıkmıştır. 1956 yılında Apley bununla ilgili olarak kendine özgü traksiyon sistemini tanımlamıştır (10, 11).

1939 yılında Marchant tibia plato kırıklarında ilk kez sınıflandırma yapmıştır. 1960 yılında ise Duparc ve Ficat Fransa'da o dönem yaygın kullanılan bir başka sınıflandırma sistemi tanımlamışlardır (12). Hohl ve arkadaşları 1967 yılında yayınladıkları çalışmalarında yeni bir sınıflama tarif etmiş olup cerrahi tedavi kriterleri belirlemişlerdir (13). 1973 yılında Rasmussen tibia plato kırıklarının açık reduksiyon ve internal fiksasyonu ile kendi tanımladığı skarlama sistemini tarif etmiştir (6).

1979 yılında Schatzker ve 1987 yılında AO/OTA tarafından günümüzde de en sık kullanılan sınıflama sistemleri tanımlanmıştır (4).

Harolds 1981 yılında tibia platosunun çökme kırıklarında kemik çimentosu ile beraber polietilen protez kullandığı tekniği yayınlamıştır (14).

2.2. Anatomi

Diz eklemi, üç ana eklemden (tibiofemoral, patellofemoral ve proksimal tibiofibular) oluşan karmaşık bir yapıdır. Proksimal tibiofibular eklem; eklem kapsülü içerisinde bulunmadığı gibi fonksiyonel olarak da diz eklemine herhangi bir katkı sağlamaz. Patellofemoral eklem; patella ile femur arasında uzanan ve patellanın femur üzerinden kayma hareketlerine olanak sağlayan plana tipi bir eklemdir. Tibiofemoral eklem; femur kondilleri ile tibia platosu arasında uzanmakta olup diz eklem kompleksinin esas eklemidir (15,16). Vücudun en büyük ve karmaşık sinovial eklemi olup ginglimus tipi eklem olarak kabul edilmektedir. Diğer menteşe tipi eklemlerden farklı olarak diz eklemine sınırlı derecede rotasyon, abduksiyon ve adduksiyon hareketleri de meydana gelmektedir (17).

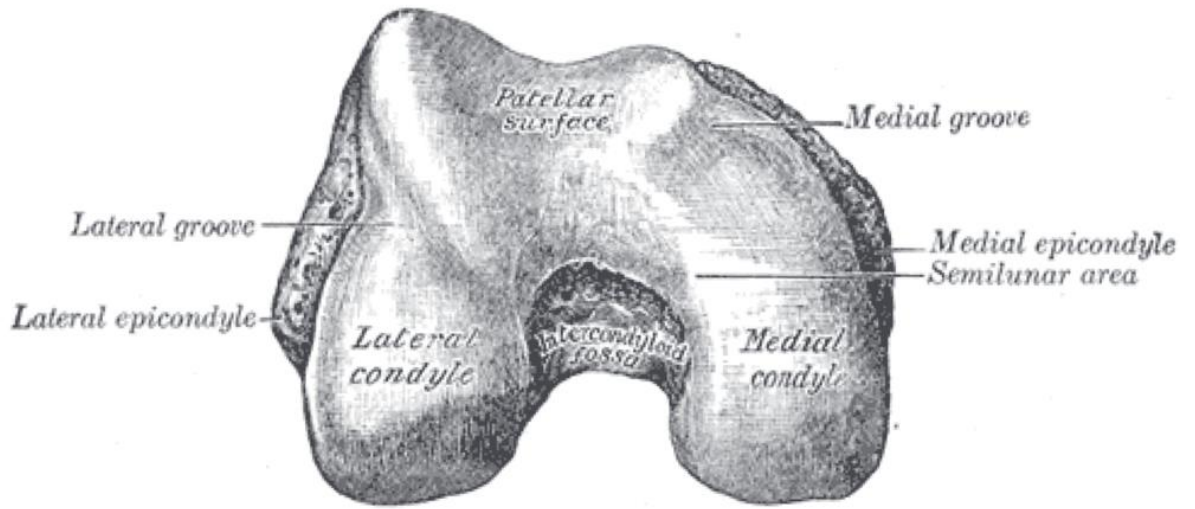
Diz eklemi sınırlı kemik uyumuna sahip olduğu için stabilizasyonun sağlanabilmesi için büyük oranda kuvvetli bağların desteğine ihtiyaç duymaktadır. Bu destek önden ve arkadan kuvvetli kas yapıları ile kapsül ve iç-dış yan bağlar tarafından sağlanmaktadır. Bağlar ve menisküsler, eklem uyumunu artıran mekanik etkilerinin yanı sıra taşıdıkları proprioseptif duyu ve sensoriyal innervasyonları ile diz eklemine stabilizasyonuna ayrıca katkı sağlarlar. Dizin anatomisi başlıca kemik ve kemik dışı yapılar olarak iki kısımda incelenebilir (18).

2.2.1. Kemik Yapılar

2.2.1.1. Femur

Femurun alt yüzünde tibia ile eklemlenen ve interkondiler fossa ile ayrılan iç ve dış femoral kondiller yer alır. Her iki kondilin ön yüzleri oval, arka yüzleri ise küresel yapıdadır. Kondillerin şekli ile büyüklüğü asimetriktir. Medial kondil, daha uzun, daha simetriktir ve lateral kondile göre daha dardır. Medial kondil uzun aksı femur shaftına yaklaşık 22 derecelik açılanma yapar. Lateral kondil daha kısa ancak daha geniştir. Lateral kondil femurun uzun aksına medial kondile kıyasla daha dar bir açılanma yapar. İki kondil arasında ön yüzde oluşan kıkırdak yüzeye sahip sığ oluğa

troklea denir ve patella ile eklemleşir (19,20). Troklear sulkus açısı aksiyal planda 140 derece civarındadır. Lateral femoral kondil patellaya daha çok temas eder (21). Troklea bitiminde her iki kondil arka yüzde interkondiler notch ile ayrılır. Bu bölgede lateral femoral kondile anterior krusiyat ligament, medial femoral kondile ise posterior krusiyat ligament yapışır (Şekil 1).

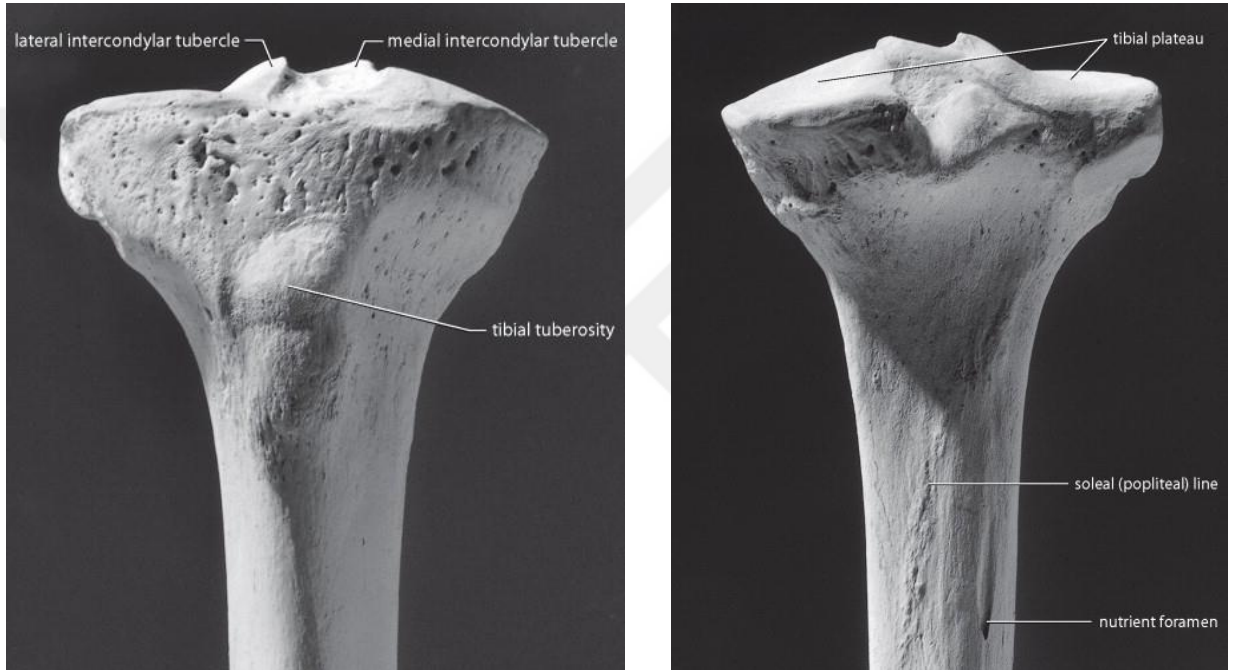


Şekil 1: Femur kondillerinin anatomisi

2.2.1.2. Tibia

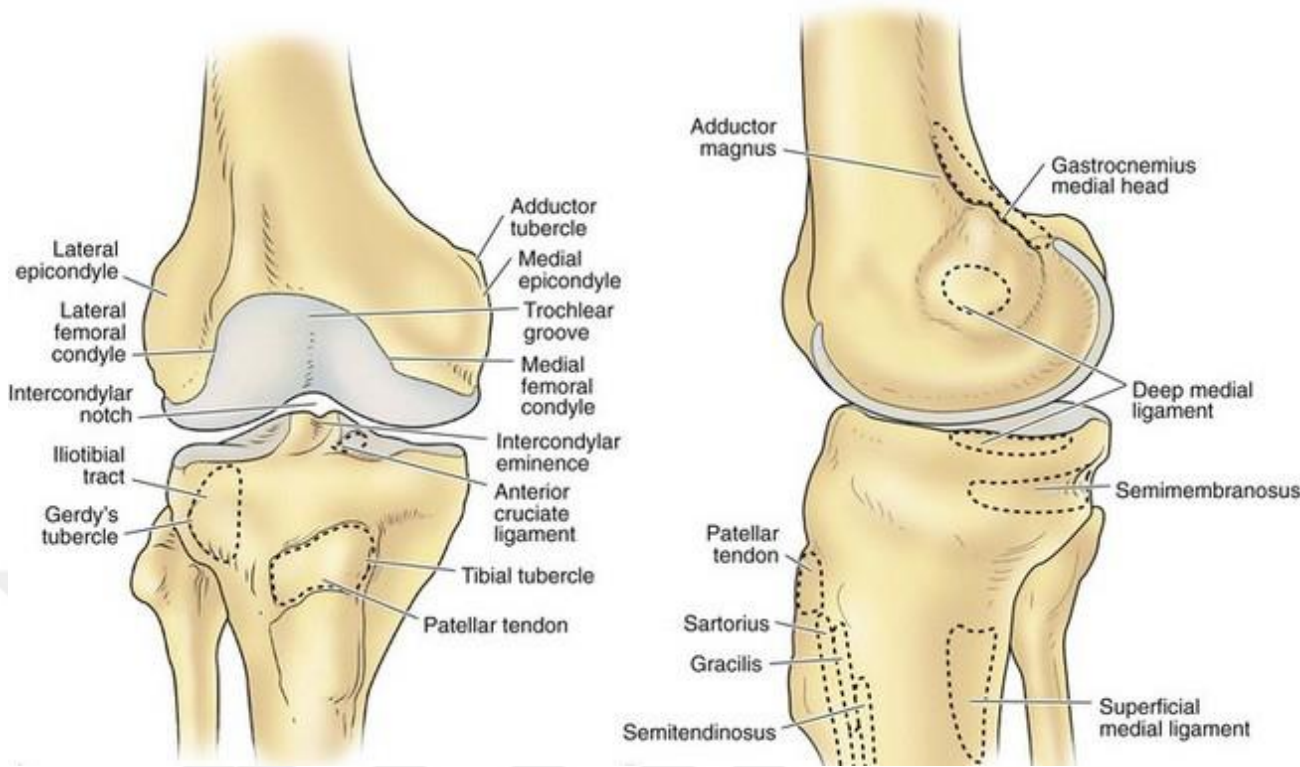
Tibia proksimale doğru genişleyerek femur ile eklemleşen tibia platosunu oluşturur. Tibia platosu, medial ve lateral platolar ile bu iki yapıyı birbirinden ayıran ve aynı zamanda diz içi bağların yapışma yerini oluşturan interkondiler eminesten meydana gelir (Şekil 2). Medial plato daha geniş ve konkav bir yapıya sahipken lateral plato daha dar, hafif konveks bir yapıya sahip ve 1-2 mm kadar daha yüksektir. Diz eklemi kıkırdakları hyalin kıkırdak yapısında olup medial plato eklem kıkırdağı kalınlığı yaklaşık 3 mm, lateral plato eklem kıkırdağı kalınlığı yaklaşık 4 mm'dir. Medial platonun subkondral bölgesi, lateral platoya göre kompresif kuvvetlere karşı daha dayanıklıdır (22,23).

Sagittal planda tibia eklem yüzeyi posteriora 8-10 derecelik bir açılanma yaparken frontal planda tibia shaftının uzun eksenine ile yaklaşık 3 derecelik bir varus açılanması yapar (21). Lateral kırdağın daha kalın olması, 3 derecelik varus açılanması ve konveks yapısı lateral platonun mediale göre biraz daha yüksek olmasına neden olur. Lateralden mediale vida yerleştirilmesinde bu bilgi önemli olup dikkatli olunmaz ise vidanın ucu medial platoda eklem yüzeyini penetre edebilir (17,21).



Şekil 2: Proksimal tibia

Tibia platosunun yakın komşuluğunda üç adet klinik ve anatomik önemi olan kemik yapı mevcuttur. Tibial krestin üzerinde ve diz eklem seviyesinin yaklaşık 3 cm altında patellar tendonun insersiyoy yaptığı tibial tüberkül bulunur. Proksimal tibianın anterolateralinde ise iliotibial bandın tutunduğu Gerdy tüberkülü yer alır. Pes anserinus medialde bulunur ve hamstring kaslarının insersiyoy noktasıdır. Fibula başı ise lateral kollateral bağ ve biceps femoris tendonunun yapışma yerini oluşturur (Şekil 3) (24,25).



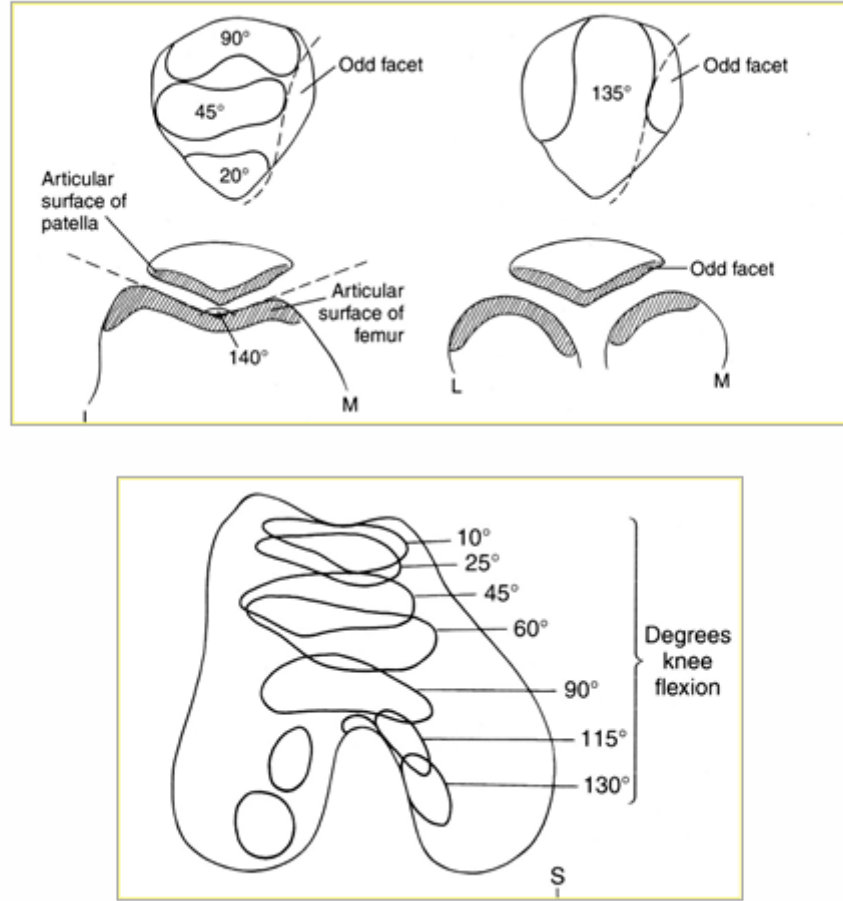
Şekil 3: Diz eklemi tendon ve ligament yapışma yerleri

2.2.1.3. Patella

Patella, vücuttaki en büyük sesamoid kemik olup kuadriceps tendonu ve patellar tendon arasında yer almaktadır. En önemli işlevi ekstansör mekanizmanın kuvvet kolunu uzatarak ekstansiyon hareketinin etkinliğini artırmaktır. Üçgen şeklinde, tabanı proksimalde, apeksi distalde yerleşimli yassı bir kemiktir. Posterior eklem yüzeyi her iki femur kondiliyle eklem yapmak üzere medial ve lateral olarak ikiye ayrılır. Vücuttaki en kalın eklem kıkırdağına sahip kemiktir (26).

Patella eklem yüzünün yaklaşık 3/4'ü femur ile ekleme katılırken 1/4'ü katılmaz. Lateral eklem yüzeyinin femur ile eklemlenmesi ekstansiyonda başlarken medial yüzey derin fleksiyon esnasında femur ile temasa gelir. Sonuçta patellanın her iki eklem yüzeyi aynı anda yalnızca fleksiyonun sonunda femur kondilleri ile eklemlenirken medial eklem yüzeyi bu esnada daha fazla basınç altındadır. Tam bir fleksiyon ve ekstansiyon hareketi sırasında patella yaklaşık 7-9 cm kadar hareket

ederken en fazla patellofemoral temas 45 derece fleksiyondayken görülür (Şekil 4) (27).



Şekil 4: Dizin farklı fleksiyon derecelerinde femur ve patellanın ilişkisi

2.2.2. Kemik Dışı Yapılar

2.2.2.1. Eklem Kapsülü

Eklem kapsülü iliotibial traktın ön tarafında birleşen yüzeysel ve derin olmak üzere iki tabakadan oluşur. Embriyolojik olarak asıl kapsülden gelişen yüzeysel kısım dış yan bağı kuşatır. Derin tabaka ise filogenetik olarak daha yeni olmakla beraber fibulanın femur lateralinden aşağı kaymasıyla meydana gelmiştir. Posterolaterale doğru uzanım gösteren bu kısım koroner ligament ve popliteus

tendonunun geçeceği bir açıklık oluşturur. Lateral menisküs boyunca seyrederak popliteofibular ligamentteki sonlanım yerine kadar uzanır. Kapsül, tibianın proksimalinde, eklem seviyesinin 14 mm altına kadar uzanım gösterdiğinden sirküler eksternal fiksatörlerin pinlerinin eklem en az 15 mm distalinde yerleştirilmesi oluşabilecek septik artrit önlenmesi açısından büyük önem arz etmektedir (28).

Diz eklemine kapsülü lateral, anterior ve posterior olmak üzere 3 kısma ayrılabilir. Anterior kısım, patellar tendondan popliteus tendonunun femoral yapışma yerinin ön sınırına kadar uzanır. Bu kısım patellar yağ yastığına, intermeniskal ligamente ve lateral menisküsün anterior boynuzuna tutunur. Lateral bölüm, popliteus tendonunun ön sınırından gastroknemius lateral başının yapışma yerine doğru uzanır. Kapsülün posteroru ise femur lateral kondilinin eklem sınırının hemen üzerine yapışır (29). Kapsülün bu kısmı medialden laterale doğru plantaris kası ve gastroknemiusun lateral başı ile örtülürken distalde popliteusun muskulotendinöz bileşkesi ve popliteofibuler ligamentin posteroru ile birleşir (30).

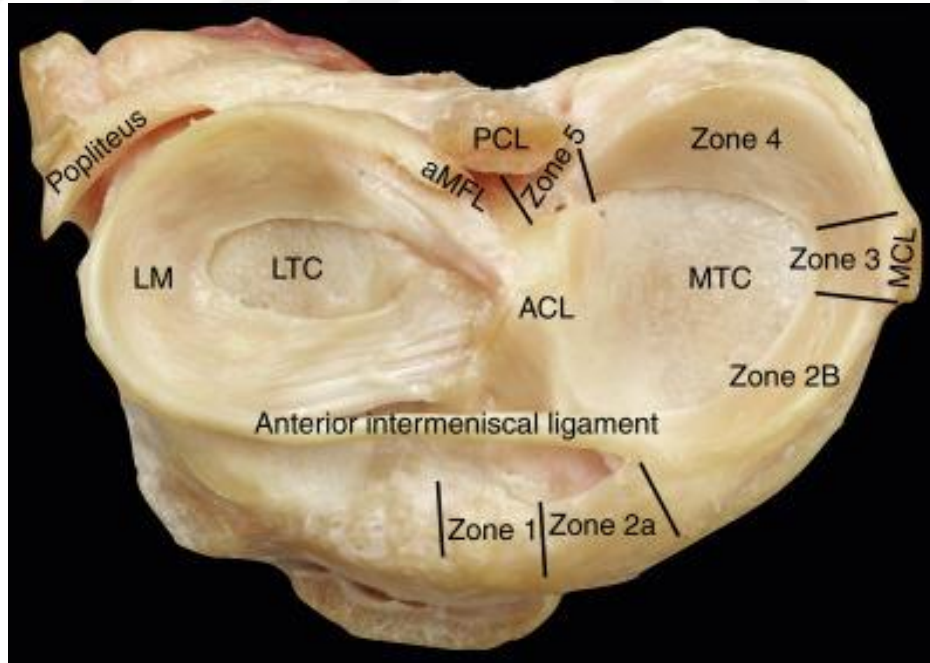
Eklem kapsülü lateralinin kalınlaşmasıyla meniskofemoral ve meniskotibial olmak üzere iki ligament oluşur. Meniskofemoral ligament femurdan lateral menisküse, meniskotibial ligament ise tibiadan menisküse uzanır. Lateral menisküs popliteal açıklığın anteriorunda meniskotibial bağ ile desteklenir. Eklem biyomekaniği düşünüldüğünde bunun dizin varus kuvvetlerine karşı stabilizasyonunda önemli bir katkısı olduğu düşünülür (31,32).

2.2.2.2. Menisküsler

Menisküsler, diz eklemine medial ve lateralinde bulunan tibia platosunun yaklaşık 2/3'ünü kaplayan, üçgen kesitli, hilal şekilli, fibrokartilaj yapılardır (Şekil 5). Konveks femoral eklem yüzeyi ile düz tibia platosu arasında eklem uyumunu sağlar (33). Menisküsler tibiaya koroner ligamentler ile bağlanır. Koroner ligamentler esasen kapsülün kalınlaşmasıyla meydana gelmiş olup menisküslerin dış kenarlarından başlayarak tibiaya eklem seviyesinin birkaç milimetre altında yapışır (34). Menisküs kökleri ise menisküsleri subkondral kemiğe sabitleyen yapılar olup makaslama ve tensil kuvvetlerin yumuşak dokudan kemiğe aktarımında önemli rol oynarlar (35).

Medial menisküs, medial platonun yaklaşık %60'ını örtmekte olup "C" şeklillidir (36). Posterior boynuzu anterior boynuza göre daha geniş olup anterior-posterior çapı iç-dış çapından daha büyüktür (37). Anatomik özelliklerine göre beş bölgeye ayrılır; anterior kök (1. bölge), anteromedial (2. bölge, 2a, 2b), medial (3. bölge), posterior (4. bölge) ve posterior kök (5. bölge) (38).

Lateral menisküs, lateral platonun yaklaşık %60-80'ini örtmekte olup medial menisküse oranla daha küçük, daha mobil ve daha dairesel bir yapıdadır (36). Ön boynuzunun yapışma yeri ön çapraz bağ tibial ayak izinin hemen anterolateralinde, lateral eminensiyanın anteromedialinde yer alır. Bu ön boynuz yapışma alanının yaklaşık %60-65'i ön çapraz bağ ile birleşmektedir (39) Arka boynuz yapışma yeri ise arka çapraz bağ tibial insersiyosunun anteriorunda ve medial menisküs arka boynuzunun anterolateralinde bulunur (40). AÇB ve femur kondiline Humphrey (anterior meniskofemoral ligament) ve Wrisberg (posterior meniskofemoral ligament) ligamentleri aracılığıyla yapıştığı gibi popliteus ile de komşuluk halindedir (41).



Şekil 5: Menisküslerin üstten görünümü

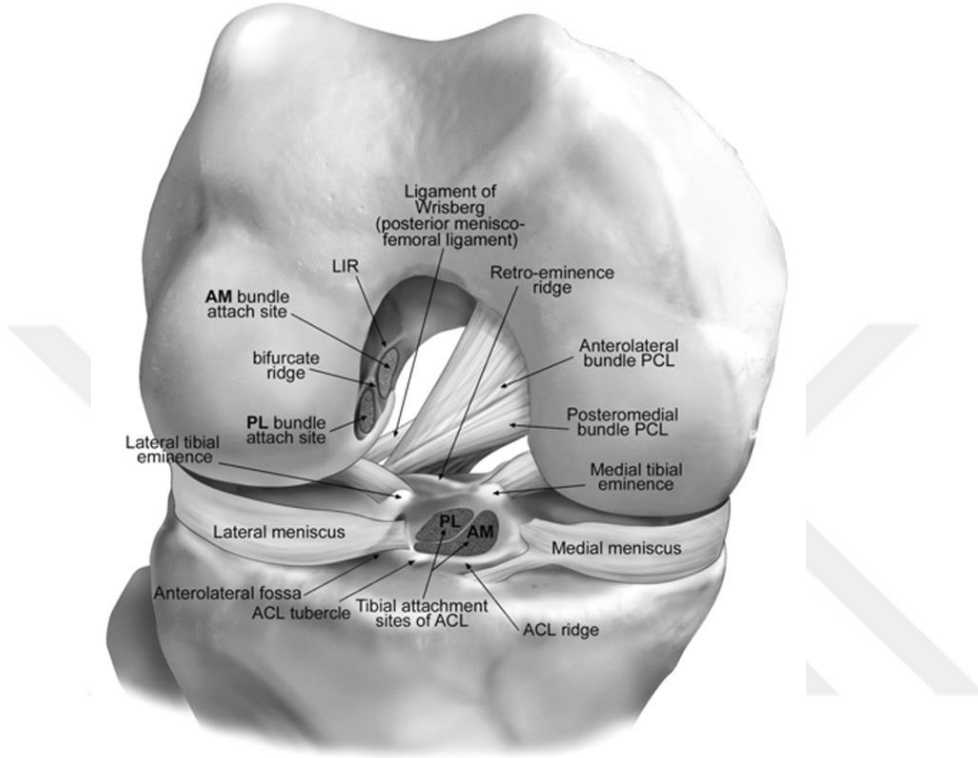
2.2.2.3. Çapraz Bağlar

ÖÇB sinoviyal bir kılıf ile sarılı olduğu için intraartiküler fakat ekstrasinoviyaldir. Yaklaşık olarak 35 mm (25-41 mm) uzuluğunda ve 10 mm (7-12 mm) kalınlığındadır. Proksimalde femur lateral kondilinin iç yüzünde ve posteriorunda yer alan bir alana, tibiada ise anterior eminensiyanın anterolateralinde yer alan fossaya yapışır. Femoral yapışma alanı yaklaşık 2-2,5 cm², tibial yapışma alanı ise yaklaşık 3 cm² olup tibiaya yapışan kısım daha güçlüdür. ÖÇB, lateral kondilden tibiaya anteromediale doğru uzanım gösterir (Şekil 6). Fonksiyonel olarak anteromedial ve posterolateral demetler olmak üzere iki banttıan oluşmuştur. (42).

ÖÇB'nin femoral ayak izi femurun longitudinal aksına ve tibial ayak izi ise tibia ön-arka aksına paralel konumlandığı için fleksiyon-ekstansiyon hareketi sırasında ÖÇB demetlerinde kendi ekseni etrafında rotasyonel bir hareket meydana gelir. Bu sayede posterolateral bant anteromedial bandın arkasından dolaşarak öne doğru geçer ve femur ile tibiadaki yapışma yerlerine uyum gösterir. Ekstansiyon sırasında esas olarak posterolateral demet gergin durumdayken diz fleksiyona geldikçe anterolmedial bandın gerginliği artar. Koronal planda ÖÇB lifleri femurdan tibiaya uzanırken 90°'lik dışa rotasyon yapar. Lateral planda da femur ve ön çapraz bağın uzun aksları arasında 90° fleksiyon sırasında yaklaşık 25-30°'lik bir açılma mevcuttur (43).

AÇB, ÖÇB'ye benzer şekilde intraartiküler fakat ekstrasinovial bir yapıdadır. ÖÇB'nin uzunluğu 32 ila 38 mm arasında olup ortalama kesit alanı yaklaşık 11 ila 13 mm²'dir (44). AÇB'nin kalınlığı, ÖÇB'nin neredeyse iki katı olup medial femoral kondilin anterolateralinden başlar ve eklem hattının yaklaşık 1 cm distalinde, tibia platosunun posterioru boyunca uzanır. AÇB, daha büyük anterolateral demet ve daha küçük posteromedial demet olmak üzere iki demetten oluşur. Forsythe ve ark. tarafından "medial interkondiler çıkıntı" tanımlanmış olup bu yapı femoral AÇB ayak izinin proksimal sınırını belirler (45). AÇB'nin iki demeti, eklem hattının yaklaşık 1-1,5 cm distalinde birleşerek ortak bir yapı olarak posterior tibia üzerine

yapıştır. Medial menisküsün arka boynuzu, bu AÇB fasetinin ön sınırı olarak işlev görür (46,47).

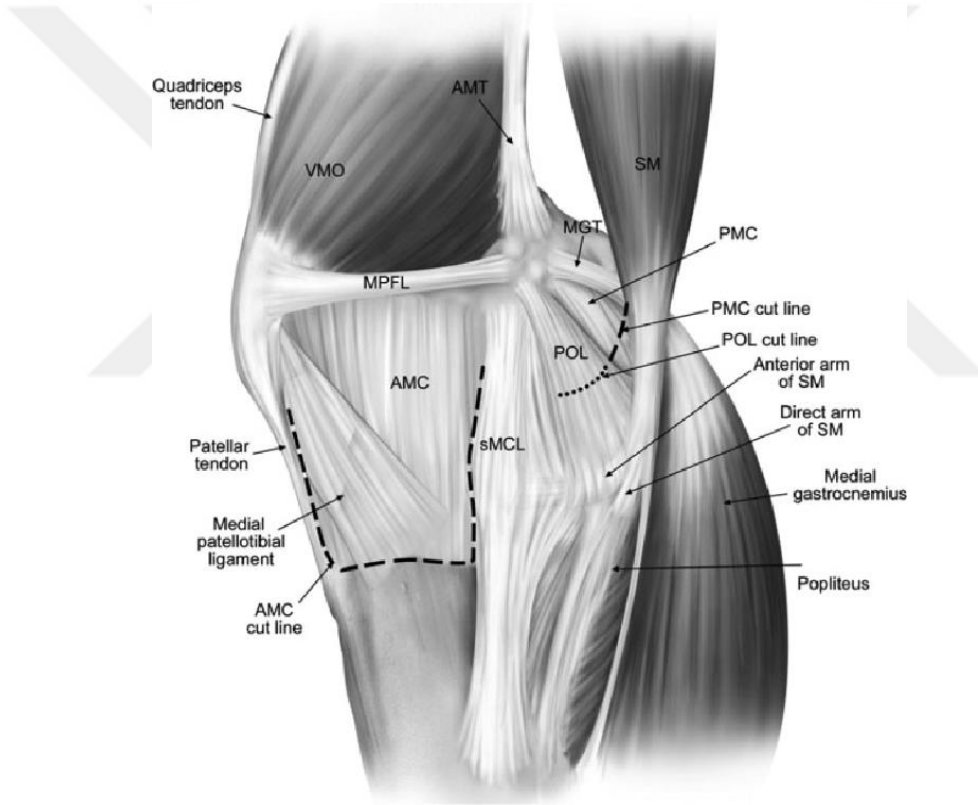


Şekil 6: Ön çapraz bağ femoral ve tibial ayak izi ile arka çapraz bağ

2.2.2.4. Medial Yapılar

Medial kollateral bağ (MCL), erişkinlerde ve çocuklarda diz ekleminin en sık yaralanan bağıdır. Femur medial epikondilinden başlayıp eklem seviyesinin 8-10 cm distalinde tibia'nın posteromedialine insersiyonu yapar. Yüzeyel MCL ve kapsüler bir kalınlaşma olan derin MCL olmak üzere iki kısımdan meydana gelir (3,35,37) Bu iki katman arasında herhangi bir bağlantı olmamakla beraber derin MCL meniskofemoral ve meniskotibial kısımları aracılığıyla medial menisküs ile bağlantılıdır (48). Eksternal rotasyon ve valgus kuvvetlerine karşı dizin ana stabilizatörü olmakla beraber ekstansiyon sırasında öne, fleksiyon sırasında ise arkaya doğru kayar.

Dizin iç kısmında yerleşmiş bulunan yumuşak dokular üç tabaka şeklinde incelenebilir. En yüzeysel kısım olan birinci katmanda krural fasyanın yukarıya doğru devamı olan derin fasya ve medial retinakulum bulunur. Bu yapı hem tibia'nın anterioruna hem de ikinci tabakadaki medial patellofemoral ligament (MPFL) aracılığıyla patellanın medial kenarına yapışır (4). Birinci ve ikinci katmanlar arasında grasilis ve semitendinosus tendonları yer almaktadır. İkinci tabakada ise yüzeysel MCL ve vastus medialisin altında yer alan MPFL bulunur. Yüzeysel MCL ve MPFL diz eklemin posteromedialinde üçüncü tabaka ile devamlılık gösterir. Üçüncü tabakada eklem hareketlerine olanak sağlayan gevşek ve ince yapıda eklem kapsülü yer alır (Şekil 7) (19).

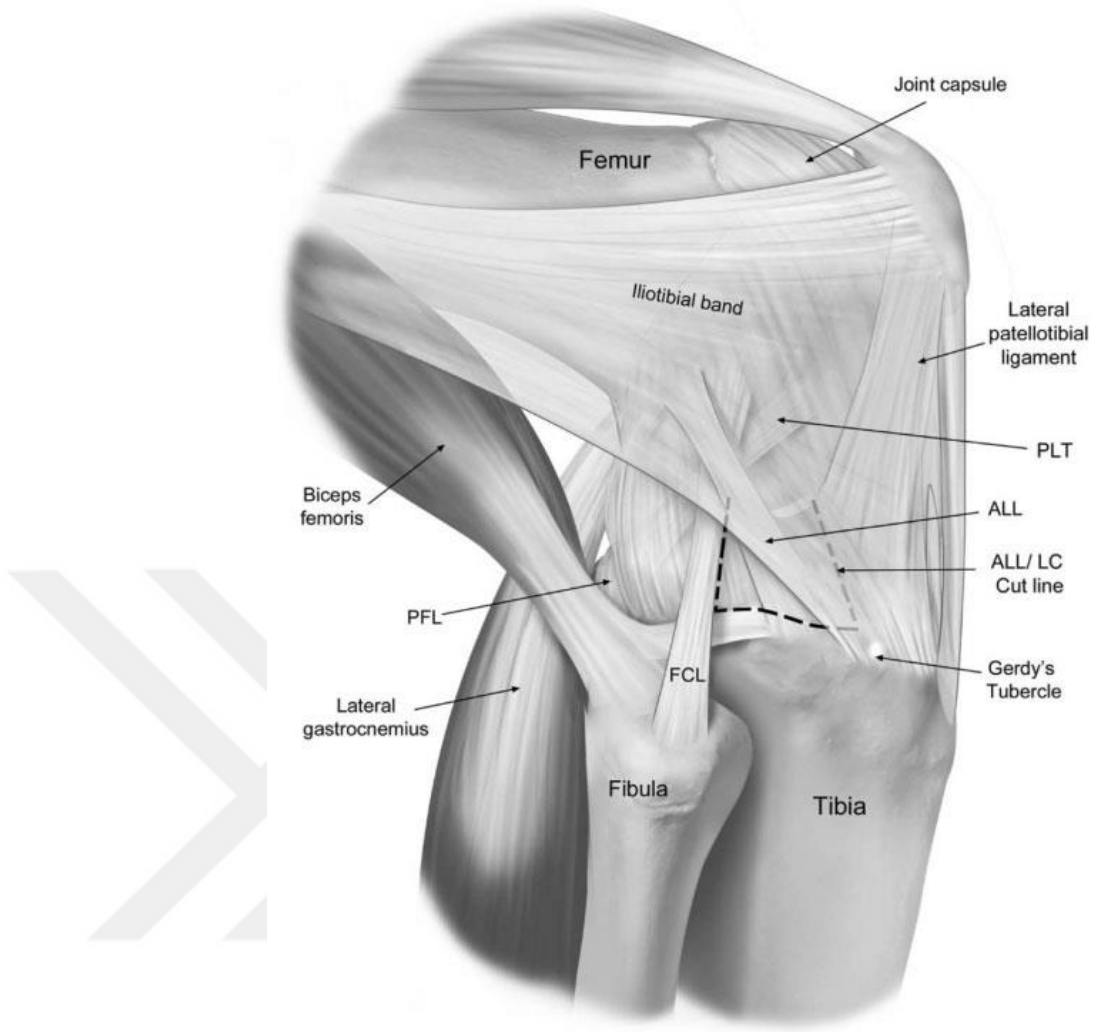


Şekil 7: Diz mediali bağ ve tendon yapıları

2.2.2.5. Lateral Yapılar

Lateral kollateral ligament (LCL), femur lateral epikondilinden orijin alıp fibula başının dış kısmına tutunur. Ekstansiyonda dizi varus kuvvetlerine karşı stabilize etmekle beraber internal rotasyonunun kısıtlanmasında da en etkili olan yapıdır. MCL'nin aksine ekstrakapsüler yapıda olması nedeniyle menisküslerle arasında herhangi bağlantı yoktur.

Dizin lateralindeki yumuşak dokular da medial tarafta olduğu gibi üç katmanda incelenmektedir. En yüzeydeki birinci katmanda önde iliotibial trakt ve arkada biceps femorisin lifleri bulunur. İkinci tabaka, anteriorda kuadrisepsin retinakulumu ile posteriorda proksimal ve distal olmak üzere 2 kısımdan meydana gelen lateral patellofemoral ligamentten oluşur. Patellomeniskal bağ ise aynı planda patelladan lateral menisküse uzanır ve Gerdy tüberkülünde sonlanır (19,30). En derinde yer alan üçüncü tabakada ise eklem kapsülü ve kalınlaşmalarından oluşan bağlar bulunur. Kapsül iliotibial traktın posteriorunda fabellofibuler ligamentte sonlanan yüzeyel ve koroner ligamenti meydana getiren derin kısım olmak üzere iki tabakaya ayrılır. Üçüncü katmanın bir komponenti olan popliteofibuler ligament ise fibula başına sonlanım gösterir (Şekil 8).



Şekil 8: Diz laterali bağ ve tendon yapıları

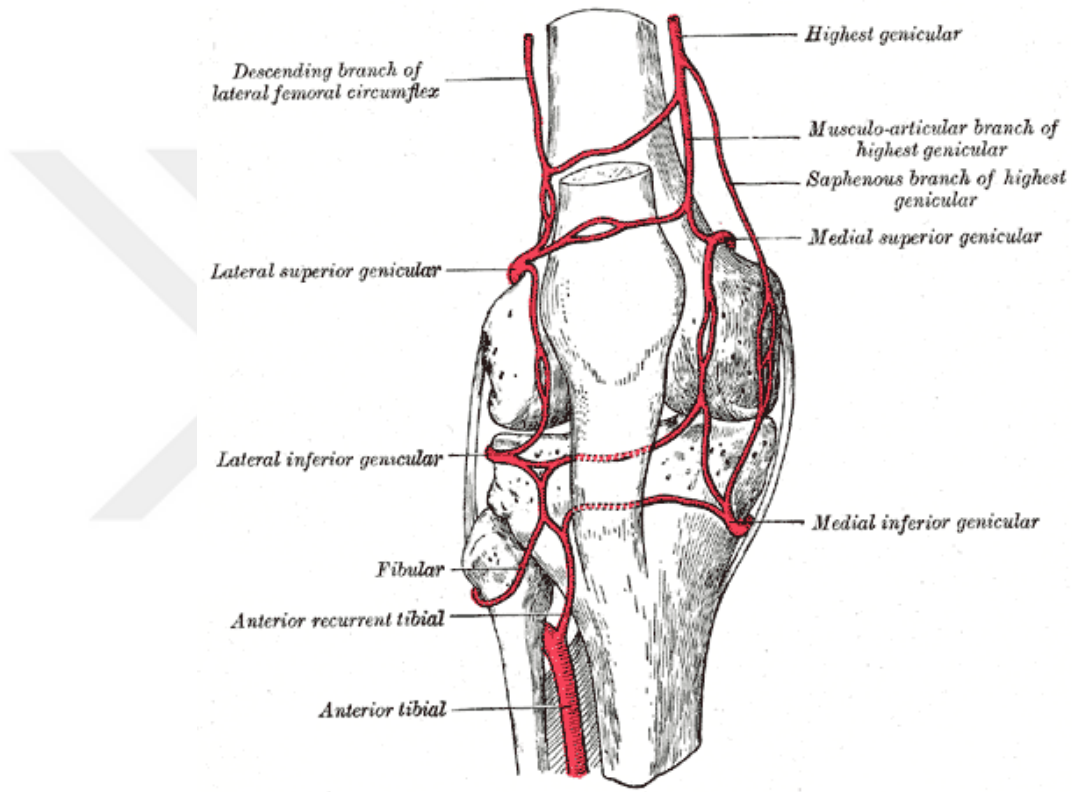
2.2.3. Dizin Kanlanması ve İnnervasyonu

Diz ekleminin beslenmesini esas olarak popliteal arterin superior, inferior ve orta genikulat dalları sağlamakla beraber az da olsa femoral arterin desendan genikulat dalı, lateral sirkumfleks femoral arterin desendan dalı, sirkumfleks fibuler arter, anterior ve posterior tibial rekürren arterler de katkıda bulunmaktadır (Şekil 9).

Femoral arter adduktor kanaldan çıktıktan sonra popliteal arter adını alır ve popliteus kasının hemen distalinde anterior ve posterior tibial dallarına ayrılır. Popliteal arterin önünde eklem kapsülü ile yağ dokusu yer alırken arka yüzeyi

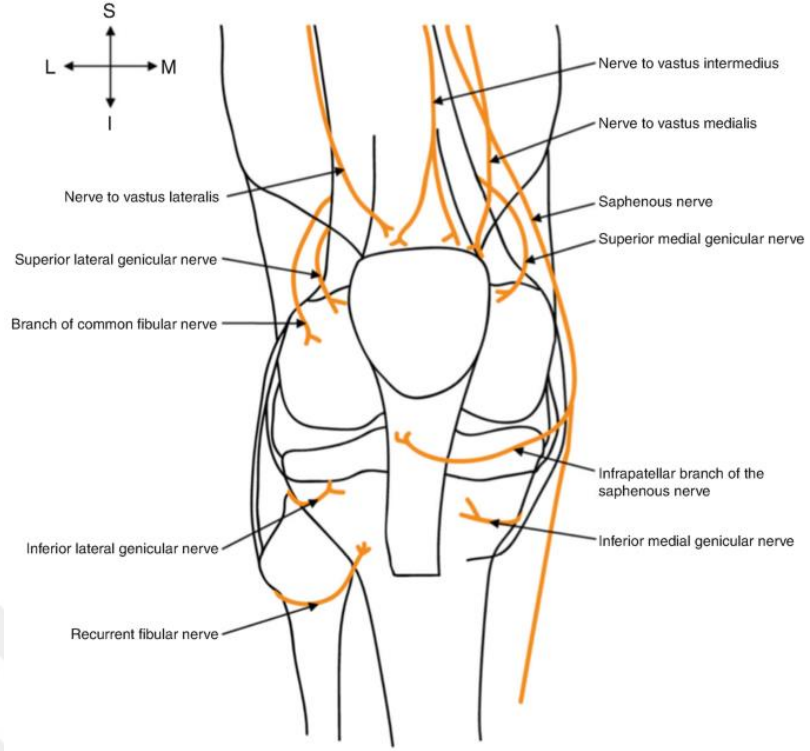
popliteal ven ile komşudur ve venin de yüzeyinde tibial sinir bulunmaktadır. Popliteal arter aynı zamanda muskuler dalları aracılığı ile gastroknemius, soleus, plantaris, adduktor magnus ve hamstringleri de beslemektedir (49).

Posterior ve anterior tibial venler birleşerek popliteal veni oluştururken popliteal fossa da safen venin de katılımıyla femoral ven adını alır ve proksimale doğru devam eder.



Şekil 9: Diz eklemi arteryel dolaşımı

Diz eklemi innervasyonunu tibial, peroneal, femoral ve obturator sinirlerden gelen dallar sağlar (Şekil 10) (50).



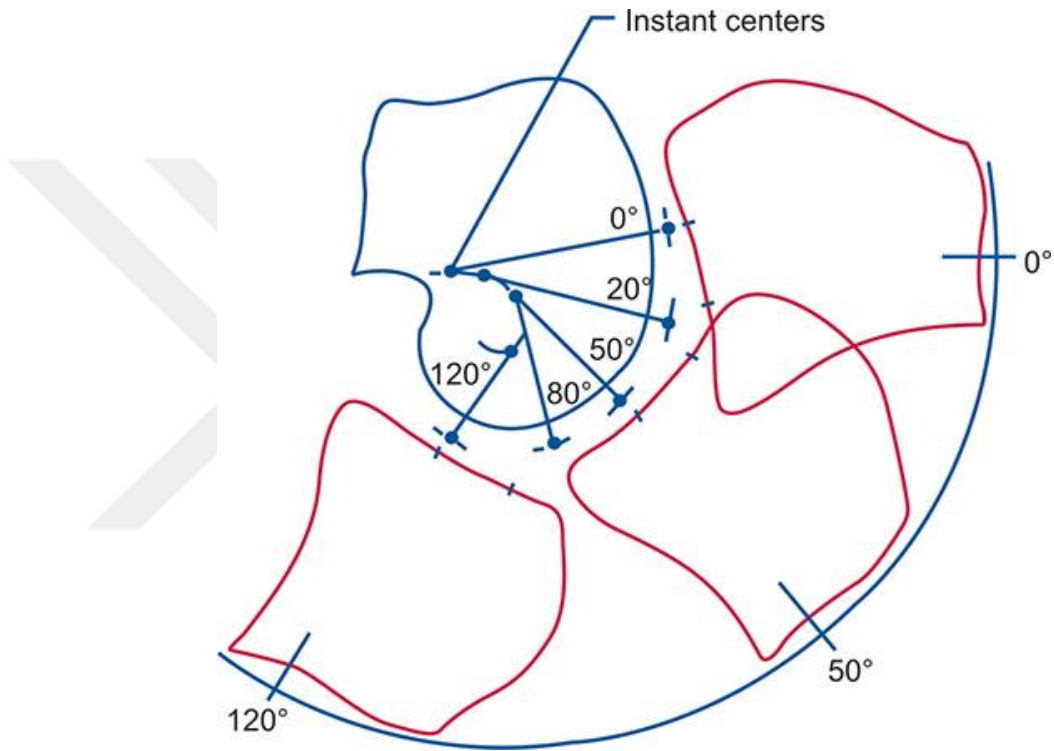
Şekil 10: Diz ekleminin innervasyonu

2.3. Diz Ekleminin Biyomekaniği

Diz eklemi menteşe tipi bir eklem olmasına rağmen yürüme esnasında fleksiyon-ekstansiyon, adduksiyon-abduksiyon ve internal-eksternal rotasyon hareketlerinin hepsinin meydana geldiği kompleks bir yapıya sahiptir (51).

Diz eklemi tibia, femur ve patella olmak üzere üç ayrı kemikten ve tibiofemoral ve patellofemoral kompartmanlar olmak üzere iki ayrı bölümden oluşur. Dizde bazı insanlarda 5-10°'ye kadar hiperekstansiyon hareketi meydana gelebilmekle birlikte hareket açıklığı kalça tam ekstansiyon pozisyonunda iken 0-120°'dir ve kalça eklemi fleksiyona geldikçe diz fleksiyonu 160°'ye kadar artış göstermektedir (51). Kettlekamp normal yürüme için gerekli diz fleksiyonunun 63°, merdiven çıkmak için 83°, merdiven inmek için 90° ve sandalyeden kalkabilmek için 93° olduğunu belirtmiştir (51).

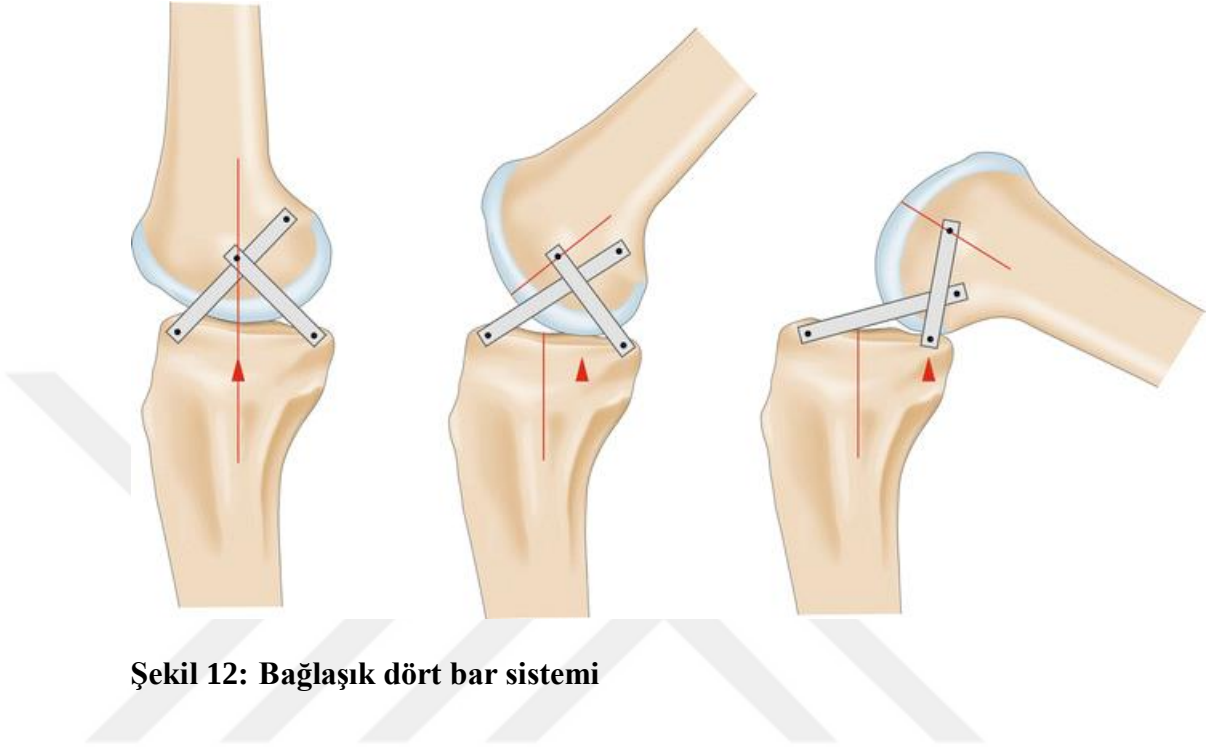
Diz ekleminde hareketler polisentriktir ve fleksiyon hareketinin her anında rotasyon merkezi femur kondilleri üzerinde farklı bir aks üzerinde yer alır. Lateral planda bu rotasyon merkezleri birleştirildiğinde “J” harfine benzeyen bir eğri meydana geldiği görülür. Gunston bunu “instant center” olarak tanımlamıştır (52). Rotasyon merkezlerinin bu değişkenliği sayesinde her fleksiyon derecesinde femurdan tibiaya yük aktarımı vertikal bir aksta olmaktadır. Bu sayede de ligamentler üzerine binecek olan aşırı yük azaltılmış olur (Şekil 11).



Şekil 11: Dizin farklı fleksiyon derecelerinde femur kondilleri üzerinde dönme merkezinin değişimi

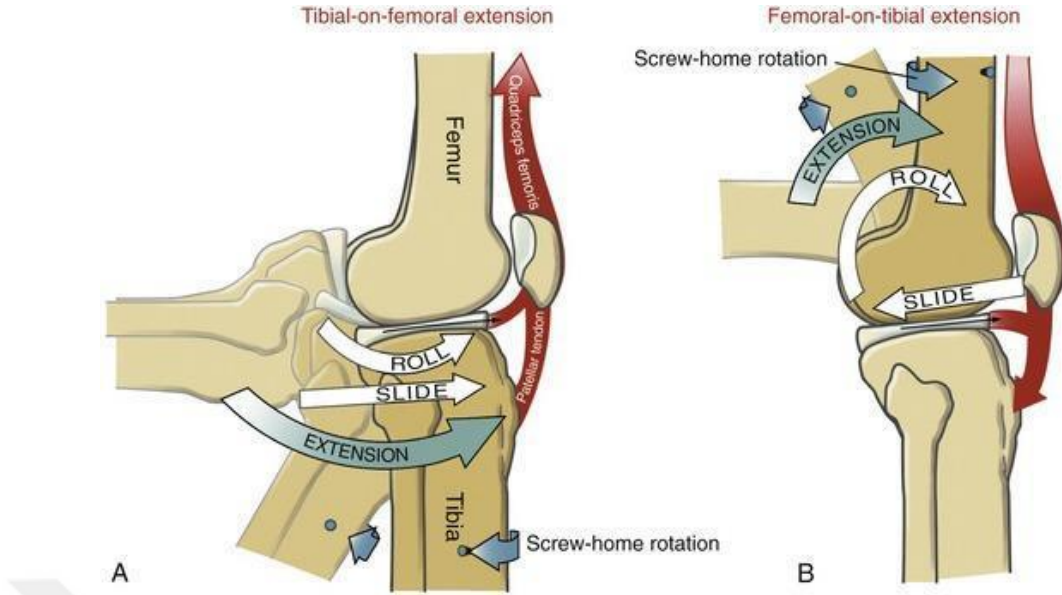
Femur kondilleri ve tibia platosunun üç boyutlu karmaşık yapısı ve bağlaşık dört bar sistemi sayesinde ekstansiyon-fleksiyon hareketi sırasında femur tibia üzerindeki dönme hareketine ek olarak ortalama 14 mm kadar bir posteriora kayma hareketi de yapar (Şekil 12). Bu hareketlerin birleşimi “femoral rollback” olarak adlandırılmaktadır ve primer olarak PCL sorumludur (Şekil 13). Eğer dizde sadece yuvarlanma hareketi meydana geliyor olsaydı yaklaşık 45°’de, sadece kayma hareketi meydana geliyor olsaydı yaklaşık 130° fleksiyonda femur posterioru tibia platosunun posterioruna temas edecekti ve hareket bu derecelerde sınırlanacaktı. Bu hareketlerin

beraber uyum içerisinde gerçekleşmesi dolayısıyla görece dar bir eklemden büyük bir fleksiyon derecesine ulaşmak mümkün olmaktadır (53).



Şekil 12: Bağlaşık dört bar sistemi

Dizin ilk 20°'lik fleksiyonu esnasında yalnızca yuvarlanma hareketi meydana gelirken bu noktadan sonra kayma hareketi de başlar ve fleksiyon yalnızca kayma hareketi ile sonlanır. Femoral kondillerin asimetrik şekillerinden dolayı hareketleri de birbirlerinden farklılık göstermektedir. Medial kondil ilk 10°'lik fleksiyon esnasında esas olarak yuvarlanma hareketi yaparken lateral kondilde bu yuvarlanma 20°'ye kadar sürer. Fleksiyon devam ettikçe lateral femoral kondilin hareketi ÖÇB aracılığıyla kısıtlanırken medial kondil bir miktar daha hareketini sürdürür. Bu simetrik olmayan hareket sebebiyle dizin lateral bölümü daha önce ekstansiyona ulaşır. Son olarak femur internal rotasyon ve tibia eksternal rotasyon yaparak tam ekstansiyona ulaşılır. Buna “screw-home” (vida-yuva) hareketi denir (Şekil 13). Çapraz ligamentlerin yokluğunda bu hareket gözlenmez ve yaralanmalarında pivot-shift testi ile tanı konulabilir (53).



Şekil 13: Diz eklemine “screw-home” mekanizması ve “femoral rollback”

Diz ekleminde meydana gelen bir diğer hareket rotasyondur. Tam ekstansiyon sırasında tibianın eminensiyaları femurun interkondiler oluğuna yerleştiğinden dolayı rotasyon yapılamaz. Fleksiyon derecesi artış gösterdikçe rotasyon miktarı da artmakta, 90° fleksiyonda maksimuma düzeyine ulaşmakta ve bu noktadan sonra da yumuşak dokuların gerilmesinden dolayı tekrar azalmaktadır. Diz eklemi 90° fleksiyondayken yaklaşık 25° eksternal ve 40° kadar da internal rotasyon olabilmektedir (51).

Dizin hareketleri esnasında stabilite, ligamentlerin değişken düzeydeki gerginlikleri ile sağlanır. Hareketin herhangi bir anında en az bir çapraz ligament gergin halde olup anterior-posterior translasyonu önler. Diz tam ekstansiyon halindeyken yan bağlar, ÖÇB’nin posterolateral bandı ve AÇB’nin posteromedial bandı gergin durumdadır. Menisküslerin anteriorları femur kondilleri ile tibia platosu arasında uyumu sağlar. Fleksiyonun başlamasıyla beraber öncelikle dış yan bağ gevşer ve popliteusun kasılmasıyla tibiada 10°-20° arasında internal rotasyon hareketi meydana gelir. Yüzeyel MCL, ÖÇB’nin anteromedial ve AÇB’nin anterolateral bantları gerilir. Menisküslerin posteriorları femoral kondiller ve tibia platosu arasında sıkışarak stabiliteye katkı sağlar (53).

Diz ekleminde meydana gelen son hareket adduksiyon ve abduksiyondur. Diz ekstansiyon pozisyonunda meydana gelmezken yürüme sırasında yaklaşık 30° fleksiyonda maksimum 10° civarında abduksiyon-adduksiyon hareketi oluşmaktadır (51).

Normal yürüme esnasında diz eklemi vücut ağırlığının yaklaşık 5 katı kadar, koşma esnasında ise 25 katına kadar bir yüke maruz kalır. Bu büyük yük eklem yüzlerinin uyumluluğu, ligamentler ve periartiküler kasların kasılmasıyla karşılanır (24).

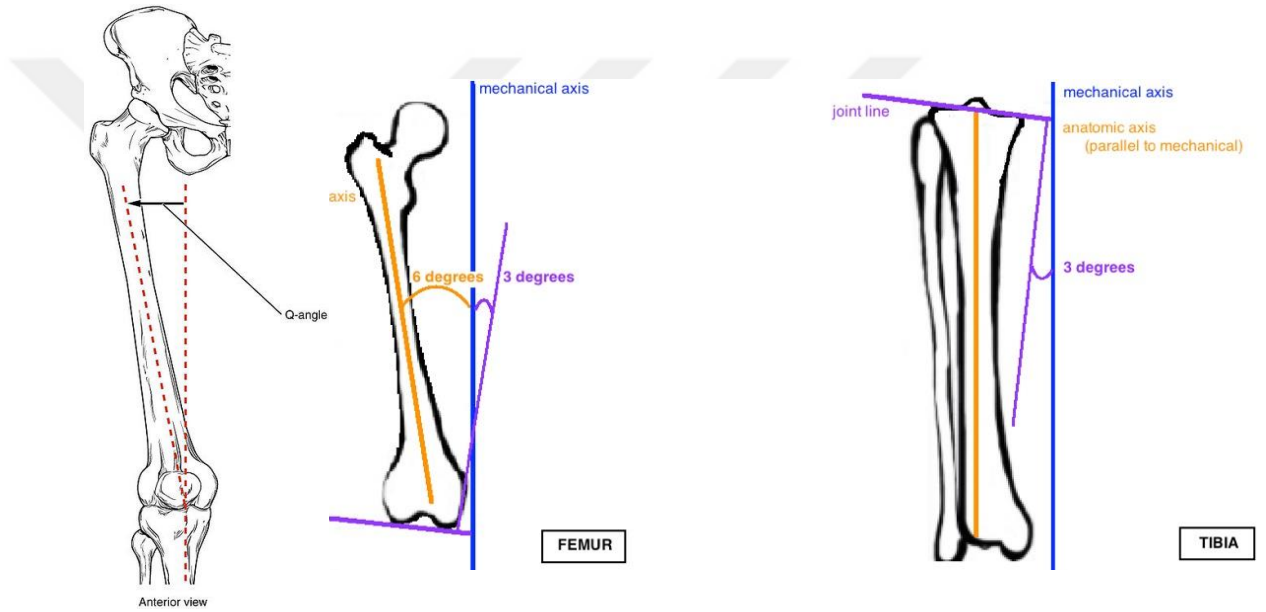
Patellofemoral eklem ve patella, tibiofemoral eklemden farklı kuvvetlere ve yüklere maruz kalmaktadır. Patellaya temel olarak kuadriseps tendonu ve pateller tendonun traksiyon kuvvetleri ile patellofemoral yüzeydeki baskılayıcı kuvvetler etki etmektedir. Merdiven çıkma esnasında vücut ağırlığının yaklaşık 3 katı, inerken ise yaklaşık 4 katı kuvvet etki eder. Fleksiyon derecesi arttıkça bu baskılayıcı kuvvetler de artış göstermekte iken tam ekstansiyonda minimum düzeydedir (53).

Tibial tüberkül-patella aksı ile femurun anatomik aksı arasındaki açı “Q açısı” olarak adlandırılır (Şekil 14). Bu açı erkeklerde kadınlara göre biraz daha az olmakla beraber ortalama 12°-20° arasındadır. Tam ekstansiyon esnasında tibianın eksternal rotasyonu ile Q açısı bir miktar artarken fleksiyon sırasında tibianın internal rotasyonu ile azalır (53).

Q açısı bir başka anlamda patellayı laterale sublukse etmeye eğilimli kuvvetlerin bir ölçütüdür. Patellanın fleksiyonun başında laterale subluksasyonunu önleyen tek oluşum vastus medialis oblikus kasıdır. Bu özelliğinden dolayı vastus medialis oblikus kası patellanın en önemli dinamik stabilizatörü olarak kabul edilmektedir. Bunun dışında patellanın laterale subluksasyonunu önleyen statik yapılar; patellanın ve femoral kondillerin geometrisi, normal patellofemoral yükseklik ve MPFL’dir. Patellanın bu statik ve dinamik yapılar sayesinde tekrarlayan subluksasyonlar ve dislokasyonlardan korunması artroz gelişimini önlemektedir (53).

Diz eklemi ile ilgili bilinmesi gereken bir başka önemli husus da alt ekstremitenin akslarıdır. Alt ekstremitenin anatomik aksı, femur ve tibianın anatomik

akslarının birleştirilmesi ile oluşurken alt ekstremitenin mekanik aksı ise femur başı orta noktası ile tibia distal eklem yüzeyinin orta noktasını birleştiren akstır. Normal mekanik aks diz ekleminin ortasından veya hafifçe medialinden geçer ve 3° kadar valgustadır. Femur anatomik aksı mekanik aksına göre 6 derece, vertikal aksa göre ise 9° valgustadır. Tibia anatomik aksı mekanik aksıyla paralel olup 3° varustadır. (54). Tibia plato kırıklarından sonra gelişebilecek artrozun önlenmesi, alt ekstremitenin normal diziliminin sağlanmasına, ayakta duruken dizin horizontal aksının zemine paralel hale getirilmesine ve ekleme etkiyen yük dağılımının normal haline getirilmesine bağlıdır.



Şekil 14: Q açısı ve femur ile tibianın mekanik ve anatomik aksları

2.4. Epidemiyoloji ve Yaralanma Mekanizmaları

Tibia plato kırıkları tüm kırıkların yaklaşık %1'ini oluşturur. Erkeklerde 3. ve 4. dekatlarda ve yüksek enerjili yaralanmalarla beraber daha sık görülürken kadınlarda osteoporoz zemininde ve düşük enerjili travmalar sonucu 6.-7. dekatlarda daha sık görülür. Tibia plato kırıklarının %50-60'ı trafik kazaları, %20-30'u yüksekten düşme ve %5-10'u spor yaralanmaları nedeni ile meydana gelmektedir (55).

Basit düşmelere bağılı olarak yaşlı hastalarda daha sık lateral plato kırıkları görölürken, lateral plato kırıklarının en sık görölün tipi ayrılma-çökme şeklindeki kırıklardır. Genç hastalarda daha çok spor yaralanmaları sonucunda pür ayrılma ve kopma kırık paternleri görölür. Motorlu taşıt kazaları ve yüksekten düşme gibi yüksek enerjili travmalar sonucunda daha kompleks yaralanma paternleri ve bikondiler kırıklar görölülebilir.

Tibial plato varus, valgus, aksiyel kuvvetler ve bunların kombinasyonlarına maruz kalır. Kadavralarda valgus kuvvetleriyle tipik ayrılma kırıkları, aksiyel kuvvetlerle lokal çökme kırıkları ve bu iki kuvvetin kombinasyonuyla da ayrılma-çökme kırıkları geliştiğı görölmüştür (56).

Tibia plato kırıklarının çoğı, genellikle valgus üreten bir kuvvete sekonder lateral tibial platoya izole kırıklardır. Medial tibial plato kırıkları, varus üreten bir kuvvetin sonucudur. Medial platonun daha yüksek kemik yoğunluğına sahip olması ve anatomik olarak lateral tarafa göre daha konkav yapıda olması daha az sıklıkta görölmesine yol açmaktadır. Aksiyel bir kompresif kuvvet bikondiler kırıklara neden olurken, bu kuvvetlerin yüksek enerjili bir kombinasyonu daha fazla parçalanma ve yumuşak doku travması ile sonuçlanır.

Genç hastalarda, tibia platosu subkondral spongioz kemik yoğunluğunun daha yüksek olması nedeniyle aksiyal kompresif kuvvetlere karşı daha dayanıklıdır. Dolayısıyla bu hasta grubunda izole split tip kırıklar daha fazla görölmektedir. Yaşlı hastalarda ise spongioz yapının yoğunluğı azalır ve çökme kırıklarının görölme sıklığı artar. Daha az sıklıkta meydana gelen varus tipi yaralanmalarda ise esas olarak medial platonun kırıkları görölmekle beraber etkiyen varus kuvvetinin büyüklüğü arttıkça lateral plato kırıkları da eşlik edebilmektedir. Posteromedial makaslama tipi kırıklar, dizin ani fleksiyon ve varusu ile beraber medial femoral kondilin internal rotasyonu sonucu meydana gelen özel bir yaralanma paterni olup izole split kırık ya da 1/3 oranında bikondiller kırık olarak görölülebilir (57).

2.5. Eşlik Eden Yaralanmalar

Tibia plato kırığı ile sonuçlanan travmalar çevre yumuşak dokularda da yaralanmalara neden olabilir. Bu yaralanmalar en iyi manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile görüntülenebilir. Hastaların %60-75'inde menisküs yaralanması görülür. En sık lateral menisküste, ağırlıklı olarak da kontüzyonlar ve periferik yırtıklar şeklinde gelişir. %20-50 oranında çapraz bağ yaralanmaları eşlik eder. Çapraz bağlarda en sık avülzyonlar görülür (58).

Popliteal arter ve ven, bunların geniküler dalları, siyatik sinir ve onun tibial ve peroneal dalı dizin arkasından geçer. Bu yapıların yüksek enerjili kırıklarla beraber yaralanma riski daha fazladır. Kompartman sendromu, tibia plato kırığını takiben %10-40 oranında gelişme insidansına sahiptir. Yüksek enerjili travma, kırıklı çıkıklar, erkek cinsiyet ve genç hastalarda risk daha fazladır (59).

2.6. Hastanın Değerlendirilmesi

Tibia plato kırıklı hastanın klinik bulguları, yaralanma mekanizması ve hasta özellikleri nedeniyle büyük ölçüde değişkenlik gösterebilir. Genellikle yüksek enerjili travmalar nedeniyle olduğu için acil yaklaşım prensiplerine dikkat edilmelidir. Öncelikle hayatı tehdit eden yaralanmaların sistematik değerlendirilmesi ve yönetimi önem arz etmektedir. Daha sonra yaralı ekstremité splintlenmeli, nörovasküler problemler ve açık kırıklar açısından değerlendirilmelidir. Bacanın yumuşak doku yapıları yaralanma anından sonra en az 24 saat süre ile seri olarak muayene edilmelidir. İlk basamak olarak çoğunlukla tibia plato kırığı diz üstü alçı ile atellenmelidir. Bilinci açık olmayan hastalarda ya da tanı için şüphe duyulan durumlarda kompartman basıncı ölçümü yapılmalıdır. Kompartman sendromu şüphesi olduğunda, bacağın dört kompartmanına fasyotomiler yapılmalıdır (60).

Açık tibia plato kırıkları, splintlenmeden önce fotoğraflanmalı ve steril salin gazlı bez ile sarılmalıdır. Makroskopik kalıntılar yaradan uzaklaştırılmalı ve ameliyat sırasında düşük basınçlı salin irrigasyonu yapılmalıdır. İntravenöz antibiyotik

profilaksisi ve tetanoza karşı koruma uygulanmalıdır. Açık kırıklar için geçici eksternal fiksator uygulaması göz önünde bulundurulmalıdır. Bu uygulama, bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülemenin değerini en üst düzeye çıkarmak ve gerektiğinde hastanın üçüncü basamak bir merkeze güvenli transferini sağlamak için kırığın distraksiyonunu mümkün kılar (60).

Tibia plato kırığının açık veya kapalı bir yaralanma olup olmadığına bakılmaksızın, ekstremitenin nörovasküler durumunun rutin olarak değerlendirilmesi gerekir. Ayağın dorsumunda duyu ve ayağın dorsifleksiyon yeteneği peroneal sinir fonksiyonunu, ayak tabanında duyu, ayağın plantar fleksiyonu ve ayak parmaklarını fleksiyonda tutma yeteneği tibial sinirin fonksiyonunu gösterir. Tibialis posterior ve dorsalis pedis nabızları palpe edilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Vasküler yaralanma ile ilgili bir kuşku varlığında acil doppler ultrasonografi ya da BT anjiyografi yapılmalıdır. Hasta stabilize edildikten sonra, yaralanma mekanizmasını ve altta yatan komorbiditeleri anlamak için detaylı bir anamnez alınmalı ve muayene edilmelidir. Ağrı yönetimi yapılmalıdır (61).

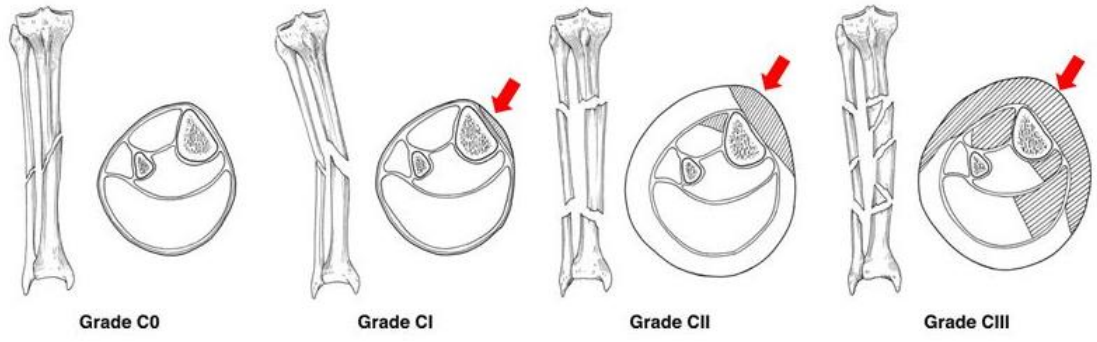
Düşük enerjili travma tipik olarak lateral platonun düşük yoğunluklu kemiğindeki kırıklarla ilişkilidir ancak bu durum osteoporozlu hastalarda daha az tahmin edilebilir sonuçlara yol açmaktadır. Valgus etkisi olan yüksek enerjili travma da izole lateral plato kırıklarına yol açabilir. Bunlar menisküslerin ve posterolateral köşedeki yapıların yaralanması ile ilişkilidir ve önemli mekanik instabiliteye neden olur. Ağrı ve hematrozun bir neticesi olarak akut durumda dizin stabilitesini değerlendirmek zordur. Bu nedenle stabilite, hasta anestezi altındayken cerrahi fiksasyondan önce rutin olarak değerlendirilmelidir. Normal kontralateral diz ile karşılaştırıldığında varus ya da valgus hizasında 10°'den fazla açılma, kollateral bağ yaralanmasından kaynaklanan mediolateral instabilitenin gösterirken tibianın femur üzerindeki anterior ya da posterior translasyonu çapraz bağ yaralanmasının göstergesidir (62).

2.7. Sınıflandırmalar

Kapalı kırıklarda yumuşak doku durumunun değerlendirilmesinde Tscherne sınıflaması yaygın olarak kullanılmaktadır (Tablo 1) (Şekil 15). Bu sınıflama tedavi planlaması ve prognoz hakkında bilgi vermesi açısından da önem arz etmektedir (63).

Tablo 1: Kapalı kırıklarda Tscherne Sınıflaması

Sınıfı	Travma enerjisi	Doku hasarı
Grade 0	Düşük enerjili	Yumuşak doku hasarı yok veya minimal düzeyde mevcut İndirekt travma ve basit kırık paterni
Grade 1	Düşük-orta enerjili	Yüzeyel abrazyonlar veya cilt kontüzyonu Orta şiddette kırık paterni
Grade 2	Yüksek enerjili	Derin (kontamine) abrazyonlar ve kas kontüzyonları Direkt travma sonucu şiddetli kırık paterni
Grade 3	Yüksek enerjili	İleri derecede cilt kontüzyonu, cilt altı avulziyonlar, crush yaralanma, kas dokusunda şiddetli hasar ve kompartman sendromu, damar yaralanması Kompleks kırık paterni



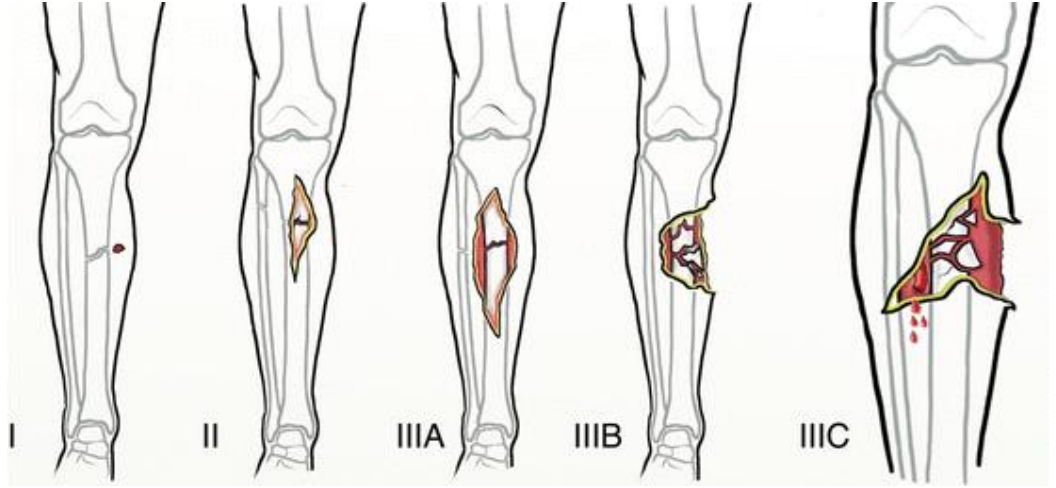
Şekil 15: Tscherne sınıflaması

Gustilo-Anderson sınıflaması açık kırıkları enfeksiyon riskine göre değerlendirerek antibiyotik tedavisi, yara debridmanı, yumuşak doku onarımı ve cerrahi prosedürlerin planlanması açısından basit, kullanışlı ve genel olarak kabul görmüş bir sınıflamadır (Tablo 2, Şekil 16) (64).

Tablo 2: Açık kırıklarda Gustilo-Anderson Sınıflaması

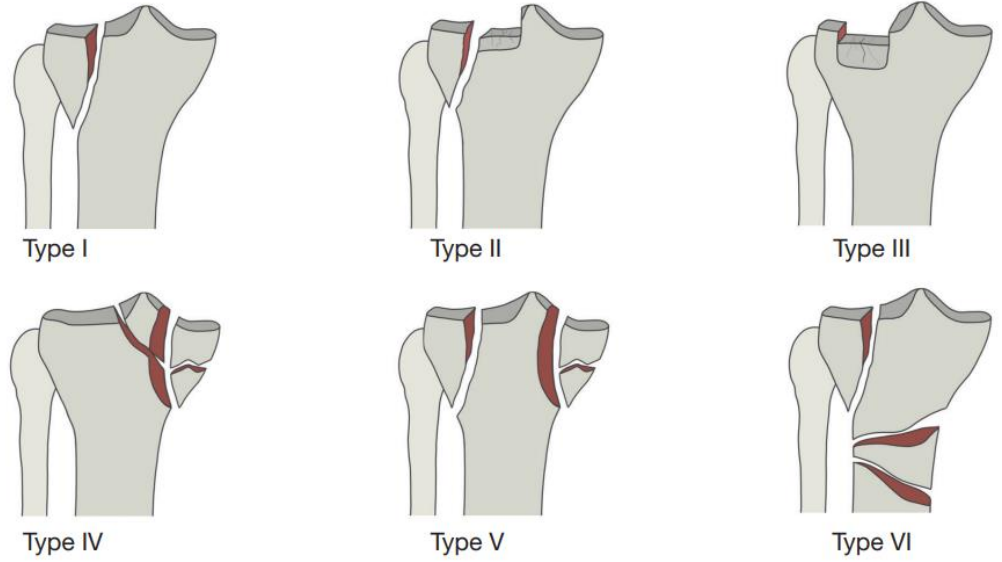
Sınıfı	Yara boyutu	Kontaminasyon	Kırık tipi	Doku hasarı
Grade 1	< 1 cm	Yok / Minimal	Basit transvers ya da oblik kırık	Hafif kas hasarı
Grade 2	1-10 cm	Orta derecede	Basit transvers ya da oblik kırık	Orta derecede kontüzyon
Grade 3	> 10 cm	Kontamine	Parçalı segmenter kırık	Kas, cilt ve nörovasküler yapıları içine alan geniş yumuşak doku lacerasyonu
3a	> 10 cm ancak cilt flebiyle sarılı	Kontamine	Parçalı segmenter kırık	Geniş yumuşak doku hasarı, minimal periost sıyrılması, mevcut cilt flebi ile yumuşak doku örtümü sağlanabiliyor.
3b	> 10 cm ancak cilt flebiyle örtülüyor	Kontamine	Parçalı segmenter kırık	Periost sıyrılması ile beraber ciddi yumuşak doku yaralanması, kemik örtümünü sağlamak için cilt flebi gerekiyor.
3c	Yara boyutundan bağımsız	Temiz / Kontamine	Tüm kırık tipleri olabilir	Tamiri gereken damar yaralanması mevcuttur.

Tabloya ek olarak segmenter, çok parçalı veya kemik defektli kırıklar, ağır kontaminasyon, üzerinden 8 – 12 saat geçmiş yaralanmalar ve ateşli silah yaralanmaları da yara ebatından bağımsız olarak tip 3 olarak değerlendirilir.



Şekil 16: Gustilo-Anderson sınıflaması

Günümüzde hala çok sayıda cerrah tarafından kullanılan Schatzker sınıflaması kemik yaralanmasını sagittal split, deprese eklem segmenti, medial plato kırığının varlığı veya yokluğu ve tibial platonun tibial şafta bağlı olup olmamasına göre tiplendirmiştir (Tablo 3) (Şekil 17) (59).



Şekil 17: Schatzker Sınıflaması

Tablo 3: Schatzker Sınıflaması

Tip	Tanımı
I	Lateral platonun kama şeklinde kırığı
II	Tip I'e ek olarak kalan lateral platonun depresyonu
III	İzole olarak lateral plato çökme kırığı
IV	Kama şeklinde medial plato kırığı
V	Bikondiler plato kırığı
VI	Metafizler-diyafizler uzanım gösteren plato kırığı

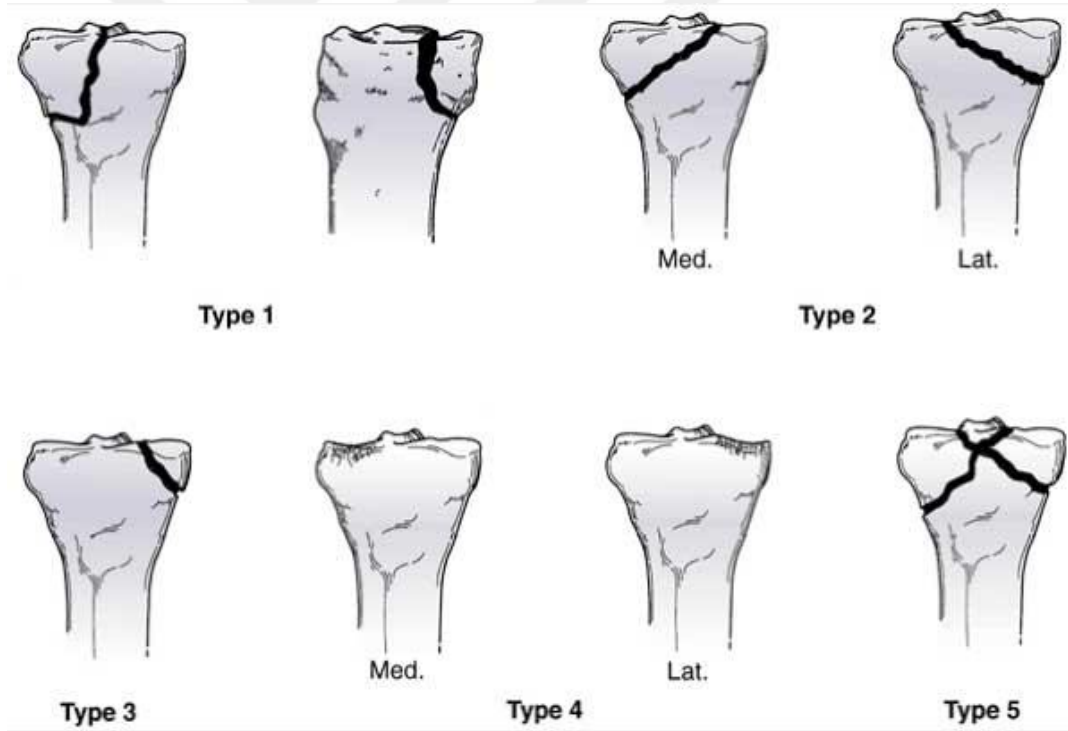
Tip II kırıklar, en sık olarak lateral menisküs ve posterolateral köşe yapılarına yönelik yumuşak doku yaralanmaları ile ilişkilidir. Schatzker tip III, kırıklar tipik olarak yaşlı hastalarda görülür ve femur kondilinin osteoporotik kemiğe çarpmasına neden olan bir valgus kuvvetinden kaynaklanır. Schatzker tip IV, kırıklar tipik olarak meydana gelmek için daha fazla enerji gerektirir. Femur, yer değiştirmiş medial tibial kondil boyunca öne doğru hareket edebildiğinden, diz çıkığı ve eşlik eden yumuşak doku yaralanması ile ilişkili olabilirler. Schatzker Tip VI kırıklar da metafizin diyafizden ayrılmasına neden olan yüksek enerjili yaralanmalardır. Tip IV-VI kırıklar en sık vasküler yaralanma ve kompartman sendromu ile ilişkili olan tiplerdir (59).

Tibial plato kırıklarının yaklaşık %10'u Schatzker sınıflandırmasına uymaz. Özellikle koronal düzlemde kırık hatları olan yüksek enerjili yaralanmalar ve plato kenarının avulsiyon kırıkları bunlara örnek olarak verilebilir. Bu tür kırıklar, karmaşık, çok düzlemli kırıklarla birlikte, üç boyutlu BT görüntülemenin kullanılmasıyla daha iyi değerlendirilebilir (65).

Schatzker sınıflamasına uymayan %10'luk kırıklar, kırıklı çıkıklar ve diz instabilitesi ile ilişkili kırıkların sınıflamasında 1977'de tanımlanan Hohl ve Moore sınıflaması yardımcı olabilmektedir (Tablo 4) (Şekil 18).

Tablo 4: Hohl ve Moore Sınıflaması

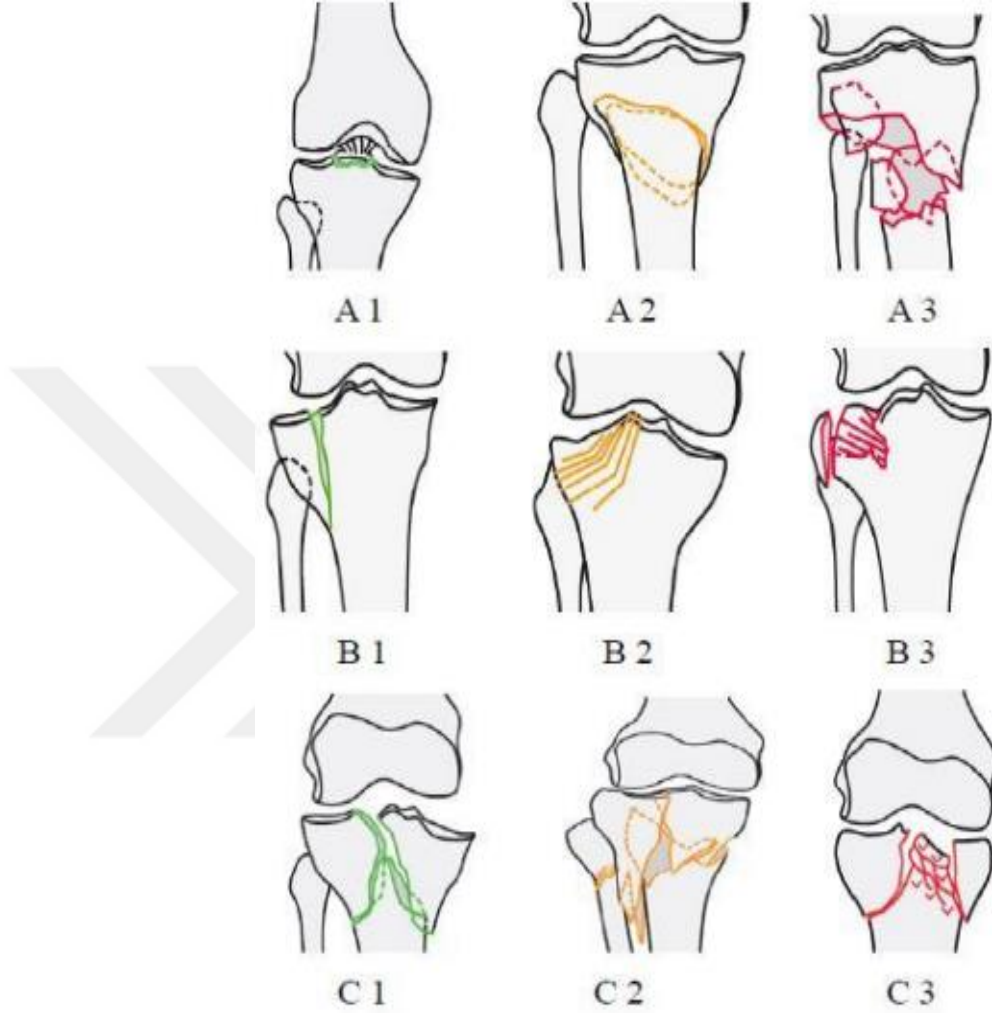
Tip	Tanımı
I	Koronal lineer kırık
II	Tüm kondil kırığı
III	Lateral platonun rim avülsiyonları
IV	Kompresyon kırığı
V	Dört parçalı kırık



Şekil 18: Hohl ve Moore Sınıflaması

Müller tarafından 1990'da AO/OTA (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Orthopaedic Trauma Association) sınıflandırması

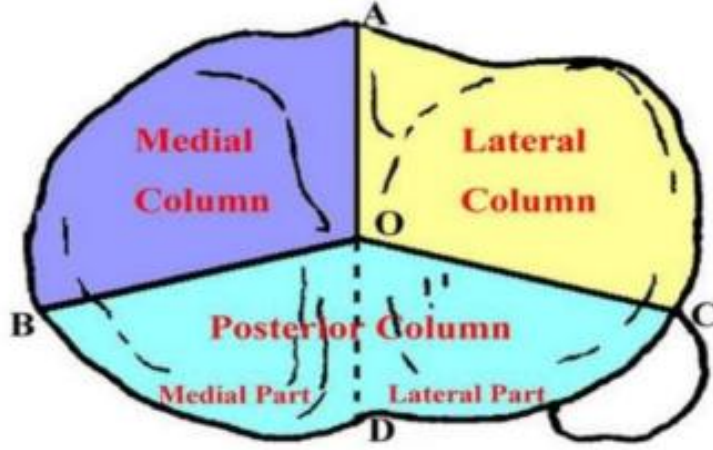
güncellenmiş olup plato kırıkları ekleme uzanımlarına, parçalanma ve çökme düzeylerine göre tiplere ayrılmıştır (Şekil 19).



Şekil 19: AO/OTA Sınıflaması

Son yıllarda bilgisayarlı tomografi ve bunun 3 boyutlu rekonstrüksiyonu kullanılarak yeni sınıflandırma sistemleri ortaya çıkmıştır. Bunların en önemlilerinden biri Luo ve arkadaşları tarafından tanımlanmış 3 kolon sistemidir (Şekil 20). Fibula başının hemen anterioru, tibial tüberkül ve tibia posteromedialindeki çıkıntı referans alınarak merkezde her iki tibial eminensin orta noktası yer alacak şekilde 3 adet çizgi çizilerek tibia platosu 3 kolona ayrılır. Arka kolon kırıkları seyrek görülmekle beraber cerrahisi oldukça zordur. Günümüzde bu tip kırıkların

açık reduksiyon ve internal fiksasyonu için prone pozisyonda posterior yaklaşım teknikleri tanımlanmış olup gittikçe daha sık kullanılır hale gelmektedir.



Şekil 20: Üç Kolon Sınıflaması

2.8. Radyolojik Değerlendirme

2.8.1. Direkt Radyografi

Tibia plato kırığı şüphesi olan tüm hastalarda ön-arka ve yan görüntülerde dizin ağırlık taşımayan düz radyografileri alınmalıdır. Bunlar, ilk tanıya, kırık paterninin sınıflandırılmasına yardımcı olur ve ilgili kuvvetler hakkında bir fikir verir. Standart grafiler, ağırlıklı olarak lateral plato kırıkları için %79 duyarlılığa sahip ortogonal antero-posterior (AP) ve lateral grafilerdir (Şekil 21). Eğik düz X-ışınları eklemek, duyarlılığı yaklaşık %85'e kadar artırır. Kaudal tilt plato görünümü, artiküler basamağın derecesini belirlemeye yardımcı olur. Ön-arka, lateral grafiler ve plato düzlemini gösteren 10-15 derece kaudal grafi standart çekilen grafilerdir. Özellikle kaudal grafi eklem yüzeyinin daha iyi değerlendirilmesine olanak sağlayarak depresyon ve yer değiştirmeyi daha iyi gösterir. Ek olarak anestezi altında varus-valgus stres grafileri de çekilerek kollateral ligament yaralanmaları ve eklem instabilitesi varlığı değerlendirilebilir. Kırığın karakteri net olarak ortaya konamıyorsa internal ve eksternal oblik grafiler her iki platoyu ayrı ayrı değerlendirmede faydalıdır. Bununla birlikte, özellikle osteoporozlu hastaların,

koronal düzlemde kırığı olan veya eşlik eden yumuşak doku yaralanması olan hastaların değerlendirilmesinde radyografiler yanıltıcı olabilir (66).

Tibia plato kırıklarının radyolojik değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken parametreler;

1. Eklem çökmesi
2. Kondiler genişleme (0-5 mm)
3. Koronal dizilim (MPTA $87^{\circ} \pm 5^{\circ}$)
4. Tibial uzunluk
5. Sagittal dizilim (PPTA $9^{\circ} \pm 5^{\circ}$)

Lateral tibial plato kırıkları, düşük enerjili travması olan yaşlı hastalarda daha yaygın olma eğilimindedir ve sıklıkla radyografik olarak gizlidir. Schatzker sınıflandırmasının temelini oluşturan AP radyografiler çoğu tibial plato kırığını tanımlarken, bazı kırık konfigürasyonları sadece lateral radyografilerde belirlenebilir. Yine de, ön tibial kondil kırığı olarak adlandırılanlar da dahil olmak üzere bazı kırık konfigürasyonları, kırık ve normal kemik arasındaki örtüşme nedeniyle ortogonal AP ve lateral diz düz X-ışınlarında sıklıkla gözden kaçırılır. Yaralanmaların gözden kaçırılmamasını sağlamak ve bunların doğru yönetimini kolaylaştırmak için lipoheamartroz varlığında BT taraması yoluyla kesitsel görüntülemenin yapılması önerilmektedir.



Şekil 21: Tibia plato kırığı direkt radyografi

2.8.2. Bilgisayarlı Tomografi

İlk çalışmalar ve bugüne kadar en sık kullanılan sınıflandırmalar standart düz radyografilere dayanmakta iken günümüzde BT taraması, eklem depresyonunun büyüklüğünü ölçmeye ve kırık hattı oryantasyonunu doğru bir şekilde tanımlayarak operatif planlamaya yardımcı olmakta, gizli kırıkları tanımlamada ve kırık konfigürasyonunu anlamada temel bir rol oynamaktadır. Minimal invaziv cerrahi ve perkütan teknikler için bir kılavuz görevi görerek yaralanma bölgesindeki doku diseksiyonunun miktarını sınırlamaya yardımcı olmaktadır.

BT kırığın parçalanma miktarını, uzanımını, depresyon ve yer değiştirme miktarını, kondiler genişleme düzeyini belirlemede en fazla yardımcı olan görüntüleme yöntemidir (Şekil 22). Özellikle komplike kırık tiplerinde, klasik kesitlere ek olarak üç boyutlu görüntüler de elde edilerek cerrahın kırığı daha detaylı değerlendirmesine imkan tanır. Günümüzde basit kırık tipleri dışında tüm plato kırıklarında tomografi çekilmesi önerilmektedir. BT ayrıca sirküler eksternal

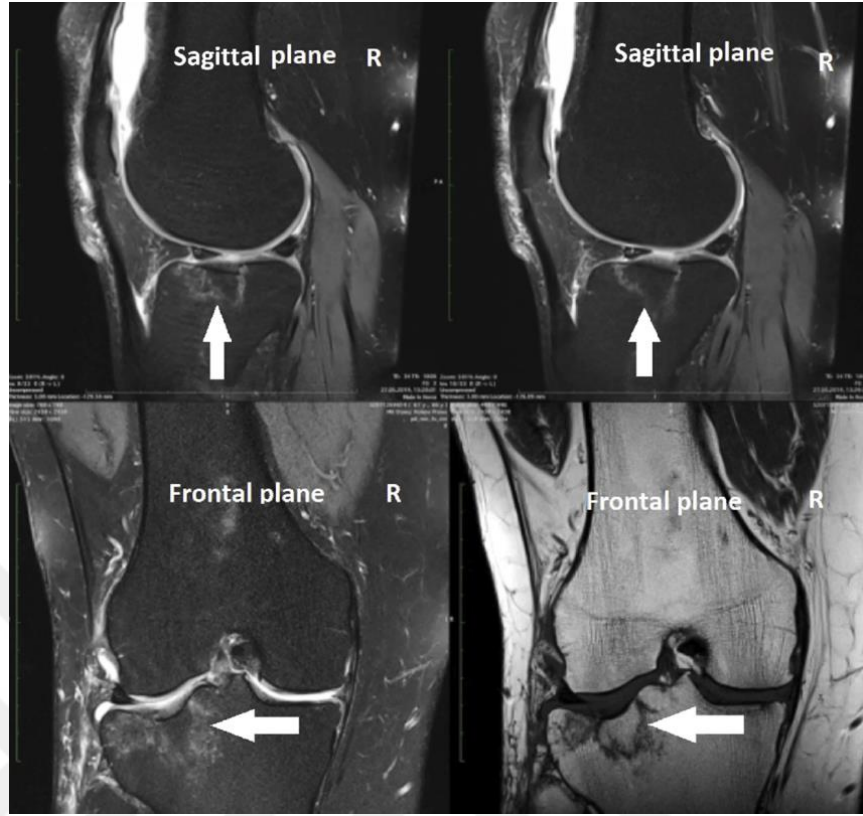
fiksatorlerin uygulanmasında preoperatif planlamada yol gösterici olup yüksek enerjili yaralanmalar sonucu oluşan tibia plato kırıklarında, fragmanların tespitinde uygulanacak kanüllü vidaların yönelimlerini ve sayılarını belirlemede de yardımcıdır (67).



Şekil 22: Tibia plato kırığı BT görüntüsü

2.8.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG eklemden depresyon ve kırığın yer değiştirmesini göstermede, gizli kırık hatlarını belirlemede geleneksel tomografi ile eşdeğer olarak saptanmıştır (Şekil 23). Özellikle kırıkla beraber menisküs, ÖÇB, AÇB, MCL ve LCL gibi yumuşak doku yaralanmalarını saptamada katkı sağlar. Yüksek enerjili kırıklarda yoğun eklem içi efüzyon sebebiyle meniskal ve ligamentöz yaralanmaları net olarak değerlendirmek mümkün olmayabilir. MRG özellikle platonun avulziyon kırıklarının ve stres kırıklarının saptanmasında yarar sağlar. Tüm bu faydalarına rağmen tibia plato kırıklarında MRG'nin rutin kullanımı konusu tartışmalı olup günümüzde en çok kabul gören yaklaşım, eğer cerrah ameliyatına yumuşak doku onarımı prosedürlerini de eklemeyi planlıyorsa yararlı olacağı yönündedir.



Şekil 23: Tibia plato kırığı MR görüntüsü

2.8.4. Doppler Ultrasonografi ve Anjiyografi

Doppler ultrasonografi diz kırıklı çıkıklarında ve yüksek enerjili kırıklarda olası vasküler yaralanmaların değerlendirilmesinde uygulanması kolay ve invaziv olmayan bir yöntem olması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Tanı koymada anjiyografiye göre sensitivitesi daha düşük olup intimal hasarı anjiyografi kadar doğrulukla göstermeyebilir.

Hastanın klinik bulgularıyla örtüşmeyen eklem çevresinde giderek artan hematoma, distal nabızların palpe edilememesi veya sağlam tarafla karşılaştırıldığında zayıf olarak palpe edilmesi ve hematokrit düzeyinde açıklanamayan düşme gibi durumlarda anjiyografi çekilmesi önerilir. Özellikle yüksek enerjili Schatzker tiplerinde vasküler yaralanma ihtimalinin yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (10).

2.9. Tedavi

Tibia plato kırıklarında tedavinin amacı; eklem anatomik restorasyonunun, alt ekstremitenin normal mekanik diziliminin sağlanarak fonksiyonel bir hareket açıklığına sahip, ağrısız, stabil bir diz eklemi elde etmek ve uzun dönemde postravmatik artrozdan kaçınmaktır. Günümüzde tibia plato kırıkları, yeni görüntüleme teknikleri ve yaklaşımların tanımlanmasıyla birlikte daha çok cerrahi olarak tedavi edilmekle beraber kısıtlı da olsa konservatif tedavinin de yeri mevcuttur.

2.9.1. Konservatif Tedavi

Net görüş birliği olmamakla beraber nondeplase ya da minimal deplase, eklemden 3 mm'den az basamaklanma, 5 mm'den az kondiler genişleme olan ve instabilitenin (10 dereceden varus-valgus instabilitesi) eşlik etmediği kırıklarda konservatif tedavi uygulanabilir. Aynı zamanda fonksiyonel beklentileri düşük, yaşlı, yatağa bağımlı hastalar, cerrahi açıdan yüksek risk taşıyan çok sayıda ek hastalığı bulunan hastalar veya mevcut şiddetli osteoartriti olan ve acil açık redüksiyon ve internal fiksasyon yerine gecikmiş eklem replasman artroplastisinin tercih edildiği hastalar için de konservatif tedavi uygulanabilir (69).

Konservatif tedavi, açılı ayarlı menteşeli dizlik uygulaması ya da uzun bacak alçı ile immobilizasyon ve kontrollü-kademeli hareket şeklinde uygulanır. Tedavide amaç, eklem anatomik restorasyonunu sağlamak yerine aksiyel dizilim ve diz hareketinin mümkün olduğunca geri kazandırılmasıdır. Sıklıkla uygulanan prosedür, en kısa sürede harekete başlanması ve 8 ile 12. haftalar arasında parsiyel yük verme sonrası kademeli olarak artırılarak tam yük vermeye geçilir. Konservatif tedavinin operasyona ikincil ek bir travma oluşturmaması, enfeksiyon riskinin olmaması, hastane yatışının olmaması veya minimal süre olması gibi avantajları olsa da redüksiyon kaybı, uzamış immobilizasyona bağlı tromboemboli, instabilite, hareket

kısıtlılığı, uzun dönemde artroz gelişme ihtimalinde artma gibi dezavantajları da mevcuttur (70).

2.9.2. Cerrahi Tedavi

Eklem uyumunu, mekanik dizilimi ve bağ stabilitesini yeniden sağlamak ve erken mobilizasyona izin vermek için tibial plato kırıklarında çoğunlukla cerrahi tedavi gereklidir. Tibia plato kırığının cerrahi fiksasyonu için endikasyonlar Tablo 5'de özetlenmiştir. Tibial plato kırığının çoğu için anterolateral cerrahi yaklaşım kullanılır. Gerdy tüberkülü üzerinde ve patellar tendonun lateralinde eğrisel bir kesi gerektirir (70).

Tablo 5: Tibia Plato Kırıklarının Fiksasyonu İçin Endikasyonlar

Lateral plato kırığı: >3 mm artiküler basamaklanma, >5 mm kondiler genişleme veya varus veya valgus instabilitesi
Yer değiştirmiş medial plato kırığı
Bikondiler kırık
Nörovasküler yaralanma
Açık kırıklar
Eşlik eden ligament yaralanması mevcudiyeti
Kompartman sendromu
Frontal plandaki posterior kondiler kırıklı çıkıklar

Düşük enerjili izole kapalı tibia plato kırıklı hastada yumuşak doku cerrahiye elverişli ise ameliyatın zamanlaması, uygun görüntülemelerin yapılması sonrası cerrahi ekibin preoperatif planlamasına ve ameliyatta kullanılacak implantların hazırlığına bağlıdır. Yüksek enerjili kırıklarda periartiküler yumuşak dokuda ödem ve şişlik gelişmesi beklendiğinden mümkünse ilk 24 saat içinde ameliyatı gerçekleştirmek en uygundur. Şayet bu mümkün değilse ödemin gerilemesini takiben (yaklaşık 4-5 gün) ameliyatın yapılması daha uygundur (63).

Yüksek enerjili açık plato kırıklarında ya da yumuşak doku durumunun açık cerrahiye uygun olmadığı kapalı kırıklarda, aşırı instabilite ya da nörovasküler yaralanma varlığında veya multitravmalı hastada hasar kontrol yaklaşımına uygun şekilde geçici olarak eksternal fiksatör uygulanabilir. Genellikle ödemin ve şişliğin

gerilemesini ve varsa cilt yaralarının iyileşmesini takiben ilk 2 hafta içerisinde nihai açık cerrahiye geçilebilir. Açık cerrahinin 3-4 haftadan daha uzun süre geciktirilmesi bölgede kallus oluşumu meydana geleceğinden önerilmez (71).

Ameliyatın zamanlamasına karar verildikten sonra mutlaka detaylı ve iyi bir cerrahi planlama yapılmalıdır. Kırığın yeri, tipi, çökme ve deplasman miktarı detaylı değerlendirilmelidir. Bu doğrultuda yardımcı olarak BT veya üç boyutlu BT çekilmelidir. Eşlik eden ligament ve menisküs yaralanması varsa ve aynı seansta müdahale edilecek ise preoperatif MRG çektirilmelidir. Bikondiler tipte bir kırık mevcut ise hangi tarafın öncelikle fiks edileceği belirlenmelidir. Kemik greftine gerek olup olmadığı, hangi insizyonla sahaya yaklaşılabileceği ve hangi implantların kullanılacağı planlanmalıdır. Uygulanacak plağın uzunluğu ve yerleşimi, yine kullanılacak ise kanüllü vidaların pozisyonu ve sayısı kararlaştırılmalıdır. Bunların önceden planlanması turnike süresini kısaltacağı gibi enfeksiyon riskini de azaltacaktır (72).

Hasta genel veya spinal anestezi altında, uygulanacak yaklaşıma göre supin ya da prone pozisyonda ameliyat masasına yatırılır. Eğer uygulanacak ise diz fleksiyona getirilip kuadris kasının distale kaymasına izin verilerek turnike konulabilir. Ameliyat esnasında otogreft gerekebileceği düşünülüyor ise aynı taraf iliak kanat steril olarak hazırlanır ve örtülür. Hastanın ve masanın pozisyonu, floroskopi ile intraoperatif net görüntüler alınmasına izin verecek şekilde ayarlanmalıdır.

Tibia platosuna ulaşım için farklı cerrahi yaklaşımlar tanımlanmıştır. İyi bir cerrahi yaklaşım sahada maksimum görüş alanı sağlamanın yanı sıra, vital yapıları korumalı ve minimal hasar oluşturmalıdır. Günümüzde genel olarak çoğu lateral ve bikondiler plato kırıklarında anterolateral yaklaşım kullanılmaktadır. Anterior orta hat insizyonu ile girilip her iki platoya ulaşım olarak sağlayan yaklaşım ile ilgili yüksek komplikasyon oranları bildirilmiş olup tercih edilmesi önerilmemektedir.

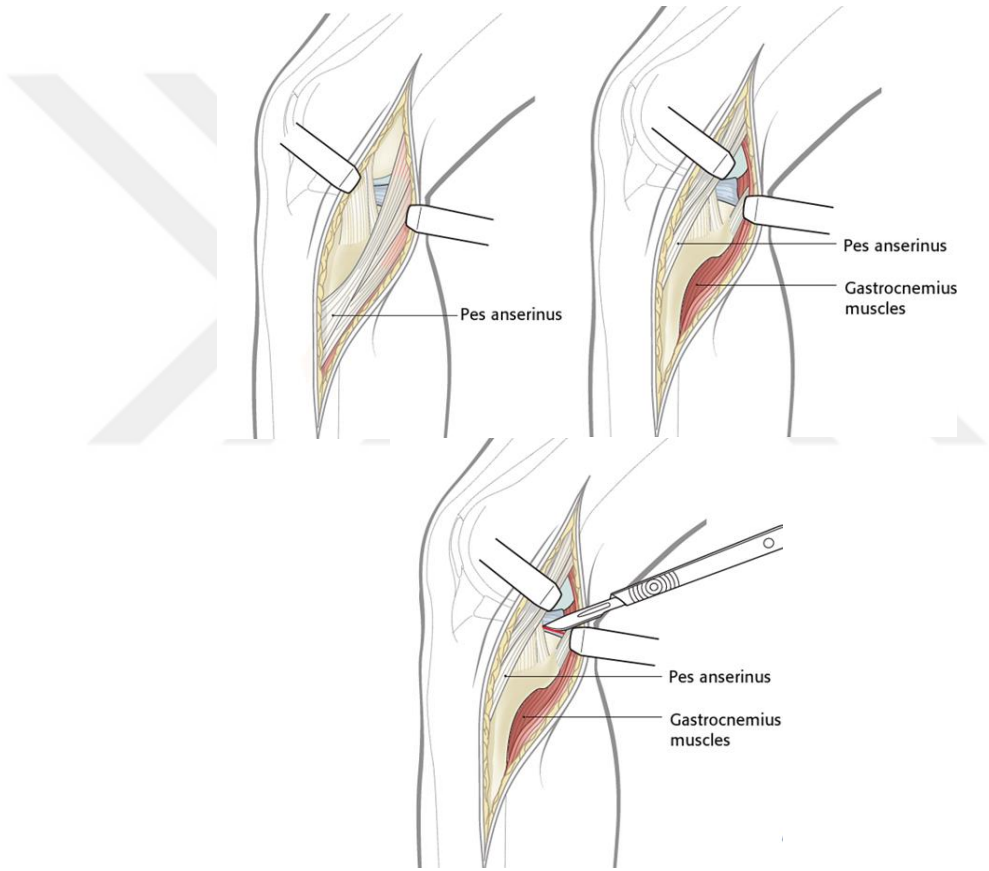
Anterolateral yaklaşım: Öncelikle insizyon için tibia krest, patella, fibula başı ve Gerdy tüberkülü gibi referans noktalar işaretlenir. İnsizyon proksimalde femur lateral epikondili seviyesinden başlayıp Gerdy tüberkülü üzerinde hafifçe kıvrılarak distalde tibia krestinin 1,5-2 cm lateralinde sonlanır. İnsizyon yapıldıktan sonra cilt altı yağ dokusunu fasyadan ayırmadan keskin diseksiyon ile derinleştirilir. Fasya geçildikten sonra altındaki kapsül korunacak şekilde iliotibial bant Gerdy tüberkülü üzerinde kaldırılır. Lateral plato yüzeyi için redüksiyon yapılması planlanıyor ise meniskotibial ligamentleri de içine alacak şekilde submeniskal transvers artrotomi uygulanır. Lateral menisküs yırtık açısından değerlendirilir ve kaldırılır. Lateral eklem yüzü direkt olarak görülerek redüksiyon sağlanır (Şekil 24) (73).

Bu yaklaşım ile lateral menisküse ve eklem yüzüne direkt erişim sağlanırken lateral plak-vida uygulaması da mümkün olmaktadır. Yine lateralden uygulanan plaktan gönderilen çoklu vidalar ile medial kırık fragmanı çektilerilerek medial plato fiks edilebilir. Ancak medial platonun ileri derecede deplase kırıkları genellikle direkt redüksiyon ve fiksasyon ihtiyacı gösterdiğinden genellikle ikinci bir yaklaşım gerekli olmaktadır.



Şekil 24: Anterolateral yaklaşım

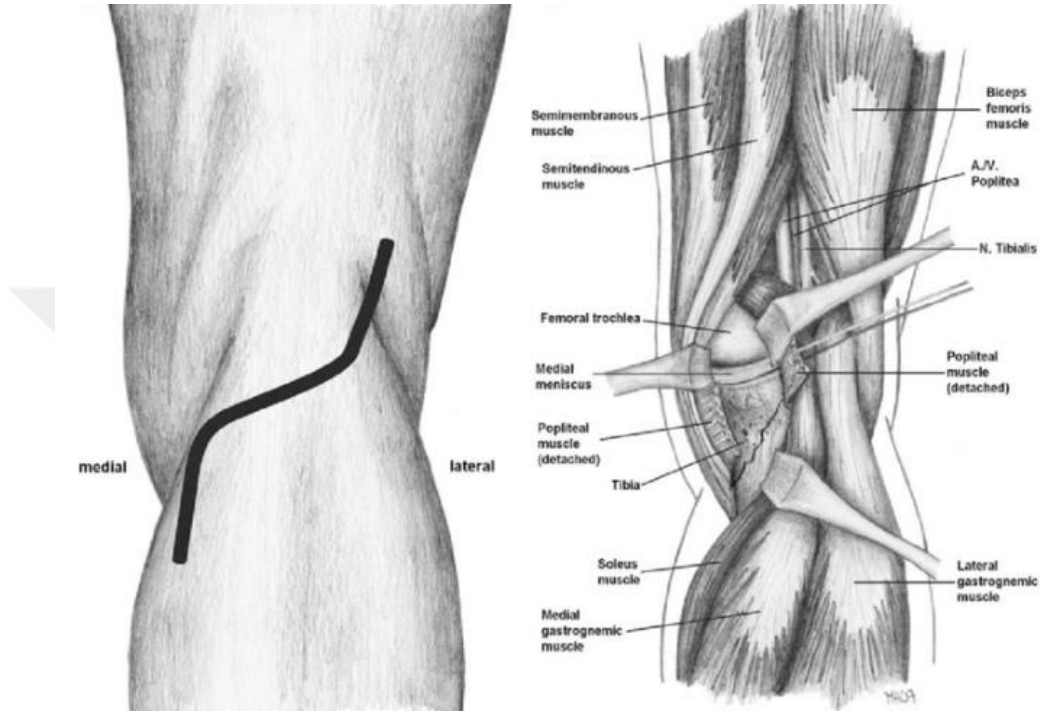
Posteromedial yaklaşım: Tibia posteromedial kenarı belirlenerek 1 cm arkasından cilt insizyonu yapılır. Yüzeysel diseksiyon esnasında safen ven ve sinir korunur. Derinde pes anserinus tendonları bulunarak posterior veya anteriora mobilize edilir. Medial gastrokinemus posteromedial tibiadan kaldırılarak medial plato ortaya konur (Şekil 25). Eklem görülmek isteniyorsa anterolateral yaklaşımda olduğu gibi submensikal artrotomi yapılarak diz valgusa getirilir. Medial plato redükte edilerek mediale veya posteromediale kırık fragmanlarına butress etkisi sağlamak için plak yerleştirilebilir (74).



Şekil 25: Posteromedial yaklaşım

Posterior yaklaşım: Bu yaklaşım, izole posterior plato kırıklarında ya da kompleks kırık tiplerinde anterolateral yaklaşımla beraber kombine olarak uygulanabilir. Hasta ameliyat masasına prone pozisyonda yatırılıp turnike uygulanır. S ya da ters L şeklinde bir insizyon ile insizyonun transvers komponenti eklem

çizgisinde olacak şekilde orta hattın süperiorundan başlanıp distal mediale uzanılır. Tam kat fasyokutanöz flepler oluşturulur. Gastroknemiusun medial başı ve popliteus kası subperiostal kaldırılarak laterale ekarte edilir. Tibia platosunun posteromediali görülerek redüksiyon ve fiksasyon uygulanır (Şekil 26) (75).



Şekil 26: Posterior yaklaşım

Günümüzde plato kırıklarında altın standart cerrahi tedavi açık redüksiyon ve internal fiksasyondur. Bu amaçla buttress plaklar ve/veya kansellöz vidalarla tespit sağlanabilir. Bu teknik temelde tüm kırık tiplerinde uygulanabilmekle beraber yumuşak doku örtümünün açık cerrahiye uygun olması gerekmektedir. Yumuşak dokunun ileri derecede hasar gördüğü, yüksek enerjili komplike tibia plato kırıklarında ARİF uygulaması mümkün olmayacağı için başka cerrahi teknikler önerilmektedir.

Son yıllarda özellikle metafizer parçalanmanın eşlik ettiği plato kırıklarında, kırık parçaların geniş diseksiyonlarından kaçınılarak indirekt ve daha az invazif yöntemlerin uygulanmasına yönelik eğilim artmaktadır. Bu yaklaşımın amacı, yumuşak dokuda minimal hasar oluşturarak, dokuların kanlanmasını koruyarak

kemik stabilizasyonunu sağlamak ve komplikasyonları en az düzeye indirmektir. Bu teknikle kırık direkt olarak görülemeyeceği için anatomik redüksiyonu sağlamak oldukça güçtür (76).

Geniş çaplı bir ameliyatı kaldıramayacak genel durumu bozuk hastalarda, insizyon alanındaki cildin açık cerrahiye elverişli olmadığı durumlarda, açık kırıklı hastalarda uygulanabilecek bir diğer teknik kapalı redüksiyon ve perkütanöz vida tespittir Manuel traksiyon ya da Weber klempı ile redüksiyon sağlanır. Kırık tipine göre genellikle 2 ya da 3 adet 6,5 mm'lik kanüllü vidalar ile fiksasyon sağlanır.

Schatzker I, II ve III kırıkların cerrahi tedavisinde son yıllarda artroskopi kullanımı giderek artmaktadır. Bu kırıklarda artroskopi ile eklem yüzü, menisküsler ve çapraz bağların durumu ayrıntılı bir şekilde değerlendirilebilir, ek olarak eklem yüzeyinin redüksiyonu direkt olarak görülebilir. Açık cerrahiye kıyasla daha az morbiditeye sahip olması, menisküs ve ligament yaralanmalarının tanısına ve tedavisine imkan sağlaması, ufak boyutlu intraartiküler fragmanların lavajla temizlenebilmesi gibi avantajları mevcuttur. Tip IV, V ve VI gibi yüksek enerjili Schatzker kırıklarında ise sıvının ekstrevaZe olmasına bağı kompartman sendromu riski artmaktadır (77).

Tibia plato kırıklarında internal tespit ile çok iyi bir stabilite sağlanabilse de bikondiler, diafize uzanım gösteren yüksek enerjili kırıklarda ve yumuşak doku hasarının mevcut olduğı hastalarda yara iyileşme problemleri, enfeksiyon ve osteomyelit riski yüksektir. Bu tip kırıklarda, daha az yumuşak doku hasarı oluşturması ve çok parçalı kırık fragmanları arasında kompresyona izin verecek şekilde sistem üzerinde ayarlamalar yapılabilmesi nedeniyle eksternal fiksatör uygulaması iyi bir seçenektir. Eksternal fiksatör üzerinde kırığın iyileşme sürecinde dinamizasyon yapılabilir. Bu sayede metafizer alanda geç kaynama ya da kaynamama durumlarında yardımcı olabilir. Ayrıca deformite veya dizilim bozukluğu durumlarında eksternal fiksatör üzerinden düzeltme yapılabilir.

Eklem yüzeyinde çökme bulunan tibia plato kırıklarında çöken fragmanların kaldırılması sonrası redüksiyonun korunması için ortaya çıkan metafizer boşluğun greftlenmesi çok sayıda ortopedist tarafından kabul gören yaygın bir görüştür. Bu

amaçla en sık kansellöz ve kortikal otogreftler olmak üzere allogreft ve kalsiyum-fosfat sement uygulaması da kullanılmaktadır. Fakat kemik greftlerinin ameliyat süresinin uzaması, kanama miktarının artması, donör sahada persiste eden ağrı ve enfeksiyon, yine allogreft uygulamalarında hastalık geçişi gibi çok sayıda minör ve majör komplikasyonu olduğu unutulmamalıdır.

2.10. Postoperatif Bakım ve Rehabilitasyon

Tibia plato kırıklarından sonra rehabilitasyonun amacı, ekstremitede ödem ve ağrı kontrolü sağlayarak eklem sertliğini önlemek, kuadriseps kas gücünü artırmak, normal proprioseptif duyuyu geri kazandırarak diz fonksiyonlarını iyileştirmektir.

Erken postoperatif dönemde cerrahi alanda şişlik ve ödem beklenen bir durum olduğu için ekstremitte elevasyonda tutulmalı ve ilk 48 saat mutlaka soğuk uygulama yapılmalıdır. Derin ven trombozunu (DVT) önlemek için düşük molekül ağırlıklı heparin tedavisine cerrahiden 6 saat sonra başlanmalıdır. Postoperatif ilk 24-48 saat 1. kuşak sefalosporin tedavisi uygulanmalıdır Dren konulmuş ise 24-48 saat içerisinde çekilmelidir.

Radyografik birleşme tam ağırlık vermeye ilerlemek için bir belirteç olarak kullanılabilir. En sık olarak, cerrahlar tarafından 4-6 haftalık çeşitli kısmi ağırlık taşıma protokolleri tercih edilir. İlginç bir şekilde, Thewlis ve arkadaşları, yürüme analizi çalışmasıyla, kısmi ağırlık taşıması talimatı verilen hastaların ağırlık taşıma durumlarını kendi kendilerine düzenlediklerini, ancak yine de bu gerçeğin sonuçları etkilemediğini göstermiştir. Polat ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, tam yük vermenin 12 haftadan fazla ertelenmesi durumunda, fonksiyonel sonuçların daha kötü olduğunu bulmuşlardır, bu nedenle 6 hafta boyunca kısmi ağırlık vermeyi, ardından ameliyat sonrası 6 ila 12 hafta arasında tam ağırlık vermeyi önermişlerdir (78).

Tibia plato kırıkları hastaların yaşamlarını önemli ölçüde etkilemiş, yaşam kalitelerini düşürmüş ve sportif faaliyetlere katılımı azaltmıştır. Robertson ve arkadaşları inceleme çalışmasında, tibia plato kırığı geçiren hastaların diğer yaralanma türlerine kıyasla spora dönüş oranlarının daha düşük olduğunu bildirmektedir. Her 5 hastadan 1'inden azı ağrı, diz eklemi sertliği, instabilite ve

yeniden yaralanma korkusu gibi bildirilen ana sorunlarla birlikte yaralanma öncesi aktivite seviyelerine geri döner. Bu gerçek, hastaların memnuniyetini ve aktivite düzeyini iyileştirmeye çalışmak için bu hastaların devam eden rehabilitasyonuna olan ihtiyacı aydınlatmaktadır (78,79).

2.11. Komplikasyonlar

Normal anatomi ve stabilite yeniden sağlandığında tibia plato kırıklarından sonra orta vadeli fonksiyonel sonuçlar genellikle mükemmeldir. Yaralanmalarından önce rekreasyonel bir spora katılan hastaların en az yarısı, yüksek enerjili kırık paternleri veya açık kırıkları olanlarda ve erkek hastalarda şans azalmış olsa da, tekrar tekrar spora dönmeyi düşünebilir. Ameliyattan 5 yıl sonra, hastaların yaklaşık üçte birinde travma sonrası artrit gelişebilir. Risk faktörleri arasında bikondiler ve parçalı kırıklar, menisküsün çıkarılıp çıkarılmadığı (tamir edilmek yerine), rezidüel instabilite, normalden $>5^{\circ}$ dizilim bozukluğu ve yetersiz redüksiyon yer alır (80).

Tibia plato kırığı nedeniyle açık redüksiyon ve internal tespit yapılan hastaların %6'sında derin cerrahi alan enfeksiyonu görülmektedir. Enfeksiyon, özellikle sigara içenlerde, obezlerde, açık kırığı olanlarda ve eş zamanlı kompartman sendromunu tedavi etmek için fasyotominin gerekli olduğu kişilerde daha sık meydana gelmektedir. Enfeksiyon durumunda seri debridmanlar uygulanmalı, gerileme elde edilemezse implantlar çıkarılıp gerekirse eksternal fiksator uygulaması yapılmalıdır. (79).

Tibia plato kırıklarında nonunion, bölgenin kansellöz kemik yapısı ve zengin vasküler beslenmesi dolayısıyla nadir olarak karşımıza çıkar. Özellikle kalıcı varus dizilim bozukluğu, medial kompartman artrozuna yol açabilir. Lateral plato kırıklarında valgus deformitesi gelişme ihtimali daha fazlayken medial platoyu içeren izole ya da her iki plato kırıklarında varus deformitesi görülmesi daha olasıdır (80).

Tibial plato kırıkları sonrası diğer komplikasyonlar; artrofibroze ikincil kontraktürler, eklem sertliği, septik artrit ve başlangıçtaki yaralanmadan veya cerrahinin bir sonucu olarak kalıcı nörovasküler yaralanmalardır. Posttravmatik artrit

tibia plato kırıklarının uzun dönemde meydana gelen en önemli komplikasyonudur. Eklem yüzeyinin anatomik reduksiyonun, normal aksiyal dizilimin ve stabilitenin sağlanamaması en önemli nedenleridir. Tibia plato kırıklarında cerrahi tedavi uygulanan hastalarda konservatif tedavi uygulananlara göre posttravmatik artroz daha az sıklıkla görülmektedir (81,82).



3. MATERİYAL VE METOD

Hastanemiz etik kurulundan 24.05.2021 tarihli 48670771-514.10 sayılı onay alındı.

Mayıs 2021 - Mayıs 2022 tarihleri arasında T.C. Sağlık Bakanlığı Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Acil Ortopedi Polikliniği'ne travma öyküsü sonrası diz ağrısı ve hareket kısıtlılığı şikayetiyle ayaktan başvuran ya da 112 Acil Sağlık ekipleri tarafından getirilen hastalar değerlendirildi. 18 yaş ve üstü, tibia platosunda çökmenin mevcut olduğu, nörovasküler yaralanmanın eşlik etmediği kapalı kırıklar, kırık olan dizinden daha önce geçirilmiş cerrahi öyküsü bulunmayan ve tarafımızca operasyon kararı alınan 21 hasta çalışmaya alındı. 18 yaş altı, daha önce diz cerrahisi geçirmiş olan, deplasman göstermeyen, izole split, nörovasküler yaralanmaların eşlik ettiği açık tibia plato kırığı olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Hastanemiz Acil Ortopedi Polikliniği'nde travma sonrası diz ağrısı şikayeti bulunan hastalar muayene edildikten sonra rutin iki yönlü (anteroposterior ve lateral) diz röntgenleri istendi. Tibia plato kırığı saptanan hastalara uzun bacak alçı atel yapılarak soğuk uygulama ve elevasyon anlatıldı. Multitravma yönetimine uygun olacak şekilde ilgili hastalardan olası ek yaralanmalar açısından gerekli konsültasyonlar (Anestezi ve Reanimasyon, Kalp ve Damar Cerrahisi, Nöroşirürji, Genel Cerrahi, Plastik ve Rekonstruktif Cerrahi) istendi. İleri değerlendirme, cerrahi planlama ve eklem içi ve çevresi yumuşak dokular (çapraz bağlar, menisküsler, kollateral ligamentler) ile kırıkta yaralanmalarının değerlendirilmesi amacıyla diz BT ve diz MRG'leri istendi. Hastalar detaylı bilgilendirilerek sözlü ve yazılı olarak aydınlatılmış onamları alındı. Preoperatif anestezi hazırlıkları kapsamında her hastadan rutin EKG (elektrokardiyografi), posteroanterior akciğer röntgeni, rutin hemogram, biyokimya (üre, kreatinin, eGFR, AST, ALT, ALP, LDH, bilirubin, serum elektrolitleri), ELİSA (HBsAg, Anti-HCV, Anti-HİV) ve koagülasyon parametreleri (INR, PT, aPTT) istendi.

Yumuşak doku durumu ve şişliği elverişli olan, komorbiditesi olmayan hastalar nöbetçi anestezi ekibiyle konuşularak preoperatif gerekli açlık süresinin tamamlanmasını takiben aynı gün ameliyata alındı. Diğer hastalar düşük molekül ağırlıklı heparin (Enoksaparin sodyum 40 mg) tedavisi başlanarak hastanemiz acil travma müşahade alanında kompartman sendromu açısından takip edildi ve ertesi sabah servisimize yatırıldı.

Ameliyatlar, hastalar spinal veya genel anestezi altındayken floroskopi kontrolünde gerçekleştirildi. Tibianın iç rotasyonuna izin verecek şekilde kalça altına ve 20-30 derece kadar fleksiyonda duracak şekilde diz altına silikon destek konularak supin pozisyonunda ve turnike altında çalışıldı. Tüm hastalara ameliyata başlamadan 30 dk önce 2 gram sefazolin intravenöz olarak uygulandı. Yine tüm hastalar anestezi altında ameliyat öncesi muayene edildi. Steril saha örtümü ve boyamayı takiben kılavuz kemik noktalar (patella, fibula başı, femur lateral epikondili, tibial krest, Gerdy tüberkülü) işaretlenerek standart anterolateral yaklaşım uygulandı. İliotibial bant üzerinden tibia krestinin 2 cm lateraline doğru Gerdy tüberkülü üzerinden geçecek şekilde hafif kıvrımlı cilt insizyonu yapıldı. Cilt altı ve fasya, yağ dokusu ayrıştırılmadan keskin diseksiyonla geçilerek tam kat fasyokutanöz flepler oluşturuldu. İliotibial bant Gerdy tüberkülü üzerinden keskin diseksiyonla kaldırıldı ve kapsül görüldü. Tibialis anterior kası tibianın proksimal lateral yüzeyinden kaldırılarak posteriora reflekte edildi. Meniskotibial ligamentler, tibial kenardan menisküs anterior kökü korunarak kesildi ve submeniskal transvers artrotomi uygulandı. Lateral menisküs periferinden 2 adet PDS (polidioksanon) sütür geçilerek menisküs eleve edildi ve diz hafifçe varusa alınarak eklem yüzeyi görüldü. Lateral eklem yüzeyindeki çökmüş fragmanlar kırık hattından veya açılan kortikal pencereden elevatör ve küret yardımıyla kaldırılarak direkt görüş altında anatomik redüksiyon sağlandı. Medial platonun da kırık olduğu vakalarda indirekt olarak manuel traksiyon, redüksiyon forsepsleri ve kalın K telleri yardımıyla redüksiyon yapılarak subkondral K telleri ile geçici olarak fikse edildi. Floroskopi ile her iki planda görüntü alınarak kontrol sağlandı ve uygun pozisyonunda “L” şekilli proksimal tibia lateral kilitli anatomik plağı konuldu. Ardından oluşan metafizer defekte bağlı tekrar çökmeyi önlemek amacıyla eklem fragmanlarını desteklemek ve aynı zamanda

gap oluşumunu önleyerek kırık fragmanlarını sıkıştırmak için 5.5 mm başsız yiv aralıkları vidanın proksimalinden distaline doğru azalan kanüllü kompresyon vidaları kullanıldı. Fragmanların büyüklüğüne ve yerleşimine uygun şekilde lateralde plağın superiorundan ya da plak uygulanmadı ise izole olarak tibia eklem hattının hemen altından, medialde ise skopi kontrolünde stab insizyonlar yapılarak subkondral 2 ya da 3 adet serbest vida uygulandı. Hiçbir hastada greft uygulaması yapılmadı. 12 hastada lateral menisküs yırtığı, 1 hastada total ön çapraz bağ rüptürü, 1 hastada ön çapraz bağ avulziyon kırığı saptandı. Kompleks yırtıklara sınırlı parsiyel menisektomi uygulandı. Longitudinal, radial ve oblik yırtıklar onarıldı. Son olarak daha önce uygulanmış olan PDS sütürler plak üzerindeki deliklerden geçirilerek menisküsler plato üzerinde anatomik yerine redukte edilerek sabitlendi. Ön çapraz bağ yırtığı olan 1 hastaya ameliyat süresinin uzaması, postoperatif kompartman sendromu ve artrofibrozis gibi komplikasyonlar göz önünde bulundurularak kırık iyileşmesini takiben tekrar değerlendirilmek üzere müdahale edilmedi. Redüksiyon ve tespit skopi ile son kez kontrol edildi. Ardından turnike açılıp kanama kontrolü yapılmasını takiben fasya altına 1 adet dren konularak katlar anatomik olarak kapatıldı.

Postoperatif ilk gün ağrı kontrolü sağlamak amacıyla tüm hastalara uzun bacak alçı atel uygulandı. Serviste soğuk uygulama ve elevasyona başlanarak şişlik inene kadar devam edildi. Hastalara postoperatif 48 saat süreyle profilaktik 1. kuşak sefalosporin uygulandı. Yine DVT'yi önlemek amacıyla profilaktik olarak düşük molekül ağırlıklı heparin (Enoksaparin sodyum 40 mg) postoperatif 6. saat başlanarak hasta yeterli düzeyde mobilize olana kadar sürdürüldü. Postoperatif 1. gün drenin çekilmesini takiben atel çıkarılıp açılı ayarlı diz breysi takılarak 0-30 derece fleksiyona izin verecek şekilde ayarlandı ve ödemin azalmasını takiben ilk hafta içerisinde kuadriseps güçlendirme egzersizlerine başlandı. 15. gün breys 0-60 derece, 1. Ay sonunda 0-90 derece olacak şekilde ayarlanarak hareket kademeli olarak artırıldı ve 6. haftada breys çıkarıldı. Klinik muayene ve radyolojik olarak kaynama yeterli değerlendirilene kadar (ortalama 8-10 hafta) hastalara yük verdirilmedi.

Postoperatif dönemde bu tip kırıklarda rutin olarak yapıldığı üzere 15. günde suturelerin alınması, insizyon bölgesinin kontrolü ve röntgen kontrolü, 1., 2., 3. ve 6. ay poliklinik kontrollerinde rutin iki yönlü diz röntgeni ve 1. yıl kontrollerinde iki yönlü diz röntgenine ek olarak diz MRG ile değerlendirildi.

Hastalar 1. yıl kontrollerinde Rasmussen Klinik ve Radyolojik Kriterleri'ne ve Lysholm Diz Skorum Ölçeği'ne göre değerlendirilerek skorlamaları ve muayeneleri yapıldı. Rasmussen skorum sisteminde, klinik olarak hastalar ağrı durumu, yürüme kapasitesi, diz ekstansiyon derecesi, eklem hareket açıklığı ve stabilite başlıkları altında 0-6 arasında puanlanarak toplam skor kötü, orta, iyi ya da mükemmel olarak değerlendirildi (Tablo 6). Radyolojik olarak eklem çökme miktarı, varus ve valgus açılanması, kondillerde genişleme miktarına göre aynı şekilde puanlama yapılarak toplam skor elde edildi (Tablo 7). Lysholm Ölçeği'nde ise hastalar destek kullanımı, aksama, ağrı, instabilite, kilitlenme hissi, şişlik, merdiven çıkma ve çömelme kapasitesi başlıkları altında değerlendirilerek toplamda 100 üzerinden puanlandı (Tablo 8).

Hastaların yaşı, cinsiyeti, boyu, kilosu, beden kitle indeksi, ek hastalıkları, sigara, alkol ve madde kullanım durumları, kırığın oluş mekanizması, travmanın şiddeti, preoperatif ve postoperatif eklemdeki çökme ve kondiler genişleme miktarları, eşlik eden bağ ve menisküs yaralanmaları, Schatzker ve AO/OTA Sınıflaması'na göre kırık tipleri, ek yaralanmalar, cerrahi süresi, anestezi şekli, postoperatif harekete başlama ve yük verme süresi, hastanede kalış süresi, kırığın kaynama süresi, komplikasyonlar ve postoperatif 1. yıl kontrollerinde Rasmussen ve Lysholm Skorları kaydedilerek istatistiksel analizleri yapıldı

Tablo 6: Rasmussen Klinik Değerlendirme Kriterleri ve Skoru

1. AĞRI	PUAN	2. YÜRÜME KAPASİTESİ	PUAN
Yok	6	Normal	6
Ara sıra ağrı	5	Açık havada yürüyüş > 1 saat	4
Belirli pozisyonlarda ani ağrı	4	Açık havada yürüyüş 15 dakika – 1 saat	3
Aktivite sonrası sabit ağrı	2	Açık havada yürüyüş < 15 dakika	2
İstirahatte olan anlamlı ağrı	0	Yalnız ev içinde yürüyüş	1
		Tekerlekli sandalye veya yatakta	0
3. DİZ EKSTANSİYONU	PUAN	4. HAREKET AÇISI (ROM)	PUAN
Normal	6	Tam	6
<10° ekstansiyon kısıtlılığı	4	120°’den fazla	5
>10° ekstansiyon kısıtlılığı	2	90° – 120° arası	4
>20° ekstansiyon kısıtlılığı	0	60° – 90° arası	2
		60° den az	1
5. STABİLİTE	PUAN	SONUÇ	PUAN
Ekstansiyonda ve 20° fleksiyonda normal	6	MÜKEMMEL	27-30
20° fleksiyonda anormal stabilite	5	İYİ	20-26
Ekstansiyonda 10°’den az instabilite	4	ORTA	10-19
Ekstansiyonda 10°’den fazla instabilite	2	KÖTÜ	<10

Tablo 7: Rasmussen Radyolojik Değerlendirme Kriterleri ve Skoru

1. EKLEM ÇÖKMESİ	PUAN	2. VARUS VE VALGUS AÇILANMASI	PUAN
Yok	6	Yok	6
<5 mm	4	10°'den az	4
6 – 10 mm	2	10° - 20° arası	2
>10 mm	0	20°'den fazla	0
İstirahatte olan anlamlı ağrı	0		
3. KONDİLER GENİŞLEME	PUAN	SONUÇ	PUAN
Yok	6	MÜKEMMEL	18
<5 mm	4	İYİ	12-17
6 – 10	2	ORTA	6-11
>10 mm	0	KÖTÜ	<6

Tablo 8: Lysholm Diz Skorlama Ölçeği

1. AKSAMA	PUAN	5. AĞRI	PUAN
Yürüken aksamam olmaz	5	Dizimde ağrı yok	25
Yürürken hafif veya aralıklı aksarım	3	Zorladığımda olan hafif ve geçici ağrı	20
Yürürken şiddetli ve sürekli aksarım	0	Zorladığımda olan belirgin ağrı	15
		1,5 km yürüyünce belirgin ağrı	10
		1,5 km'den az yürüyünce olan belirgin ağrı	5
		Dizimde sürekli ağrı var	0
2. DESTEK (baston, koltuk değneği)	PUAN	6. ŞİŞLİK	PUAN
İhtiyacım olmuyor	5	Yok	10
Baston veya koltuk değneği kullanıyorum	2	Zorlanma ile	6
Yükün tamamını desteğe veriyorum	0	Günlük işlerden sonra bile dizim şişiyor	2
		Dizim sürekli şiş	0
3. DİZDE KİLİTLENME HİSSİ	PUAN	7. MERDİVEN ÇIKMAK	PUAN
Dizimde kilitlenme yok	15	Sorun yok	10
Takılma hissi var ama kilitlenme yok	10	Hafif sorunlu	6
Dizimde ara sıra kilitlenme olur	6	Basamakları tek tek çıkabiliyorum	2
Dizimde sık sık kilitlenme olur	2	Çıkamıyorum	0
Şimdi bile kilitlenme var	0		
4. DİZ EKLEM İNSTABİLİTESİ	PUAN	8. ÇÖMELME	PUAN
Yok	25	Çömelirken sorun yaşamıyorum	5
Zorlayıcı aktivite ve atletizm yaparken nadiren	20	Hafif sorun yaşıyorum	4
Zorlayıcı aktivite ve atletizm yaparken sık	15	Dizimi 90°'den fazla bükemiyorum	2
Günlük işler sırasında nadiren	10	Mümkün değil	0
Günlük işler sırasında sık	5		
Her adımda	0		
	SONUÇ	91-100: MÜKEMMEL 65-83: ORTA	84-90: İYİ 0-64: KÖTÜ

İstatistiksel yöntem: Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra Shapiro – Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakılmış, normal dağılım gösteren değişkenlerin zaman karşılaştırmalarında eşlendirilmiş t testi, çoklu gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi, ikili grupların karşılaştırmasında bağımsız t testi, nitel verilerin karşılaştırmalarında ki-kare testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamıza toplam 21 hasta dahil edildi. Hastaların yaşları 18 ile 61 arasında olup ortalama yaş 41,57 olarak saptandı. Ortalama boy 169,52 cm, kilo 81,14 kg ve vücut kitle indeksi (VKİ) 28,39 kg/m² olarak hesaplandı (Tablo 9).

Tablo 9: Çalışmaya katılan hastaların yaş, boy, kilo ve VKİ ortalamaları

	N	Minimum	Maximum	Ort±SS
Yaş	21	18	61	41,57±13,52
Boy (cm)	21	141	181	169,52±9,17
Kilo (Kg)	21	53	120	81,14±15,65
VKİ	21	19,95	41,02	28,39±5,89

Çalışmaya katılan 21 hastanın 15'i erkek (%71,43), 6'sı kadın (%28,57) olup 10 hastada sağ taraf (%47,62), 11 hastada ise sol taraf tibia plato (52,38) kırığı saptandı. Anamnezlerinden alınan bilgilere göre 6 hastada diabetes mellitus (DM), 5 hastada hipertansiyon (HT) ve 3 hastada osteoporoz tanılarının olduğu öğrenildi. Hastaların 13'ü düzenli sigara içicisi olup 4 hastanın haftada en az 3 gün alkol tüketimi öyküsü vardı (Tablo 10, Tablo 11).

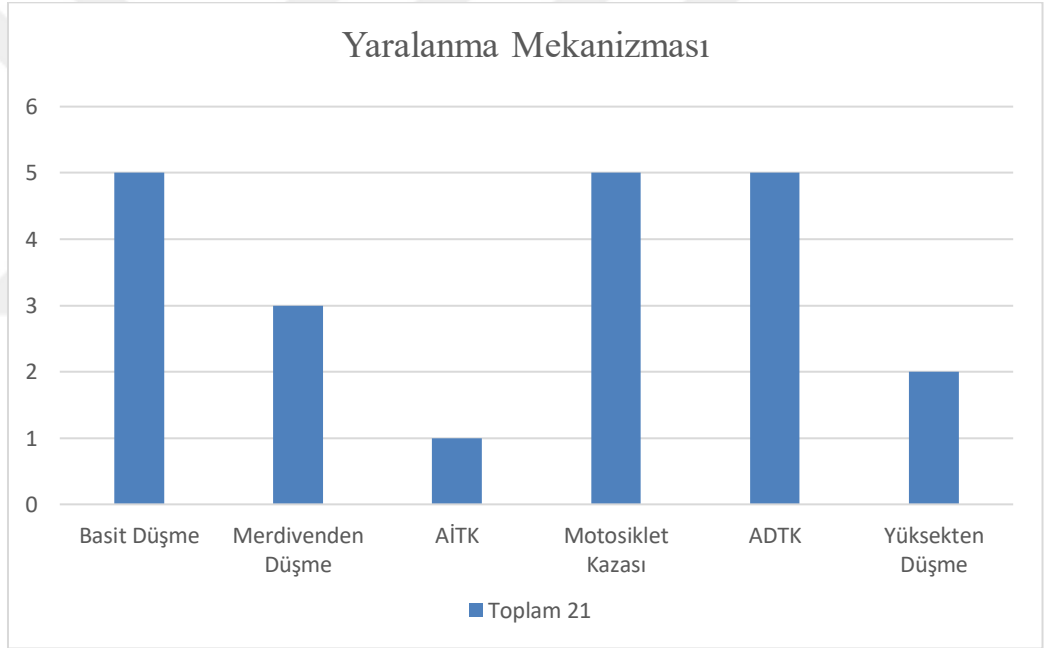
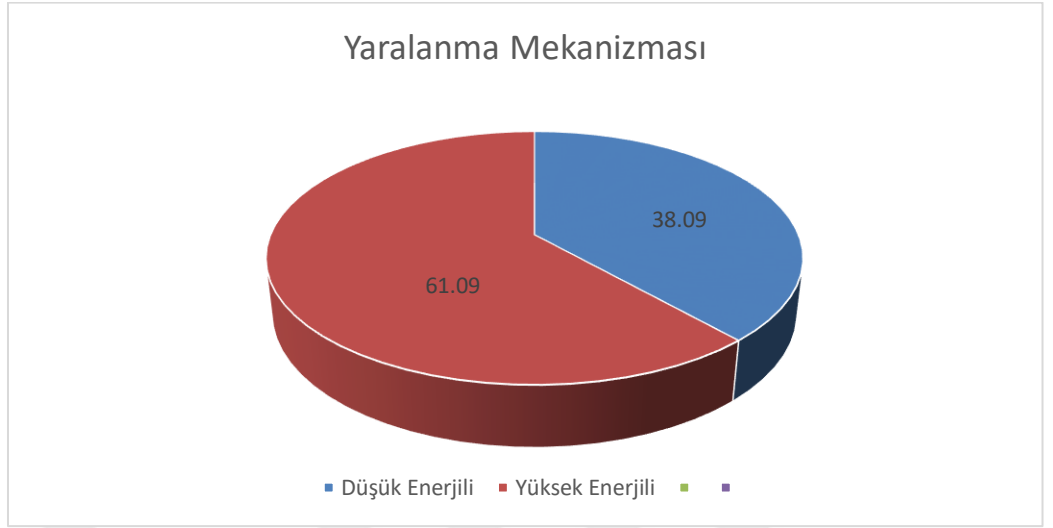
Tablo 10: Hastaların cinsiyet, taraf, ek hastalık, sigara ve alkol kullanımına göre dağılımları

		n	%
Cinsiyet	Erkek	15	71,43
	Kadın	6	28,57
Taraf	Sağ	10	47,62
	Sol	11	52,38
DM	Yok	15	71,43
	Var	6	28,57
HT	Yok	16	76,20
	Var	5	23,80
Sigara	Yok	8	38,10
	Var	13	61,90
Alkol	Yok	17	80,95
	Var	4	19,05

Tablo 11: Hastaların yaş, cinsiyet, etkilenen taraf, VKİ, ek hastalık, sigara ve madde kullanımı bilgileri

Hasta Numarası	Yaş	Cinsiyet	Taraf	VKİ	Ek Hastalık	Sigara / Madde Kullanımı
1	60	E	R	34,20	HT, DM	YOK
2	58	K	R	25,09	DM	SİGARA
3	46	E	L	33,02	YOK	SİGARA
4	45	K	L	41,01	HT, DM	YOK
5	47	E	L	26,12	YOK	SİGARA
6	27	E	R	21,62	YOK	MADDE, SİGARA, ALKOL
7	36	E	R	25,24	YOK	SİGARA
8	58	E	L	28,68	HT, DM	YOK
9	24	E	L	29,38	YOK	SİGARA
10	56	K	R	37,72	HT, DM	SİGARA
11	50	K	L	25,71	HT	YOK
12	18	E	R	24,62	YOK	SİGARA
13	42	E	L	35,49	HEREDİTER TROMBOFİLİ	YOK
14	61	E	R	23,51	YOK	SİGARA
15	30	E	L	24,07	YOK	SİGARA, ALKOL
16	36	K	R	25,39	YOK	SİGARA, ALKOL
17	36	E	L	23,93	YOK	SİGARA
18	29	E	L	25,94	YOK	YOK
19	20	K	L	19,94	YOK	SİGARA, ALKOL
20	41	E	R	27,04	YOK	YOK
21	53	E	R	38,30	DM	YOK

Hastaların 8'inde (%38,09) yaralanma düşük enerjili bir travma ile meydana geldi. Bu hastaların 5'i basit düşme ve 3'ü birkaç basamak merdivenden düşme öyküsüyle hastanemiz acil servisine başvurdular. Yüksek enerjili travma ile oluşan kırıklar (%61,91) 13 hastada meydana gelmiş olup bunların 1'i araç içi trafik kazası (AİTK), 5'i motosiklet kazası, 5'i araç dışı trafik kazası (ADTK) ve 2'si ise yüksekten düşme şeklinde oluştu. Aynı zamanda 1 hastada eşlik eden karşı ekstremitte tibia shaft kırığı nedeniyle intrameduller çivi ile fiksasyon uygulandı. 1 hasta L1 vertebra kompresyon kırığı, 1 hasta pubik kol kırığı, 1 hasta klavikula kırığı, 1 hasta distal radius kırığı ve 3 hasta ise multipl kosta kırıkları nedeniyle konservatif takip edildi (Tablo 12, Tablo 13 ve Şekil 27).



Şekil 27: Yaralanma mekanizmaları

Tablo 12: Yaralanma mekanizmaları ve eklem içi ek yaralanmaların dağılımı

		n	%
Mekanizma	Düşük enerjili	8	38,09
	Yüksek enerjili	13	61,91
Ek Yaralanmalar	Yok	8	38,09
	Var	13	61,91
Lateral Menisküs Yırtığı	Yok	9	42,86
	Var	12	57,14
ÖÇB Ruptürü (Total+ Parsiyel+Avulz. Kırığı)	Yok	18	85,71
	Var	3	14,29

Tablo 13: Yaralanma mekanizması ve ek yaralanmalar

Hasta Numarası	Yaralanma Mekanizması	Ek Yaralanmalar
1	AİTK (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (LONGİTUDİNAL)
2	BASİT DÜŞME (DÜŞÜK ENERJİLİ)	YOK
3	MOTOR TK (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (OBLİK), TOTAL ÖÇB RÜPTÜRÜ
4	MERDİVENDEN DÜŞME (DÜŞÜK ENERJİLİ)	YOK
5	MOTOR TK (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (RADİAL)
6	ADTK (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (LONGİTUDİNAL)
7	YÜKSEKTEN DÜŞME (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (OBLİK)
8	ADTK (YÜKSEK ENERJİLİ)	PARSİYEL ÖÇB RÜPTÜRÜ
9	MOTOR TK (YÜKSEK ENERJİLİ)	YOK
10	BASİT DÜŞME (DÜŞÜK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (KOMPLEKS)
11	ADTK (YÜKSEK ENERJİLİ)	YOK
12	ADTK (YÜKSEK ENERJİLİ)	YOK
13	YÜKSEKTEN DÜŞME (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (RADİAL)
14	MOTOR TK (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (LONGİTUDİNAL)
15	MERDİVENDEN DÜŞME (DÜŞÜK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (KOVA SAPI), ÖÇB AVULZİYON KIRIĞI
16	MERDİVENDEN DÜŞME (DÜŞÜK ENERJİLİ)	YOK
17	BASİT DÜŞME (DÜŞÜK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (RADİAL)
18	BASİT DÜŞME (DÜŞÜK ENERJİLİ)	YOK
19	MOTOR TK (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (KOMPLEKS)
20	BASİT DÜŞME (DÜŞÜK ENERJİLİ)	YOK
21	ADTK (YÜKSEK ENERJİLİ)	LATERAL MENİSKÜS YIRTIĞI (LONGİTUDİNAL)

AO/OTA sınıflamasına göre 4 hastada tip 41B2 (%19,05), 11 hastada tip 41B3 (%52,38) ve 6 hastada tip 41C (28,57); Schatzker sınıflamasına göre ise 4 hastada tip 3 (%19,05), 11 hastada tip 2 (% 52,38), 2 hastada tip 5 (%9,52) ve 4 hastada tip 6 (%19,04) tibia plato kırığı tespit edildi (Tablo 14).

Tablo 14: Kırıkların AO/OTA ve Schatzker tiplerine göre dağılımları

		n	%
AO	41B2	4	19,05
	41B3	11	52,38
	41C	6	28,57
	2	11	52,38
	3	4	19,05
	5	2	9,52
Schatzker	6	4	19,05

Çalışmaya katılan 21 hastanın 16'sı spinal anestezi (%76,19), 5'i genel anestezi (%23,81) altında opere edildi. 4 hastada sadece vida (%19,05), 17 hastada ise plak ve serbest vidaların kombine kullanımı ile fiksasyon uygulandı (Tablo 15).

Tablo 15: Hastalara uygulanan anestezi şekli ve fiksasyon tekniği açısından dağılımları

		n	%
Anestezi Şekli	Genel Anestezi	5	23,81
	Spinal Anestezi	16	76,19
	Sadece Vida	4	19,05
	Kombine plak-vida	17	80,95
Fiksasyon Tekniği			

Hastaların preoperatif eklem yüzeyi çökme miktarlarının ortalaması 14,74 mm (10,5 mm – 36,8 mm) olup postoperatif 1. yıl çökme ortalaması 1,14 mm (0 mm – 4,2 mm) olarak hesaplandı. Preoperatif kondiler genişleme miktarı ortalaması 5,26 mm (2,8 mm – 16,4 mm), postoperatif 1. yıl bu değer ortalama 0,69 mm (0 mm – 2,8 mm) olarak saptandı (Tablo 16).

Tablo 16: Hastaların preoperatif ve postoperatif 1. yıl eklem yüzeyindeki çökme ve kondiler genişleme miktarları

	N	Minimum	Maximum	Ort±SS
Preop Çökme Miktarı (mm)	21	10,5	36,8	14,74±5,62
Postop Çökme (mm)	21	0	4,2	1,14±1,48
Preop Kondiler Genişleme (mm)	21	2,8	16,4	5,26±3,01
Postop Kondiler Genişleme (mm)	21	0	2,8	0,69±1,01

Ortalama operasyon süresi 91,67 dakika olarak tespit edildi. Hastalar ameliyat sonrası en erken 2. gün, en geç 7. günde taburcu edildi. Kırıkların ortalama kaynama süresi 13,24 hafta olarak bulundu. Hastalara en erken postoperatif 8. haftada, en geç 14. haftada yük verildi (Tablo 17).

Tablo 17: Ortalama ameliyat, hastanede yatış, kaynama ve yük verme süreleri

	N	Minimum	Maximum	Ort±SS
Ameliyat Süresi (Dk)	21	60	150	91,67±20,45
Hastanede Yatış Süresi (Gün)	21	2	7	3,67±1,28
Kaynama Süresi (Hafta)	21	8	24	13,24±3,82
Yük Verme Süresi (Hafta)	21	8	14	9,52±1,78

Hastaların postoperatif 1. yıl RKS skorları ortalama 26,67 (20-29), RRS skorları 16,57 (14-18), Lysholm skorları ise 85,17 (69-95) olarak hesaplandı (Tablo 18, Tablo 19, Tablo 20, Tablo 21, Şekil 28, Şekil 29, Şekil 30).

Tablo 18: Postoperatif 1. yıl RKS, RRS ve Lysholm skorlarının ortalamaları

	N	Minimum	Maximum	Ort±SS
RKS	21	20	29	26,67±2,35
RRS	21	14	18	16,57±1,43
Lysholm	21	69	95	85,71±6,5

Tablo 19: Hastaların RRS skorları

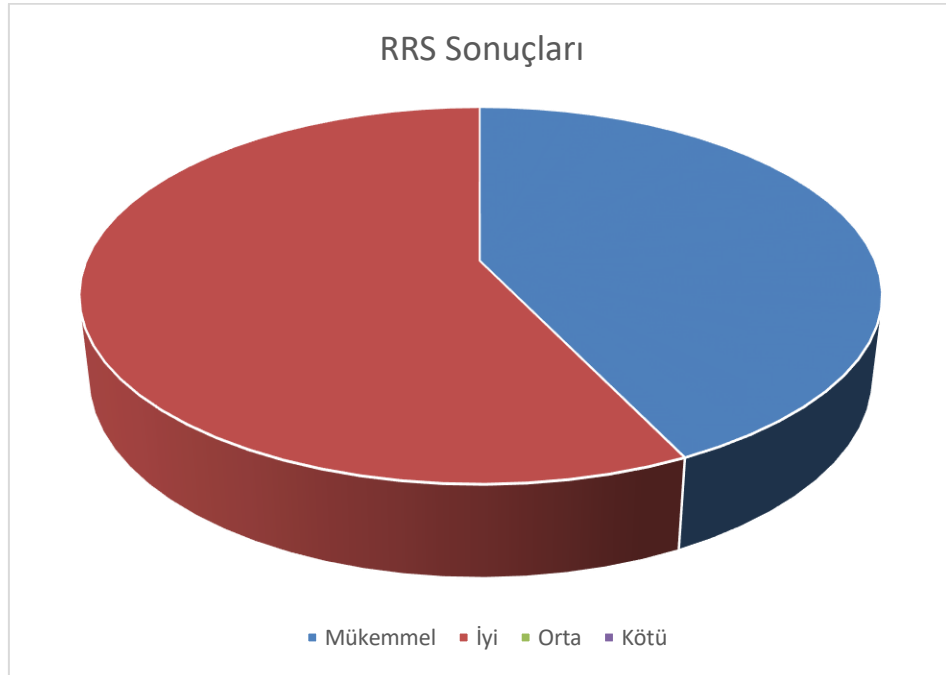
HASTA NUMARASI	EKLEM ÇÖKMESİ	VARUS VE VALGUS AÇILANMASI	KONDİLLERDE GENİŞLEME	SONUÇ
1	6	6	4	16
2	6	6	4	16
3	4	6	4	14
4	6	6	6	18
5	6	6	6	18
6	4	6	6	16
7	4	6	4	14
8	6	6	6	18
9	6	6	6	18
10	4	6	6	16
11	6	6	6	18
12	6	6	6	18
13	4	6	4	14
14	4	6	6	16
15	4	6	6	16
16	6	6	6	18
17	6	6	4	16
18	6	6	6	18
19	6	6	6	18
20	4	6	6	16
21	6	6	4	16

Tablo 20: Hastaların RKS skorları

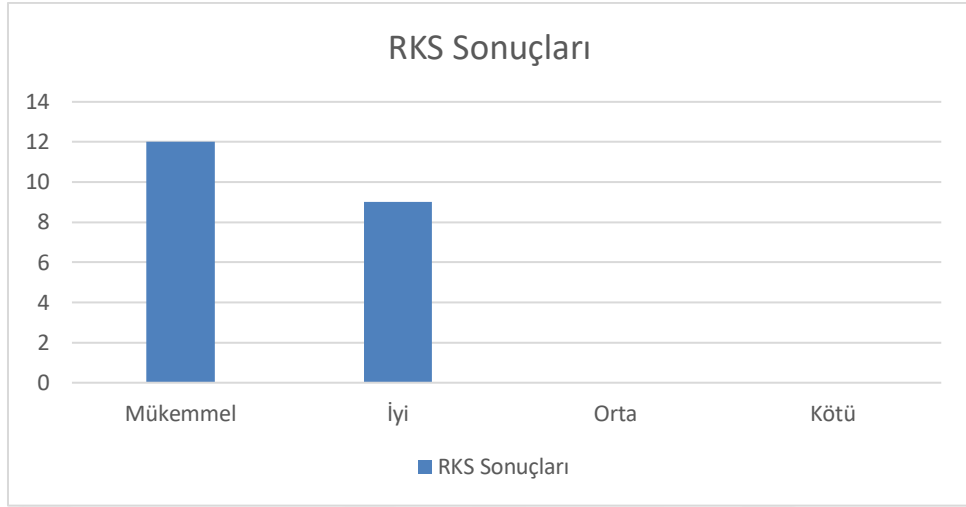
Hasta Numarası	Ağrı	Yürüme Kapasitesi	Diz Ekstansiyonu	ROM	Stabilite	Sonuç
1	5	6	6	6	6	29
2	5	6	6	6	6	29
3	5	4	2	4	5	20
4	5	4	6	6	6	27
5	5	6	6	6	6	29
6	6	6	6	5	6	29
7	5	4	4	5	5	23
8	5	4	6	5	6	26
9	5	4	4	6	6	25
10	5	4	6	5	6	26
11	5	6	4	5	6	26
12	5	6	6	5	6	28
13	5	4	4	5	6	24
14	5	6	6	6	5	28
15	5	6	4	5	5	25
16	5	6	4	5	6	26
17	5	6	6	6	6	29
18	5	6	6	5	6	28
19	5	4	6	6	6	27
20	5	6	6	6	6	29
21	6	6	4	5	6	27

Tablo 21: Hastaların Lysholm skorları

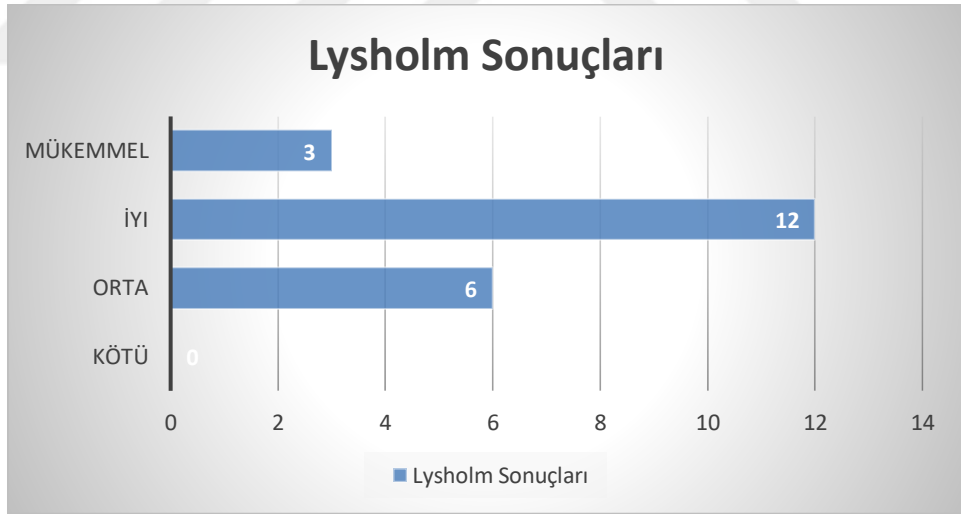
Hasta Numarası	Aksama	Destek	Dizde Kilitlenme Hissi	Eklem İnstabilitesi	Ağrı	Şişlik	Merdiven Çıkmak	Çömelme	Sonuç
1	5	5	15	20	20	10	6	4	85
2	5	5	10	25	20	10	10	4	89
3	3	5	10	15	20	6	6	4	69
4	5	5	15	20	20	10	6	4	85
5	5	5	15	25	20	6	6	4	86
6	5	5	15	25	20	10	10	4	94
7	3	5	6	25	20	10	6	2	77
8	3	5	15	15	20	10	6	4	78
9	5	5	10	25	20	10	6	4	85
10	5	5	15	20	20	6	6	4	81
11	3	5	15	25	20	10	6	4	88
12	5	5	15	25	25	10	6	4	95
13	5	5	15	20	20	6	6	4	81
14	5	5	15	20	25	10	6	4	90
15	5	5	10	25	20	10	6	4	85
16	5	5	15	20	20	6	6	4	81
17	5	5	15	20	20	10	10	4	89
18	5	5	15	25	25	10	6	4	95
19	5	5	15	25	20	10	10	4	94
20	3	5	15	25	20	10	6	4	88
21	5	5	10	25	20	10	6	4	85



Şekil 28: RRS Sonuçları



Şekil 29: RKS Sonuçları



Şekil 30: Lysholm Sonuçları

Hastaların yaşları ile RKS, RRS, Lysholm skorları, preoperatif ve postoperatif 1. yıl çökme miktarları, preoperatif ve postoperatif 1. yıl kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı. VKİ ile hastaların yaşı, RKS, RRS, preoperatif ve postoperatif çökme miktarları preoperatif

ve postoperatif kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamakla beraber VKİ ile Lysholm skorları arasında negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulundu (Tablo 22).

Tablo 22: Hastaların yaş ve VKİ'leri ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

		Yaş	VKİ
RKS	r	-0,086	-0,221
	p	0,709	0,336
RRS	r	-0,239	-0,204
	p	0,296	0,375
Lysholm	r	-0,409	-0,483
	p	0,066	0,026
Preop Çökme Miktarı	r	-0,098	0,073
	p	0,673	0,752
Postop Çökme Miktarı	r	0,106	0,095
	p	0,649	0,681
Preop Kondiler Genişleme	r	0,065	0,193
	p	0,781	0,402
Postop Kondiler Genişleme	r	0,280	0,281
	p	0,218	0,217

Hastaların cinsiyetleri ile RKS, RRS, Lysholm skorları, preoperatif ve postoperatif çökme miktarları, preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (Tablo 23).

Tablo 23: Hastaların cinsiyetleri ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

	Erkek n:15	Kadın n:6	p
RKS	26,6±2,72	26,83±1,17	0,843
RRS	16,27±1,49	17,33±1,03	0,126
Lysholm	85,47±7,14	86,33±5,05	0,790
Preop Çökme Miktarı (mm)	15,74±6,38	12,23±1,25	0,204
Postop Çökme Miktarı (mm)	1,28±1,5	0,8±1,49	0,515
Preop Kondiler Genişleme (mm)	5,73±3,35	4,08±1,54	0,269
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,84±1,09	0,3±0,73	0,281

Hastaların sigara ve alkol kullanımları ile RKS, RRS, Lysholm skorları, preoperatif ve postoperatif çökme miktarları, preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (Tablo 24, Tablo 25).

Tablo 24: Hastaların sigara kullanım durumları ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

	Sigara (-) n:8	Sigara (+) n:13	p
RKS	26,63±1,51	26,69±2,81	0,951
RRS	16,75±1,49	16,46±1,45	0,666
Lysholm	84,75±5,2	86,31±7,32	0,607
Preop Çökme Miktarı (mm)	12,56±1,15	16,08±6,83	0,169
Postop Çökme Miktarı (mm)	0,79±1,49	1,36±1,49	0,401
Preop Kondiler Genişleme (mm)	4,48±1,24	5,74±3,68	0,363
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,7±0,97	0,68±1,08	0,961

Tablo 25: Hastaların alkol kullanım durumları ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

	Alkol (-) n:17	Alkol (+) n:4	p
RKS	26,65±2,52	26,75±1,71	0,940
RRS	16,47±1,51	17±1,16	0,521
Lysholm	85,06±6,51	88,5±6,56	0,354
Preop Çökme Miktarı (mm)	14,71±6,2	14,88±2,27	0,958
Postop Çökme Miktarı (mm)	1,1±1,5	1,33±1,59	0,792
Preop Kondiler Genişleme (mm)	5,42±3,32	4,58±0,78	0,627
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,85±1,07	0±0	0,136

Yüksek enerjili ve düşük enerjili mekanizmalarla meydana gelen kırıklar sonrası hastaların postoperatif 1. yıl RKS, RRS, Lysholm skorları karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlenmedi. Preoperatif çökme ve kondiler genişleme miktarları sayısal olarak yüksek enerjili kırıklarda daha yüksek olmakla beraber preoperatif ve postoperatif çökme miktarları, preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (Tablo 26).

Tablo 26: Yaralanmaların oluş mekanizmaları ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

	Düşük Enerjili n:8	Yüksek Enerjili n:13	p
RKS	27,38±1,6	26,23±2,68	0,290
RRS	16,75±1,04	16,46±1,66	0,666
Lysholm	86,63±4,66	85,15±7,54	0,627
Preop Çökme Miktarı (mm)	12,68±1,69	16,01±6,8	0,194
Postop Çökme Miktarı (mm)	1,15±1,42	1,14±1,57	0,987
Preop Kondiler Genişleme (mm)	5,06±1,72	5,38±3,65	0,823
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,48±0,88	0,82±1,1	0,469

Yüksek enerjili mekanizmalarla meydana gelen kırıklarda, düşük enerjili yaralanmalara göre eşlik eden menisküs ve çapraz bağ yırtıklarının istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu bulundu (Tablo 27).

Tablo 27: Yaralanma mekanizması ile ek yaralanmaların kıyaslanması

		Düşük Enerjili	Yüksek Enerjili	p
Ek	Yok	5 62,50%	3 23,07%	
Yaralanmalar	Var	3 37,50%	10 76,93%	0,049

Yine ek meniskal ve ön çapraz bağ yaralanmalarının mevcut olduğu hastalarda RKS, RRS ve Lysholm skorları istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük saptandı. Meniskal ve ligamentöz yaralanması olan hastalarda postoperatif çökme miktarı ek yaralanmaların eşlik etmediği hastalara göre anlamlı derecede yüksekti (Tablo 28).

Tablo 28: Hastaların eklem içi ek yaralanma durumları ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

	Ek Yaralanmalar (-) n:8	Ek Yaralanmalar (+) n:13	p
RKS	27,8±1,23	25,64±2,69	0,031
RRS	17,4±0,97	15,82±1,4	0,008
Lysholm	89±4,57	82,73±6,71	0,023
Preop Çökme Miktarı (mm)	12,96±1,8	16,35±7,36	0,172
Postop Çökme Miktarı (mm)	0,34±0,77	1,87±1,61	0,013
Preop Kondiler Genişleme (mm)	4,5±1,76	5,95±3,77	0,283
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,38±0,8	0,96±1,14	0,194

Bilinen diyabetes mellitus tanılı hastalarda RKS, RRS, Lysholm skorları, preoperatif ve postoperatif çökme miktarları, preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (Tablo 29).

Tablo 29: Diyabetes mellitus tanılı olan ve olmayan hastaların skorlamalarının ve radyografik ölçümlerinin kıyaslanması

	DM (-) n:15	DM (+) n:6	p
RKS	26,4±2,64	27,33±1,37	0,425
RRS	16,53±1,6	16,67±1,03	0,853
Lysholm	86,47±7,28	83,83±3,82	0,415
Preop Çökme Miktarı (mm)	15,81±6,33	12,07±1,44	0,174
Postop Çökme Miktarı (mm)	1,28±1,50	0,80±1,49	0,515
Preop Kondiler Genişleme (mm)	5,51±3,47	4,63±1,36	0,561
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,59±1,03	0,93±1,03	0,493

Hastaların preoperatif çökme ve kondiler genişleme miktarları ile postoperatif 1. yıl bakılan çökme ve kondilere genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede pozitif korelasyon saptandı (Tablo 30).

Tablo 30: Preoperatif ve postoperatif 1. yıl çökme ve kondiler genişleme miktarlarının kıyaslanması

	Preop	Postop	p
Çökme Miktarı (mm)	14,74±5,62	1,14±1,48	0,0001
Kondiler Genişleme (mm)	5,26±3,01	0,69±1,01	0,0001

Operasyon öncesi eklemde çökme ve kondiler genişleme miktarları fazla olan hastalarda postoperatif 1. yıl RKS, RRS ve Lysholm skorlarının anlamlı derecede daha az olduğu saptandı. Yine operasyon sonrası 1. yıl çökme ve kondiler genişleme miktarları azaldıkça radyolojik ve fonksiyonel skorların anlamlı derecede arttığı tespit edildi (Tablo 31, Tablo 32).

Tablo 31: Preoperatif ve postoperatif çökme miktarları ile RKS, RRS ve Lysholm skorlarının kıyaslanması

			RKS	RRS	Lysholm
Preop Çökme Miktarı		r	-0,697	-0,487	-0,617
		p	0,0001	0,025	0,003
Postop Çökme		r	-0,476	-0,777	-0,456
		p	0,029	0,0001	0,044

Tablo 32: Preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları ile RKS, RRS ve Lysholm skorlarının kıyaslanması

			RKS	RRS	Lysholm
Preop Kondiler Genişleme		r	-0,573	-0,325	-0,534
		p	0,007	0,150	0,013
Postop Kondiler Genişleme		r	-0,365	-0,751	-0,491
		p	0,104	0,0001	0,024

Postoperatif 1. yıl RKS ve RRS arasında anlamlı derecede pozitif korelasyon saptandı (Tablo 33).

Tablo 33: Postoperatif 1. yıl RKS ile RRS'lerin kıyaslanması

		RKS
RRS	r	0,445
	p	0,043

Schatzker tip 5 ve 6 kırığı olan hastalarda preoperatif çökme miktarları tip 2 ve 3 kırığı olan hastalara göre anlamlı derecede yüksek bulundu. Schatzker tipleri ile postoperatif RKS, RRS, Lysholm skorları, postoperatif çökme miktarları, preoperatif

ve postoperatif kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (Tablo 34).

Tablo 34: Schatzker tipleri ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

	2-3 Schatzker n:15	5-6 Schatzker n:6	p
RKS	27,2±1,57	25,33±3,5	0,101
RRS	16,8±1,27	16±1,79	0,258
Lysholm	87,4±4,76	81,5±8,69	0,058
Preop Çökme Miktarı (mm)	12,69±1,52	19,85±8,7	0,005
Postop Çökme Miktarı (mm)	0,78±1,25	2,05±1,73	0,074
Preop Kondiler Genişleme (mm)	4,73±1,86	6,57±4,87	0,215
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,63±0,92	0,83±1,3	0,684

AO/OTA sınıflamasına göre kırık tipleri ile RKS, RRS, Lysholm skorları, postoperatif çökme miktarları, preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı. Ancak tip 41C grubunun preoperatif çökme miktarı ortalamaları 41B2 ve 41B3 gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. 41B2 ve 41B3 gruplarının preoperatif çökme miktarı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi. (Tablo 35, Tablo 36).

Tablo 35: AO/OTA tipleri ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

	41B2 n:4	41B3 n:11	41C n:6	p
RKS	27,75±1,89	27±1,48	25,33±3,5	0,232
RRS	17±1,16	16,73±1,35	16±1,79	0,511
Lysholm	88,5±4,73	87±4,94	81,5±8,69	0,159
Preop Çökme Miktarı (mm)	12,08±2,12	12,92±1,3	19,85±8,7	0,020
Postop Çökme Miktarı (mm)	0,28±0,55	0,96±1,4	2,05±1,73	0,150
Preop Kondiler Genişleme (mm)	5,03±2,73	4,63±1,6	6,57±4,87	0,462
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,95±1,1	0,51±0,87	0,83±1,3	0,714

Tablo 36: AO/OTA tipleri ile preoperatif çökme miktarları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Preop Çökme Miktarı (mm)
41B2/41B3	0,951
41B2/41C	0,047
41B3/41C	0,026

Hastaların yük vermeye başlama süreleri ile postoperatif 1. yıl RKS, RRS ve Lysholm skorları arasında negatif yönde korelasyon saptandı. Benzer şekilde hem preoperatif hem de postoperatif 1. yıl çökme miktarı fazla olan hastaların yük vermeye anlamlı derecede geç başladıkları gözlemlendi. Preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları ile yük vermeye başlama süreleri arasında ilişki saptanmadı (Tablo 37).

Tablo 37: Yük verme süresi ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

		Yük Verme Süresi
	r	-0,518
RKS	p	0,016
	r	-0,515
RRS	p	0,017
	r	-0,618
Lysholm	p	0,003
	r	0,527
Preop Çökme Miktarı	p	0,014
	r	0,731
Postop Çökme	p	0,0001
Preop Kondiler	r	0,400
Genişleme	p	0,073
Postop Kondiler	r	0,279
Genişleme	p	0,220

AO tip 41C grubunun kaynama süresi, 41B2 ve 41B3 gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. AO tip 41B2 ve 41B3

gruplarının kaynama süresileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 38, Tablo 39).

Tablo 38: AO tiplerine göre kaynama sürelerinin kıyaslanması

	41B2 n:4	41B3 n:11	41C n:6	p
Kaynama Süresi (Hafta)	12±1,63	11,64±3,08	17±3,74	0,009

Tablo 39: AO/OTA tiplerine göre kaynama sürelerinin kıyaslanması

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Kaynama Süresi (Hafta)
41B2/41B3	0,978
41B2/41C	0,045
41B3/41C	0,008

Schatzker tip 5 ve 6 kırığı olan hastaların kaynama süresi ortalamaları diğer Schatzker tiplerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu (Tablo 40).

Tablo 40: Schatzker tiplerine göre kaynama sürelerinin kıyaslanması

	Schatzker 2-3 n:15	Schatzker 5-6 n:6	p
Kaynama Süresi (Hafta)	11,73±2,72	17±3,74	0,002

Kırık fiksasyonunda kombine plak ve vida kullanılan grubun postoperatif 1. yıl Lysholm skoru ortalamaları sadece vida yapılan gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulundu. Fiksasyon tekniği ile postoperatif RKS, RRS, preoperatif ve postoperatif çökme miktarları, preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı (Tablo 41).

Tablo 41: Fiksasyon tekniği ile skorlamaların ve radyografik ölçümlerin kıyaslanması

	Sadece Vida n:4	Plak ve Vida n:17	p
RKS	28,25±0,96	26,29±2,44	0,138
RRS	17±1,16	16,47±1,51	0,521
Lysholm	91,5±3,51	84,35±6,33	0,045
Preop Çökme Miktarı (mm)	12,63±2,16	15,24±6,1	0,417
Postop Çökme Miktarı (mm)	0,85±1,1	1,21±1,57	0,671
Preop Kondiler Genişleme (mm)	3,83±0,83	5,59±3,25	0,302
Postop Kondiler Genişleme (mm)	0,45±0,9	0,74±1,06	0,618

5. VAKALARIMIZDAN ÖRNEKLER

Vaka 1

61 yaş erkek hasta motosiklet kazası sonrası sağ diz ağrısı ve üzerine basamama şikayetiyle hastanemiz acil servisine başvurdu. Muayenesinde sağ diz eklem hareket açıklığında kısıtlılık ve palpasyonla proksimal tibia üzerinde hassasiyet mevcut olup diğer ekstremitelerde maueyenelerde patoloji saptanmadı. Nörovasküler defisiti yoktu. Çekilen direkt grafileri sonrası Schatzker tip 2, AO 41B3.1 tibia plato kırığı saptanan hastaya uzun bacak alçı atel uygulandı.



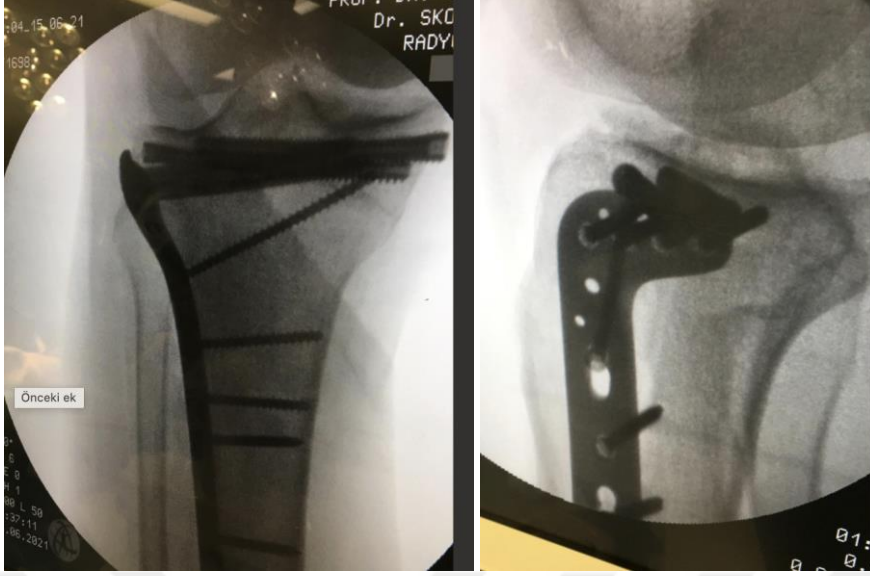
Şekil 31: Vaka 1'in preoperatif diz AP ve lateral grafileri

Cerrahi planlama ve eşlik edebilecek olası yumuşak doku patolojilerini de değerlendirmek amacıyla BT ve MRG'lerinin çekilmesi sonrası hasta elevasyon ve soğuk uygulamaya başlanarak acil travma müşahade alanına alındı ve preoperatif anestezi hazırlıklarına başlandı.



Şekil 32: Vaka 1'in preoperatif diz BT ve MRG'si

Dizinde hafif şişliği bulunan hasta yumuşak dokunun da cerrahiye elverişli olarak değerlendirilmesi üzerine ameliyat hazırlıklarının ve preoperatif açlık süresinin tamamlanmasını takiben aynı akşam ameliyata alındı. Anterolateral insizyonla submeniskal artrotomi yapılarak ve eklem yüzeyi direkt olarak görülerek deprese osteokondral fragman eleve edildi ve anatomik redüksiyon sağlandı. Lateral menisküsün periferindeki longitudinal yırtık primer tamir edildi. “L” şekilli lateral kilitli anatomik plak ve vidalarla fiksasyon sağlandı. “Raft” etkisini sağlamak, eleve edilen fragmanın olası postoperatif çökmesini engellemek amacıyla 1 adet lateralde plağın üzerinden eklem seviyesinin hemen altından olacak şekilde ve 1 adet de medialden stab insizyon yapılarak 2 adet 5,5 mm kanüllü kompresyon vidası uygulandı ve lateral buttress plak yerleştirildi.



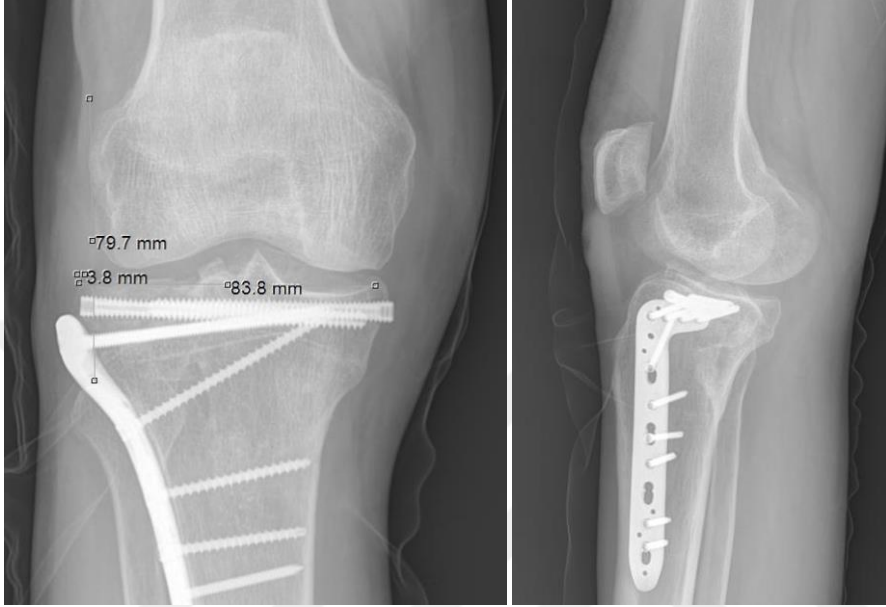
Şekil 33: Vaka 1'in fiksasyon sonrası intraoperatif skopi görüntüleri



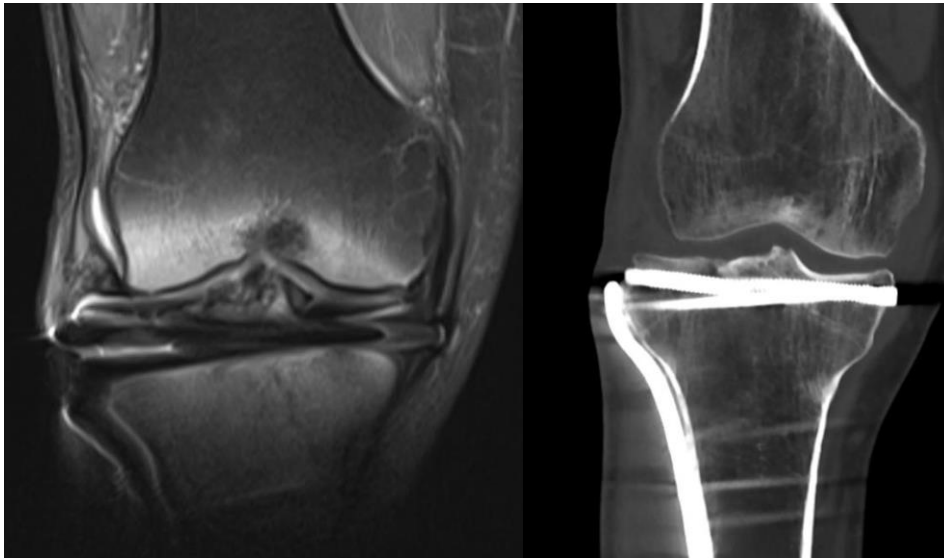
Şekil 34: Vaka 1'in erken postoperatif diz AP ve lateral grafileri

Hastaya postoperatif 1. gün açılabilir diz breysi takılarak 0-30 derece hareket serbest bırakıldı ve quadriceps güçlendirme egzersizleri gösterildi. Ertesi gün dreni çekilen hasta postoperatif 4. gün ödemin gerilemesi ve insizyon hattının temiz görünümde olması üzerine taburcu edildi. 15'er gün arayla hareket 30'ar derece artırılarak 6. haftada breys çıkarıldı ve hareket tamamen serbest bırakıldı. 8. haftada tek kanediyen yardımıyla tolere edebildiği kadar yük verilmeye başlandı ve 12. haftada tam yük vermeye geçildi. Hasta postoperatif 4. ayında eski işine geri döndü.

Postoperatif 1. yıl muayenesinde eklem hareket açıklığı 0-140 derece olup ağrısız ve desteksiz olarak mobilize olabilmekteydi. RKS 28 (mükemmel), RRS 16 (iyi) ve Lysholm diz skoru 90 (iyi) olarak saptandı. Yine postoperatif 1. yıl çekilen MRG'sinde lateral menisküste sinyal artışı ve tibia platosunda kondroliz saptanmadı.



Şekil 35: Vaka 1'in postoperatif 1. yıl diz AP ve lateral grafler



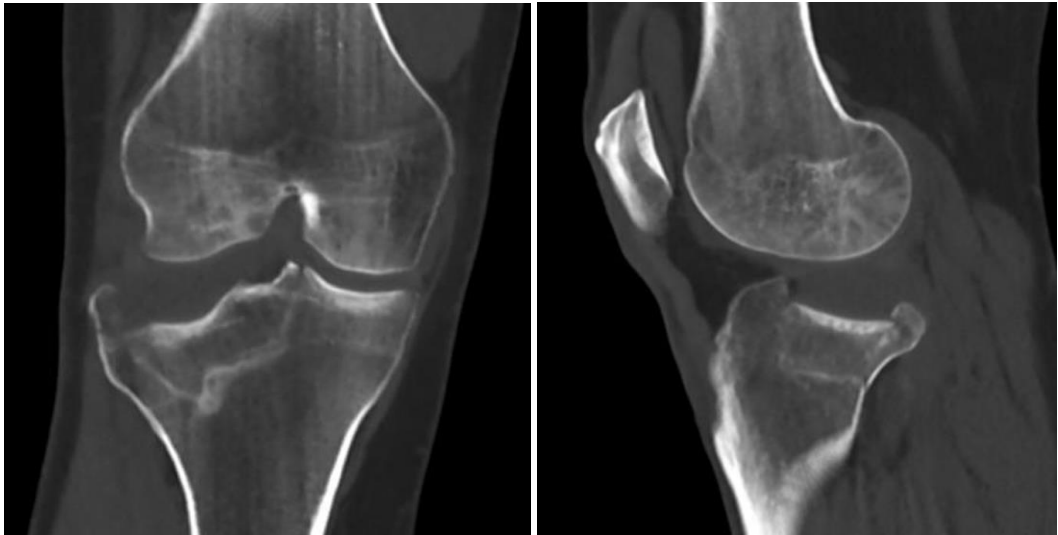
Şekil 36: Vaka 1'in postoperatif 1. yıl diz MRG ve BT görüntüleri

Vaka 2

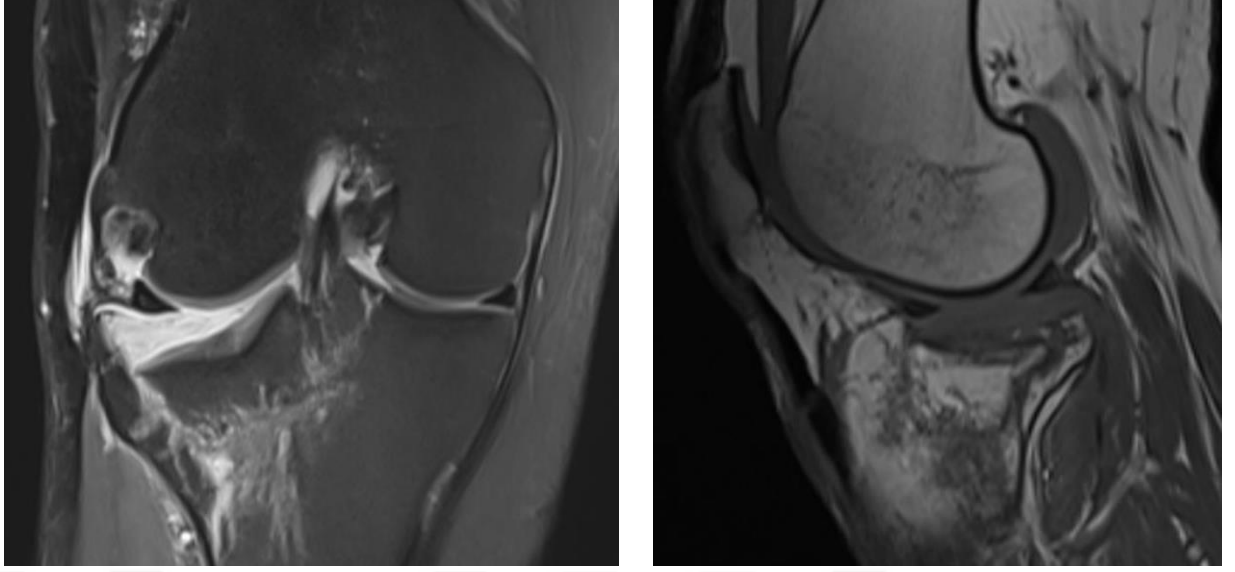
41 yaş erkek hasta aynı seviyeden basit düşme sonrası sağ diz ağrısı şikayetiyle acil servisimize başvurdu. Muayene ve görüntülemeler sonrası Schatzker tip 2, AO 41B3.1 tibia plato kırığı saptanarak uzun bacak alçı atel uygulandı.



Şekil 37: Vaka 2'nin preoperatif diz AP ve lateral grafileri



Şekil 38: Vaka 2'nin preoperatif diz BT görüntüleri



Şekil 39: Vaka 2'nin preoperatif diz MR görüntüleri

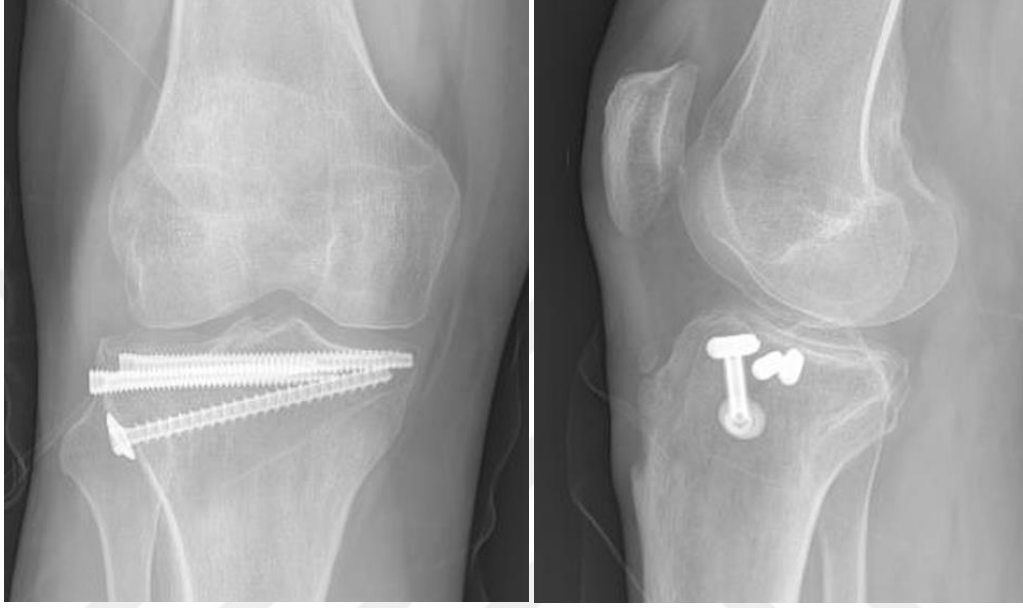
Preoperatif hazırlıklarının tamamlanması sonrası aynı gün ameliyata alındı. Yine anterolateral yaklaşım ve submeniskal artrotomi yapılarak çöken fragmanlar eleve edildi. Lateral menisküs intakt olarak değerlendirildi. Hastanın kemik kalitesi de göz önünde bulundurularak 1 adet 6,5 mm pullu, başlı kanüllü vida ve eklemi destekleyecek şekilde 2 adet başsız 5,5 mm kanüllü kompresyon vidası ile fiksasyon sağlandı.



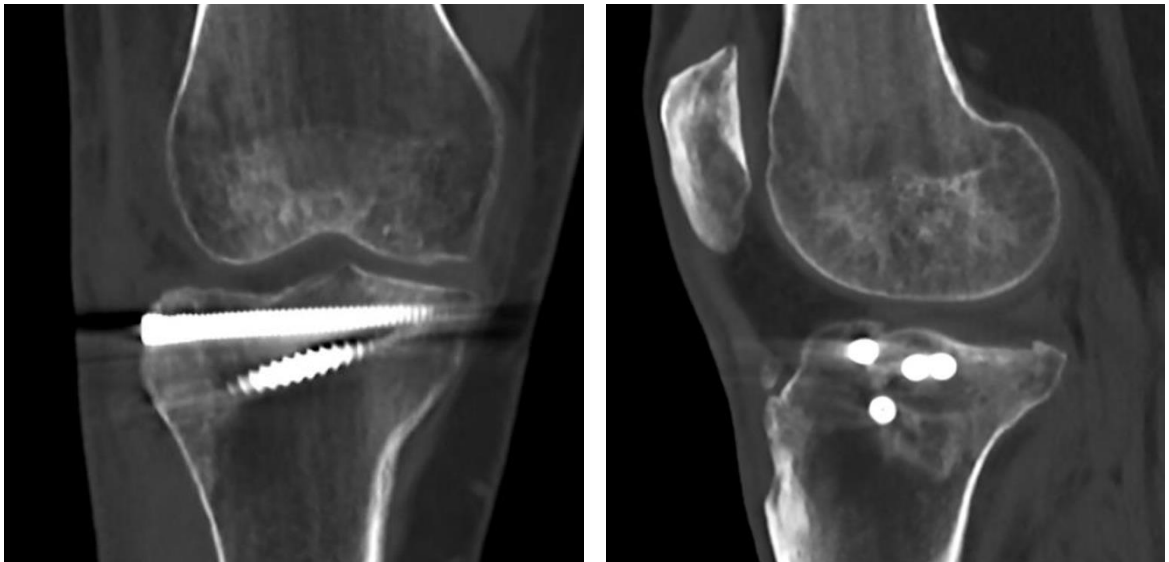
Şekil 40: Vaka 2'nin erken postoperatif diz AP ve lateral grafilere

Hasta postoperatif 3. gün açılı ayarlı diz breysiyle taburcu edildi. 8. hafta tolere edebileceği kadar yük verdirilerek kademeli şekilde tam yüke geçildi. Postoperatif 4.

ay eski işine geri döndü. 1. yıl muayenesinde medial eklem hattında palpasyonla hassasiyet mevcut olup eklem hareket açıklığı 0-130 derece olarak saptandı. Merdiven çıkarken ve çömelirken derin fleksiyonda ağrısı olduğunu belirten hasta desteksiz olarak mobilize olabilmekteydi. RKS 29 (mükemmel), RRS 16 (iyi) ve Lysholm diz skoru 88 (iyi) olarak saptandı.

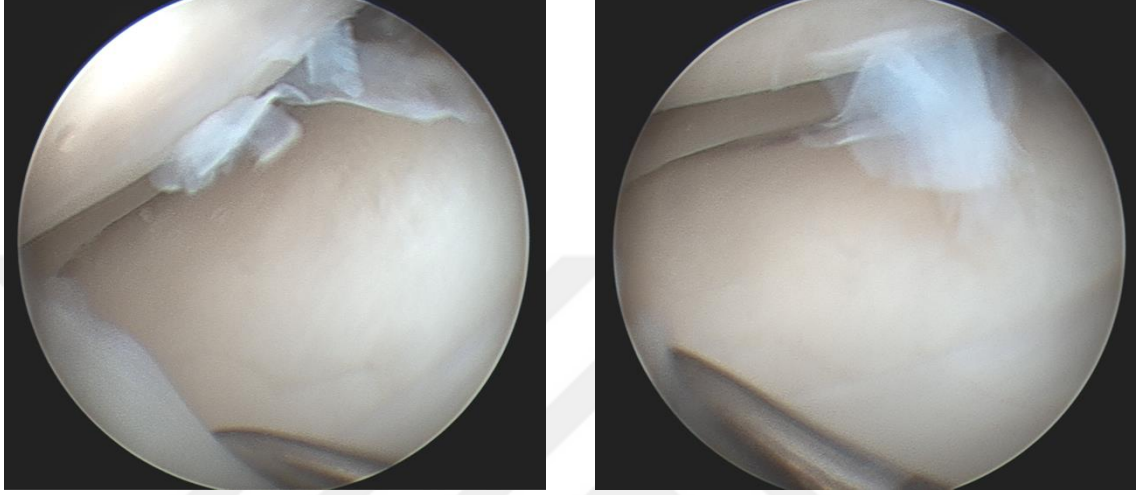


Şekil 41: Vaka 2'nin postoperatif 1. yıl diz AP ve lateral grafileri



Şekil 42: Vaka 2'nin postoperatif 1. yıl BT görüntüleri

Hastanın şikayetlerinin devam etmesi üzerine postoperatif 14. ayında artroskopi yapıldı. Medial menisküste saptanan flep şeklindeki yırtık parsiyel eksize edildi. Ön çapraz bağ ve lateral menisküs intakt olarak görüldü. Lateral plato eklem yüzeyinde basamaklanma olmadığı ve iyileşmenin sağlandığı görüldü.



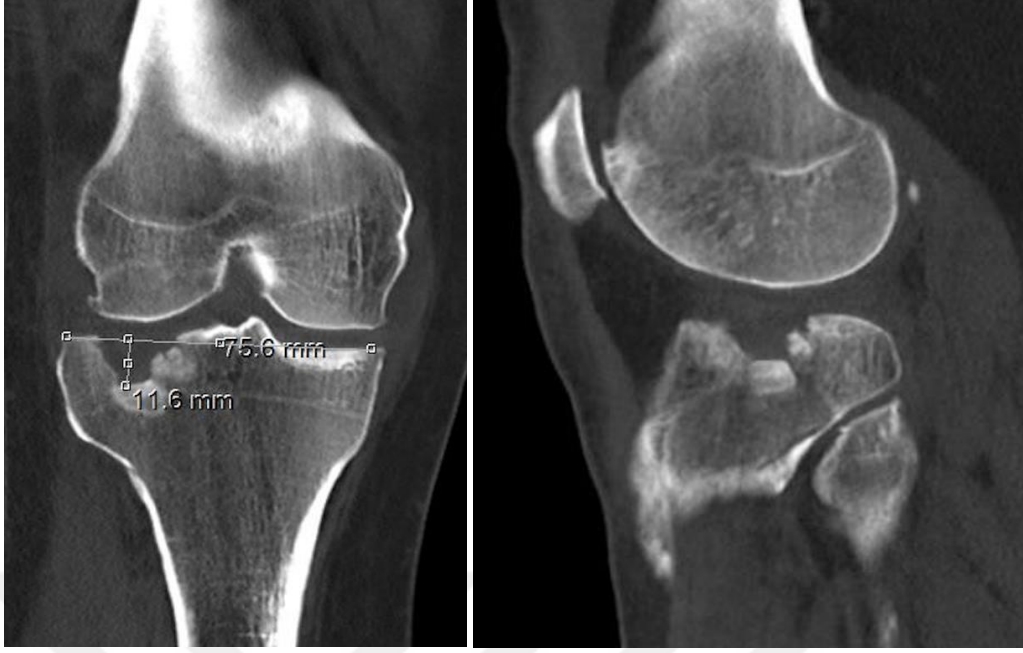
Şekil 43: Vaka 2'nin artroskopi esnasında lateral tibia platosunun görünümü

Vaka 3

60 yaş erkek hasta araç içi trafik kazası sonrası 112 Acil ekiplerince hastanemiz acil travma alanına getirildi. Yapılan muayenesi ve görüntülemeleri sonucu Schatzker tip 3, AO 41B2.2 sağ tibia plato kırığı saptanan hastaya uzun bacak alçı atel uygulanarak preoperatif hazırlıklarına başlandı. İlgili konsültasyonları tamamlanan, ek organ yaralanması olmayan ve genel durumu stabil olan hasta aynı gün ameliyata alındı.



Şekil 44: Vaka 3'ün preoperatif diz AP ve lateral grafileri



Şekil 45: Vaka 3'ün preoperatif diz BT görüntüleri

Lateralde plak üzerinden gönderilen 2 adet 5,5 mm başsız kanüllü vida ile eleve edilen eklem alttan desteklendi ve lateral buttress plak uygulandı. Artrotomi sonrası lateral menisküste longitudinal yırtık primer onarıldı.



Şekil 46: Vaka 3'ün erken postoperatif diz AP ve lateral grafipleri

Servis takiplerinde şişliği gerileyen, yarası temiz olarak seyreden hasta postoperatif 3. gün açılı ayarlı diz breysi ile taburcu edildi. 8. haftada tolere edebileceği kadar yük verdirilen hasta 3. ayında işine geri döndü. 1. yıl

muayenesinde diz eklem hareket açıklığı 0-130 derece olarak saptandı. Postoperatif 1. yıl ara ara olan, çömelmeyle belirginleşen hafif ağrı şikayeti dışında ek bir sorunu olmadığını belirten hastanın RKS 29 (mükemmel), RRS 16 (iyi), Lysholm skoru ise 85 (iyi) olarak değerlendirildi.



Şekil 47: Vaka 3'ün postoperatif 1. yıl diz AP grafisi

Vaka 4

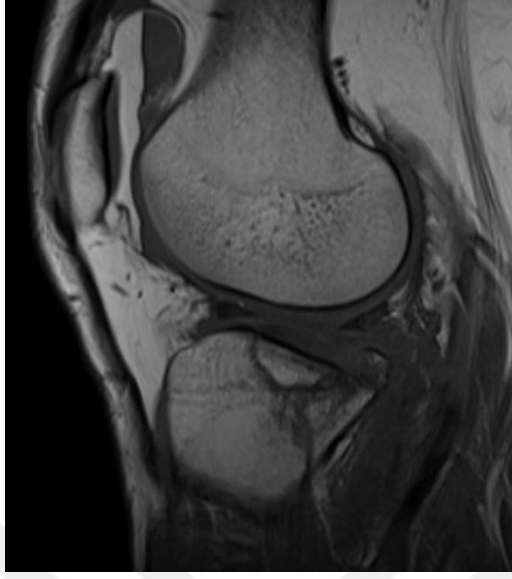
47 yaş erkek hasta motosiklet kazası sonrası acil ortopedi polikliniğimizde yapılan muayenesi ve görüntülemeleri sonucu Schatzker tip 3, AO 41B2.2 sağ tibia plato kırığı saptanarak uzun bacak alçı atele alındı ve preoperatif hazırlıklarının tamamlanması sonrası ertesi gün sabah ameliyata alındı.



Şekil 48: Vaka 4'ün preoperatif diz AP ve lateral grafileri



Şekil 49: Vaka 4'ün preoperatif diz BT görüntüleri



Şekil 50: Vaka 4'ün preoperatif diz MR görüntüleri

1 adet lateralde plak üzerinden ve 1 adet de medialden stab insizyon yapılarak gönderilen 2 adet 5,5 mm başsız kanüllü vida ile eleve edilen fragmanlar subkondral alandan desteklendi ve lateral buttress plak uygulandı. Lateral menisküsteki radial yırtık intraoperatif onarıldı.



Şekil 51: Vaka 4'ün intraoperatif plak uygulaması sonrası görüntüsü



Şekil 52: Vaka 4'ün postoperatif insizyon bölgesinin görünümü

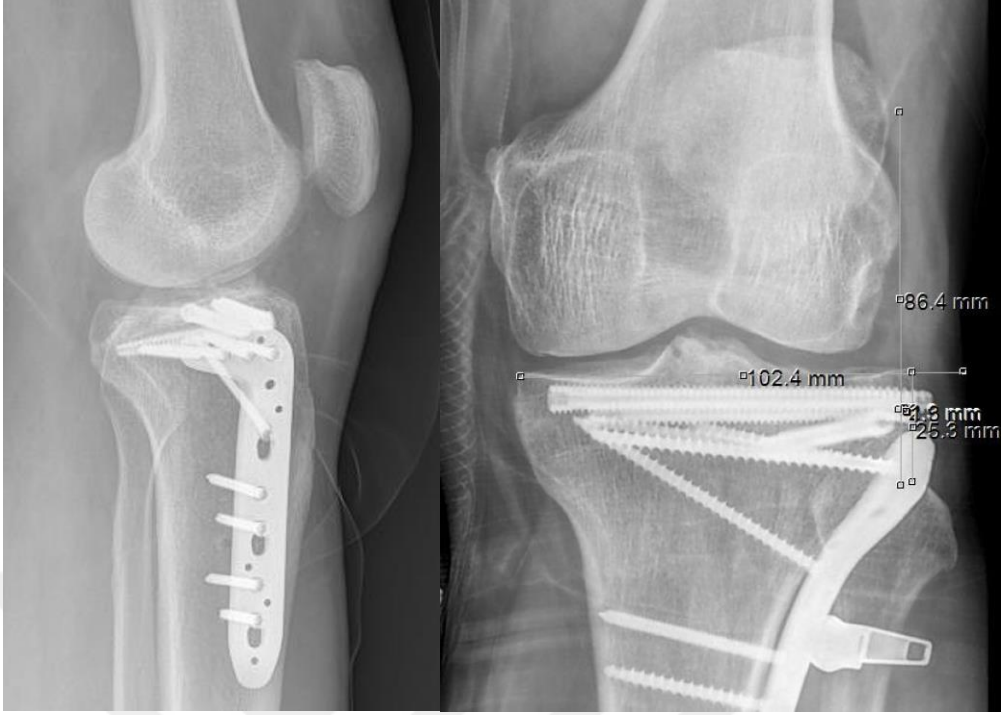


Şekil 53: Vaka 4'ün intraoperatif skopi görüntüleri



Şekil 54: Vaka 4'ün erken postoperatif diz AP ve lateral grafileri

Servis takiplerinde şişliği gerileyen, yarası temiz olarak seyreden hasta postoperatif 3. gün açısı ayarlı diz breysi ile taburcu edildi. 8. hafta tolere edebileceği kadar yük verdirilen hasta 4. ayında işine geri döndü. 1. yıl muayenesinde eklem hareket açıklığı tam olup hastanın RKS 29 (mükemmel), RRS 18 (mükemmel), Lysholm skoru ise 86 (iyi) olarak saptandı.



Şekil 55: Vaka 4'ün postoperatif 1. yıl diz AP ve lateral grafileri



Şekil 56: Vaka 4'ün postoperatif BT kesitlerinde serbest vidanın subkondral pozisyonu ve anatomik redukte lateral plato



Şekil 57: Vaka 4'ün postoperatif muayenesinde dizler tam ekstansiyonda önden ve yandan görünümü



Şekil 58: Vaka 4'ün ayakta ve çömelirken yandan görünümü

6. TARTIŞMA

Tibia plato kırıkları alt ekstremitenin ciddi eklem içi kırıklarından biri olup erişkin kırıklarının yaklaşık %1'ini, yaşlı popülasyonda görülen kırıkların ise yaklaşık %8'ini oluşturmaktadır. Günümüzde yaşam beklentisinin uzaması, osteoporoz gibi sebeplerle özellikle 60 yaş üzeri kadınlarda ve motorlu araç kullanımının artması, elektrikli scooter gibi yeni taşıtların ortaya çıkması, endüstriyel alandaki gelişmelere paralel iş kazalarının artması ile de genç erişkinlerde görülme sıklığı artmaktadır.

Tibia plato kırıkları nondeplase kırıklardan hafif ya da ileri derecede deprese, ciddi kırıkta kayıyla seyreden kompleks parçalı eklem içi kırıklara kadar farklı paternlerde kendini gösterebilir. Uzun dönemde en ciddi sonucu osteoartrit olup %25-45 arasında görülme sıklığı bildirilmekle beraber hastaların %3-7 kadarında total diz protezi ihtiyacı olmaktadır (83). Tedavide geçmişten günümüze konservatif ve cerrahi olarak farklı modaliteler denenmiş olsa da en iyi sonuçları elde etmek ve osteoartrit gelişimini geciktirmek ya da önlemek için eklem anatomik redüksiyonu, aksiyel dizilim ve stabilite sağlanmalıdır.

Literatürde çok sayıda yazar tarafından farklı yaş aralıkları belirtilmekle beraber tibia plato kırıkları bimodal yaş ve cinsiyet dağılımı göstermektedir. Genç hastalarda yüksek enerjili travmalar sonucu ve daha sıklıkla erkeklerde meydana gelmekte iken geriatrik popülasyonda osteoporoz ve kemik kalitesinin azalmasına bağlı olarak düşük enerjili travmalarla özellikle kadınlarda daha fazla gözlenmektedir (84,85).

Çalışmamıza dahil olan 21 hastanın 15'i (%71,4) erkek, 6'sı (%28,6) ise kadındı. Erkek hastaların yaş ortalaması 40,5, kadınların ise 44,1 olup tüm hastaların yaş ortalamasını 41,5 olarak saptadık. Elsoe ve ark. (2015) tibia plato kırığı olan 355 hastayı inceledikleri çalışmalarında hastaların 166'sının (%46,7) erkek, 189'unun (%53,3) ise kadın cinsiyette olduğunu saptadılar. Ortalama hasta yaşını kadınlarda 57,7, erkeklerde 46,8, totalde ise 52,6 olarak belirlediler (86). Manidakis ve ark. (2010) ise tibia plato kırığı olan 125 hastanın fonksiyonel sonuçlarını incelediler. Bu

çalışmadaki hastaların 73'ü erkek, 52'si kadındı. Ortalama hasta yaşı 52 idi (87). Bir başka çalışmada Hua ve ark. (2019) 512 hastayı kırık morfolojisi ve yaralanma mekanizmasına göre retrospektif olarak değerlendirdiler. Hastaların 337'sinin erkek ve 175'inin kadın, ortalama yaşın 45,64 olduğunu ifade ettiler (88).

Çalışmamızda en sık karşılaştığımız kırık tipi %52,3 (11 hasta) ile AO tip 41B3 ve Schatzker tip 2 idi. İkinci sıklıkta %28,5 (6 hasta) ile AO tip 41C kırık tespit ettik. Çalışmamızdaki 21 hastanın 13'ünde (%61,91) yüksek enerjili bir travma mekanizmayı oluşturmaktayken bunların dağılımına baktığımızda 5 hastada (% 38,4) motosiklet kazası, 5 hastada (% 38,4) araç dışı trafik kazası, 2 hastada (% 15,3) yüksekten düşme ve 1 hastada (%7,9) araç içi trafik kazası sonucu kırıkların oluştuğunu gördük. 5 hastada basit düşmeler ve 3 hastada ise birkaç basamak merdivenden düşme şeklinde toplamda 8 hastada (%38,09) düşük enerjili travmalar yaralanma etyolojisini oluşturmaktaydı. Yine Elsoe ve ark. (2015) çalışmalarında en sık gördükleri kırık paterninin %35 ile AO tip 41B3, ikinci sıklıkta ise %17 ile AO tip 41C3 olduğunu, kadınlarda meydana gelen kırıkların %67 ile düşük enerjili travmalar ile erkeklerde ise %62 ile yüksek enerjili yaralanmalar ile oluştuğunu belirttiler (86). Bir diğer çalışmada ise Kerschbaum ve ark. (2021) 271 hastaya ait 278 intraartiküler tibia plato kırığını değerlendirdiler. Yaralanma, hastaların %74,8'inde yüksek enerjili, %23,4'ünde düşük enerjili bir travma ile meydana gelirken 1 hastada patolojik kırık olduğunu ifade ettiler. En sık görülen kırık tipini her iki cinsiyette de Schatzker tip 6 ve AO tip 41C3 olarak saptadılar (89). Barei ve ark. (2006) 83 tip AO 41C3 kırığı mevcut hastayı retrospektif inceledikleri çalışmalarında 24 hastada (%30) yüksekten düşme, 22 hastada (%26,5) trafik kazası, 15 hastada (%18,1) spor yaralanması, 12 hastada (%14,5) motosiklet kazası, 10 hastada (%10,9) ise araç dışı trafik kazalarının mekanizmayı oluşturduğunu saptadılar (90). Khatri var ark. (2016) yüksek enerjili travma sonucu tibia plato kırığı meydana gelen 62 olguluk çalışmalarında etyolojiyi 50 hastada (%80,6) motorlu taşıt kazaları, 3 hastada (%4,8) yüksekten düşme, 9 hastada (%14,6) ise araç dışı trafik kazalarının oluşturduğunu buldular (91). Tibia plato kırıkları ile ilgili yayınlara baktığımızda çok sayıda farklı hasta grupları, kırık tipleri ve tedavi yöntemleri ile ilgili değişken süreli çalışmalar görmektediriz. Özellikle demografik verileri baz aldığımızda literatürde farklı sonuçlar ile karşılaşmakla beraber hastanemizin lokasyonu ve travma yoğunluğu da göz

önünde bulundurulduğunda çalışmamızdaki hastaların yaş ortalamaları, cinsiyet dağılımı, kırık etiyojisi ve karşılaştığımız kırık paternlerinin genel itibariyle literatürle uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.

Diyabetes mellitus, dünya çapında milyonlarca kişiyi etkileyen, önemli bir morbidite ve mortalite sebebidir. Kardiyovasküler sistem, göz, böbrek ve sinir sistemi üzerinde iyi bilinen komplikasyonlarının yanı sıra iskelet sistemi üzerine etkileri de tanımlanmıştır. Diyabetik hastalarda sistemik dolaşımdaki transforming growth factor beta (TGF- β) düzeyinin artışına paralel olarak osteoblast maturasyonu ve fonksiyonları bozulmakta, süregelen kandaki yüksek glikoz düzeyleri de kemik kaybına ve kemik iliği yağlanmasına yol açmakta, sonuç olarak da kemik kalitesinde bozulma, kırık iyileşmesinde gecikme ve kaynamama riskinde artış meydana gelmektedir. Ek olarak diyabet kan viskozitesini artırarak doku hipoksisine sebep olmakta ve bunun sonucunda azalan inflamatuvar yanıt özellikle alt ekstremitelerde kırıklarında enfeksiyon ve yara iyileşme sorunlarına yol açmaktadır (92).

Biz çalışmamızda hastaların ek hastalıkları (hipertansiyon ve diyabetes mellitus) ile fonksiyonel sonuçlar arasında anlamlı ilişki saptamadık. Hastalarımızın 6'sının bilinen diyabetes mellitus tanısı mevcuttu. Diyabetes mellitus tanılı bir obez kadın hastamızda postoperatif 6. haftada derin yara yeri enfeksiyonu gelişmekle beraber implant çıkarılması ve debridman sonrası 1. yıl fonksiyonel ve radyolojik skorlarını iyi olarak saptadık. Hap ve Kwek (2020) 30 hastada ortalama 31 ay takip ettikleri tibia plato kırıklarının açık redüksiyon ve internal fiksasyonu sonrası fonksiyonel sonuçlarını değerlendirdiler. Hastaların 9'unda hipertansiyon ve 7'sinde diyabetes mellitus mevcut olup bu hastalar ile komorbiditesi olmayan grup arasında fonksiyonel sonuçlar açısından fark olmadığını buldular. Aynı çalışmada 1 hastada postoperatif kompartman sendromu gelişmesi üzerine fasyotomi yapıldığını ve 1 hastada erken postoperatif yara yeri enfeksiyonu nedeniyle implantı koruyarak seri debridmanlar yapıldığını ve bu 2 hastada fonksiyonel skorların daha düşük olduğunu belirttiler (93).

Çalışmamıza dahil olan 21 hastanın 4'ünde düzenli alkol kullanım öyküsü ve 13'ünde aktif sigara içiciliği mevcuttu. Hastaların sigara ve alkol kullanımıyla kırığın

kaynama süresi açısından anlamlı bir fark gözlemlenemedi. Xu ve ark. (2021) sigara ve alkol kullanımının kırık iyileşmesi üzerine etkilerini araştırdıkları meta-analizde sigaranın kaynamama ve derin cerrahi alan enfeksiyonları ile ilişkili olduğunu, sigaranın ameliyat öncesi en erken 1 ay önce bırakılması ile bu risklerin belirgin olarak azaldığını saptadılar. Alkol tüketimi ile kaynama ve enfeksiyon oranları açısından net bir ilişki olmamakla beraber daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu belirttiler (94).

Literatüre baktığımızda çok sayıda çalışma travma hastalarında obezitenin morbidite ve mortaliteyi artırdığını, kötü prognoz ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Obezite aynı zamanda DVT ve yara yeri enfeksiyonları açısından da önemli bir risk faktörüdür. Çalışmamızda 6 hastamızın VKİ 30'un üzerinde (obez), 9 hastamızın ise VKİ 25-30 arasında (aşırı kilolu) idi. 56 yaşında, obez (VKİ:37,7) bir kadın hastamızda postoperatif 2. ayda derin cerrahi alan enfeksiyonu gelişmesi üzerine mevcut implantlarını çıkararak debridman ve postoperatif iv. antibiyotik tedavisiyle iyileşmeyi sağladık. Aynı hastamızda postoperatif 18. haftada kaynama elde edildi ve yine postoperatif 1. yıl fonksiyonel ve radyolojik skorları da iyi olarak bulundu. 46 yaşında Schatzker tip 6 kırığı olan bir erkek hastamıza ise acilde şişliği ve yüzeysel yumuşak doku abrazyonları olması nedeniyle eksternal fiksator uygulanarak 3 hafta sonra nihai internal fiksasyona geçtik. Takiplerinde enfeksiyonla karşılaşmadık. Çalışmamızdaki bütün hastalara acil servise gelişlerinden itibaren ve postoperatif dönemde devam edecek şekilde antikoagulan tedavilerini düzenledik. 42 yaşında, obez (VKİ 35,4), bilinen Faktör V Leiden trombofilisi tanılı ve daha önce her iki alt ekstremitede mükerrer DVT atağı öyküleri olan bir erkek hastamızda postoperatif 3. günde DVT meydana gelmesi üzerine kalp ve damar cerrahisine konsulte edilerek medikal tedavisini düzenledik ve takiplerinde şikayetleri geriledi. Bu hastamızda 12. haftada kaynama elde ettik ve herhangi bir ek komplikasyonla karşılaşmadık. Postoperatif 1. yıl kontrolünde radyolojik ve fonksiyonel sonuçları iyi olarak bulundu.

Çalışmamızdaki 21 hastanın beden kitle indekslerine baktığımızda %28,5'inin normal, %43'ünün aşırı kilolu ve %28,5'i nin ise obez olduğunu gördük. Hayek ve ark. (2019) tibia plato kırığı olan 221 hastayı retrospektif olarak

inceledikleri çalışmalarında bu oranların sırası ile % 27.1, %32.6 ve % 40.3 olduğunu belirttiler (95). Biz çalışmamızda hastaların kırık tipleri ve VKİ'leri ile postoperatif 1. yıl RKS ve RRS ortalamaları arasında anlamlı fark gözlemlemedik. Dinçel ve ark. (2018) 67 hastayı retrospektif olarak değerlendirdikleri çalışmalarında kırık tipi ile fonksiyonel sonuçlar arasında anlamlı ilişki saptamadılar. Aynı çalışmada VKİ ile radyolojik sonuçlar arasında anlamlı fark yokken postoperatif Lysholm skorları ile VKİ arasında negatif yönde anlamlı ilişki saptadılar (96). Çeçen ve ark. (2015) ise obezitenin opere edilmiş Schatzker tip 1 ve tip 2 kırıkların iyileşmesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında 64 hastayı ortalama 29 ay takip ettiler. Schatzker tip 2 kırığı olan hastaların VKİ'leri ile iyileşme sonrası RKS ve RRS ortalamaları arasında negatif yönde anlamlı ilişki buldular. Schatzker tip 1 kırıklarda bu ilişkinin olmadığını ifade ettiler (97).

Uyguladığımız ameliyat tekniğini değerlendirdiğimizde obez hastalarda da reduksiyonun sürdürülmesinde etkin olduğunu, radyolojik skorların iyi olduğunu, VKİ ile postoperatif çökme ve kondiler genişleme miktarları arasında negatif yönde bir ilişki olmadığını gözlemlemekle beraber VKİ ile RKS ve Lysholm skorları arasında uyumsuzluk görülmektedir. Obez hastalarda rehabilitasyon sürecinin daha zorlu olduğu bilinmekle beraber temelde bunun nedeninin kullandığımız fonksiyonel skorlamalardan Lysholm Ölçeği'nin RKS'ye göre daha subjektif kriterlere dayanması, hastaların eğitim ve sosyokültürel düzeylerinden daha fazla etkilenmesi olduğunu düşünmekteyiz.

Tibia plato kırıklarının açık reduksiyon internal fiksasyonu sonrası cerrahi alan enfeksiyonu, sonuçları amputasyona kadar varabilen önemli bir komplikasyondur. Literatürde farklı oranlar bildirilmekle beraber bu konuda Shao ve ark. (2017) tarafından yayınlanan bir meta-analizde plato kırıklarının açık reduksiyon ve internal tespiti sonrası cerrahi alan enfeksiyonu insidansı %9.9 olarak bildirilmiştir (98). Açık kırıklar, kompartman sendromu, daha önce eksternal fiksatör uygulanmış olması, sigara kullanımı, diyabetes mellitus, ameliyat süresinin uzaması üzerinde en fazla çalışma yapılan ve suçlanan risk faktörleridir (99). Biz çalışmamızda literatürde bildirilen oranlara kıyasla çok daha az enfeksiyonla karşılaştığımızı gördük. Bunun nedeninin temelde çalışmamıza açık kırıkların dahil

olmaması, hiçbir hastada fasyotomi ihtiyacı olmaması ve uyguladığımız cerrahi teknikte cilt, cilt altı ve fasyanın ayrıştırılmadan flep şeklinde kaldırılmasından, yumuşak dokuya özen ve dikkat gösterilmesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Aynı zamanda diyabeti olan hastalarımızın acile başvurularından servisten yattıkları süre dahil olmak üzere kan şekeri takipleri kontrollü seyretmiş olup hepsi daha önce dahiliye hekimlerince düzenlenmiş antidiyabetik tedavilerini düzenli olarak almaktaydı. Sigara içicisi hastalarımıza kırık tanısı konduğu andan itibaren olumsuz etkileri hakkında bilgi verildi ve sigarayı bırakmaları önerildi. 13 hastanın 11'i 1 yıllık takip süreleri boyunca sigara içmediklerini ifade ettiler. Yine kompleks ve yüksek enerjili kırık tipleri, bunlara bağlı uzamış cerrahi süresi, daha büyük ve daha fazla sayıda insizyon yapılmasının cerrahi alan enfeksiyon riskini arttırdığına dair literatürde çok sayıda çalışma olduğu bilinmektedir (100). Biz çalışmamızda bütün hastalarımıza kırık tipinden bağımsız olarak anterolateral tek insizyonla plak ya da izole vida uygulaması yaptık. Medialden stab insizyonlarla başsız kanullu vidalar ile destekledik. Ortalama cerrahi süremiz 91 dk olup Schatzker tip 6 kırığı olan yalnızca 1 hastamızda ameliyat 120 dk'dan daha uzun sürdü.

Menisküs yırtıkları, tibial plato kırıkları ile ilişkili yaygın eklem içi yumuşak doku yaralanmaları olup daha sık olarak lateral menisküste meydana gelmektedir. Göz ardı edildiğinde diz eklemine mekanik semptomlara yol açarak tatmin edici sonuçları azaltmakta, uzun dönemde olası osteoartrit gelişme riskini artırmaktadır. Günümüzde genel olarak kabul edilen görüş, tibia plato kırıklarıyla ilişkili menisküs yırtıklarının eklemine mekanik stabilitesini artırmak ve tibiofemoral temas basıncını en aza indirmek amacıyla mümkün ise tamir edilmesi yönündedir. Biz çalışmamızda yüksek enerjili yaralanmalar sonucu gelişen tibia plato kırıklarında intraartiküler ek yumuşak doku yaralanmalarının da anlamlı derecede fazla olduğunu gözlemledik. Hastalarımızın 13'ünde (%61,9) ek yumuşak doku yaralanması tespit ettik. 1 (%4,7) hastada izole parsiyel ön çapraz bağ rüptürü mevcut olup konservatif takip etme kararı aldık. 12 (%57,1) hastamızda lateral menisküs, 2 (%9,5) hastamızda ise destabilizan tipte (1 hastada tibial avulziyon kırığı ve 1 hastada total rüptür) ön çapraz bağ yaralanması mevcut olup arka çapraz bağ yaralanması saptamadık. Ön çapraz bağ avulziyon kırığı aynı seansta tespit edilirken total rüptür ameliyat süresinin uzaması, kompartman sendromu riskinin artması ve kırık

fiksasyonu için kullanılan vidalara bağlı tünel hazırlığında meydana gelebilecek güçlükler göz önünde bulundurularak kırık iyileşmesi sonrası ikinci seansa bırakıldı. Lateral menisküs yırtıklarının 4'ü longitudinal, 3'ü radial, 2'si oblik, 1'i kova sapı ve 2'si kompleks tipteydi. Kompleks tipteki yırtıklara parsiyel sınırlı menisektomi uygularken diğer yırtıkları aynı seansta primer tamir ettik. Çalışmamızda ek yumuşak doku yaralanması olan hastaların postoperatif 1. yıl radyolojik ve klinik skorlarının (RKS, RRS, Lysholm) yumuşak doku yaralanması olmayan gruba göre anlamlı derecede düşük olduğunu tespit ettik. Ek olarak, yumuşak doku yaralanması olan hastalarda postoperatif 1. yıl radyolojik ölçümlerinde eklem yüzeyindeki çökme daha fazla olmasına rağmen sonuçların iyi ya da mükemmel olduğunu saptadık. Menisküslerin tamir edilmesinin tibiofemoral temas basıncını azaltarak erken dönemde çökmeyi önlemeye katkıda bulunduğunu ve fonksiyonel sonuçların yanı sıra radyolojik sonuçları da iyileştirdiğini düşünmekteyiz. Deng ve ark. (2021) 252 hastayı içeren çalışmalarında intraoperatif artroskopi uygulayarak 168 (%66,7) hastada eşlik eden menisküs yırtığı olduğunu saptadılar. 84 (%33,3) hastada lateral menisküs, 26 (%10,3) hastada medial menisküs, 58 (%23,0) hastada ise her iki menisküsün de yırtık olduğunu ve yırtıkların en sık Schatzker tip 2 kırıklar ile birlikte görüldüğünü, en sık tespit edilen yırtıkların %23,4 ile longitudinal yırtıklar olduğunu belirttiler (101). Chang ve ark. (2018) kendi tanımladıkları perkütan teknikle opere ettikleri 102 hastaya fiksasyon sonrası aynı seansta artroskopi yaptıkları prospektif çalışmalarını yayınladılar. Hastaların %52,9'unda menisküs yırtığı ya da kontüzyonu olduğunu, bunların da %90,7'sinde lateral menisküste, %16,6'sında medial menisküste %7,4'ünde ise her iki menisküste mevcut olduğunu belirttiler. Menisküs yırtıklarının en sık Schatzker tip 2 kırıklar ile beraber görüldüğünü, kova sapı yırtıklarının ise Schatzker tip 6 kırıklarda anlamlı derecede daha fazla görüldüğünü saptadılar. Aynı çalışmada ön çapraz bağ yaralanmalarının (komplet yırtıklar, parsiyel yırtıklar ve avulziyon kırıkları) hastaların %14,7'sinde, arka çapraz bağ yaralanmalarının ise hastaların %9,8'inde saptandığını, en sık görülen yaralanma paterninin de avulziyon kırıkları olduğunu tespit ettiler (58). Wang ve ark. (2016) posterolateral tibia plato kırıklı hastalarda yumuşak doku yaralanmasının insidansını araştırdıkları 25 olguluk çalışmalarında, hastaların %80'inde ACL, %26'sında PCL, %7,1'inde lateral kollateral bağ (LCL) ve

%5,6'sında medial kollateral bağ (MCL) yaralanmasının eşlik ettiğini gösterdiler. Aynı çalışmada hastaların %48'inde lateral menisküs yırtığı tespit edildi (102). Warner ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada en az 1 yıl takip ettikleri 82 hastada tibia plato kırıklarına eşlik eden yumuşak doku yaralanmalarının postoperatif dönemde klinik sonuçlara olan etkisini incelediler. Tamir uygulanmış ya da uygulanmamış medial ve lateral menisküs yırtığı olan hastaların postoperatif klinik skorlamaları arasında anlamlı fark bulunmadığını belirttiler (103).

Tüm eklem içi kırıklarda olduğu gibi tibia plato kırıklarında da artroz gelişimi olasıdır. Bunu geciktirmek ya da önlemek için eklem yüzeyinin anatomik redüksiyonuna ek olarak menisküslerin korunmasının ve instabiliteye yol açabilecek ligament yaralanmalarının mümkün olan en erken dönemde tedavisine inanmaktayız. Çalışmamıza dahil olan hastalarda saptadığımız menisküs yırtıklarına mümkün ise tamir uyguladık. Hiçbir hastamızda gerek preoperatif MRG'de gerekse kırık fiksasyonu sonrası intraoperatif muayenelerinde varus ya da valgus instabilitesine yol açan total kollateral bağ rüptürü saptamadık. Ön çapraz bağ total yırtığı olan bir hastamızın 1. yıl kontrolünde Lachman ve ön çekmece testleri pozitif. Cerrahi önerdiğimiz hasta olası riskleri ve sonuçları anlatmamıza rağmen ameliyat olmak istemediğini belirtti. Literatüre baktığımızda da tibia plato kırıklarına eşlik eden ligament yaralanmalarının tedavi zamanlaması ile ilgili karışık görüşler mevcuttur. Bu konuda bir algoritma belirlemenin faydalı olacağını, bu doğrultuda daha fazla sayıda hasta ile ve daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

Biz çalışmamızda tüm hastalarda submeniskal artrotomi yaparak ve eklem yüzeyini direkt olarak görerek anatomik redüksiyonu sağladık. Subkondral serbest vidalar ve buttress plak ile stabil fiksasyon uyguladık. Literatüre baktığımızda eklem yüzeyinde postoperatif kabul edilebilir basamaklanma miktarları farklılıklar göstermekle beraber çoğu çalışmada hedeflenen değer 2 mm'nin altı olarak belirtilmektedir. Biz çalışmamızda postoperatif 1. yıl kontrollerinde 14 hastamızda 2 mm'nin altında, 6 hastamızda ise 2-4 mm arasında çökme olduğunu gözlemledik. Ek olarak hem preoperatif hem postoperatif 1. yıl kontrollerinde eklemde çökme ve kondiler genişleme miktarları az olan hastaların RKS, RRS ve Lysholm skorlarının anlamlı derecede yüksek olduğunu saptadık. Monokondiler (Schatzker tip 2, 3 ve AO

41B) ile bikondiler (Schatzker tip 5, 6 ve AO 41C) kırıklar arasında ise postoperatif 1. yıl RKS, RRS ve Lysholm skorları açısından anlamlı fark olmadığını gördük. Dolayısıyla literatürde aksi görüşte çalışmalar da olmakla beraber biz çalışmamızdan yola çıkarak erken ve orta dönemde de sonuçları iyileştiren önemli birer faktör olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda yüksek ve düşük enerjili etyoloji arasında postoperatif 1. yıl radyolojik ve klinik sonuçlar açısından anlamlı farklılık bulmadık. Hap ve Kwek (2020) opere ettikleri 30 tibia plato kırığı hastasının fonksiyonel sonuçlarını inceledikleri çalışmalarında yüksek enerjili bir travma sonucu oluşan kırıkların düşük enerjili travma sonucu oluşan kırıklara göre ortalama 31 aylık takip sonrası fonksiyonel sonuçlarının daha kötü olduğunu saptadılar (93). Rademakers ve ark. (2007) monokondiler (AO 41B ve Schatzker tip 1, 2, 3, 4) kırıklar ile bikondiler (AO 41C ve Schatzker tip 5, 6) arasında fonksiyonel ve radyolojik sonuçlar açısından anlamlı fark olmadığını belirttiler. Aynı çalışmada uzun dönem takiplerinde 2 mm ve daha az basamaklanması olan hastalar ile 2 ve 4 mm arasında basamaklanması olan hastalar arasında osteoartrit gelişimi açısından fark olmadığını aynı zamanda 5 mm'den fazla ve az kondiler genişlemesi olan hastalar arasında da sonuçların benzer olduğunu buldular (104). Singleton ve ark. (2017) tibia plato kırığı sonrası eklem yüzeyi restorasyonun önemini araştırdıkları çalışmalarında postoperatif 12. ay sonunda eklem basamaklanması 2,5 mm'nin altında olan grubun diz eklem hareket açıklığının, fonksiyonel skorlarının ve ağrı skorlarının diğer hastalara göre anlamlı derecede daha iyi olduğunu gösterdiler (105). Biz ve ark. (2019) ise kırık paterni ile postoperatif radyolojik sonuçlar arasında ilişki olmadığını, anatomik reduksiyon ve normal aksiyal dizilimin sağlandığı hastalarda 12 aylık fonksiyonel sonuçların daha iyi ve ağrının daha az olduğunu saptadılar (106).

Günümüzde tibia plato kırıkları sonrası immobilizasyon ve yük verme ile ilgili rehabilitasyon uygulamaları konusunda fikir birliği sağlanamamış olsa da postoperatif erken mobilizasyonun dizde eklem sertliği, kas ve kemik atrofisi, sinovyal adezyonlar ve kapsüller kontraksiyonlar gibi komplikasyonları azalttığı bilinmektedir. Literatürde ameliyattan hemen sonra eklem hareket açıklığı egzersizlerine başlanmasını öneren yazarlar olduğu gibi postoperatif 2. gün ya da

yara iyileşmesini takiben harekete başlanmasını önerenler de mevcuttur. Benzer şekilde yük verme zamanlaması ve protokolü ile ilgili de farklı yaklaşımlar tanımlanmıştır. Ameliyattan hemen sonra yük verilmesini önerenler, erken dönemde 20 kg'a kadar yük verip 6 hafta boyunca kademeli artırılmasını önerenler, erken dönemde tam yük verilmesini önerenler ya da 12 haftaya kadar yük verilmesini önermeyenler gibi farklı görüşler mevcuttur (107). Parsiyel yük verme protokolleri arasında da hasta bazlı yaklaşımlar veya radyolojik bulgulara göre kırığın kaynama durumunu ön planda tutan yaklaşımlar olduğunu görmekteyiz.

Erken yük vermenin redüksiyon kaybına ve maluniona yol açma gibi potansiyel riskleri olmasına rağmen kas gücünün korunması, hastanede yatış ve işe dönüş süresinin kısalması, fonksiyonel durumun iyileşmesi gibi faydaları olduğu da açıktır (108). Son dönemdeki yayınlara baktığımızda postoperatif erken tam yük verme ile redüksiyon kaybı olmadığına dair çalışmaların sayısı da gittikçe artmaktadır. Tüm bu görüşlere rağmen günümüzde tibia plato kırıklarının açık redüksiyon ve internal tespiti sonrası netleşmiş bir rehabilitasyon protokolü bulunmamaktadır.

Biz çalışmamızda her hastaya postoperatif 1. gün aç ı ayarlı menteşeli diz breysi uygulayarak tam ekstensiyondan 30 derece fleksiyona kadar harekete izin verecek ayarladık. 15'er gün arayla kontrollerinde fleksiyon açısını 30 derece artırarak 6. haftada breysi çıkardık ve tam harekete geçtik. Yine tüm hastalarda postoperatif 1. günden başlayarak aktif ayak, ayak bileği ve düz bacak kaldırma egzersizlerine başladık. Taburculuk öncesi evde yapacağı izometrik kuadriseps egzersizleri hakkında kliniğimizin fizyoterapistiyle beraber eğitim verdik. 6 hastamızda postoperatif 1. yıl 10 dereceden az ekstensiyon kısıtlılığı olmakla beraber tüm hastalarımızda en az 120 derece fleksiyon açıklığı elde ettik. Redüksiyon kaybı ve eleve edilmiş fragmanların çökme riskini azaltmak için, aynı zamanda tamir ettiğimiz menisküslerin iyileşmesini de göz önünde bulundurarak hastalara erken dönemde yük verdirmedik. Bu doğrultuda hasta bazlı yaklaşarak kuadriseps kas gücü, eklem hareket açıklığı, fonksiyonel ve kognitif durumları, vücut ağırlığı ve radyolojik olarak kırıkların kaynama durumlarını göz önünde bulundurarak 9 hastamıza 8. hafta, 10 hastamıza 10. haftada ve 2 hastamıza ise 14. haftada tolere

edebileceği kadar yük verdimmeye başladık ve kademeli olarak artırarak tam yük vermeye geçtik. Sonuç olarak hastaların yük vermeye başlama sürelerinin kısalması ile postoperatif 1. yıl RKS, RRS ve Lysholm skorlarının arttığını gözlemledik. Hem preoperatif hem de postoperatif 1. yıl çökme miktarı fazla olan hastaların yük vermeye anlamlı derecede geç başladıklarını tespit ettik. Preoperatif ve postoperatif kondiler genişleme miktarları ile yük vermeye başlama süreleri arasında ise anlamlı ilişki bulmadık. Yu ve ark. (2012) 132 hastayı değerlendirdikleri çalışmalarında postoperatif 2. gün 30 dereceye kadar fleksiyona izin verdiklerini ve sürekli pasif hareket cihazı ile her gün 10'ar derece kadar hareketi artırarak tam hareket açıklığına ulaştıklarını belirttiler. Aynı çalışmada erken dönemde parmak ucu yük vermeye izin verdiklerini ve tam yük vermeye en erken 12. haftada geçtiklerini ifade ettiler (108). Williamson ve ark. (2018) tibia plato kırığı olan açık redüksiyon ve internal tespit uyguladıkları 60 hastayı postoperatif 6 hafta tam yük vermeden, 30 hastayı ise erken tam yük verme ile 6 ay boyunca takip ettiler. Erken yük verdirilen gruptaki sadece 1 hastada postoperatif takiplerinde 1 mm'den fazla (4 mm) eklemde çökme olduğunu, diğer hastalar ile kıyaslandığında kötü klinik ya da fonksiyonel sonucu olmadığını ifade ettiler. Erken tam yük verme ile eklemde çökme ve fiksasyon başarısızlığının ilişkili olmadığını, ameliyat sonrası erken dönemde tam yük verilmesini önerdiler (109). Kalmet ve ark. ise (2019) tibia plato kırığı nedeniyle opere ettikleri 31 hastaya erken dönemde başlayarak kademeli olarak yük verdirirlerken 60 hastaya ise yük verdirmediler. Her iki grup arasında yaşam kalitesi, ağrı skorları ve komplikasyonlar açısından anlamlı fark bulmadılar. Ancak kademeli yük verdirilen grupta yük vermesi kısıtlanan gruba göre tam yük vermeye daha kısa sürede ulaştıklarını ifade ettiler. Tibia plato kırığından sonra erken yük vermenin güvenli olduğunu komplikasyon, ağrı ve yaşam kalitesi açısından bir fark olmaksızın tam yük vermeye ulaşma süresinde önemli bir kısalma olduğunu ifade ettiler (110). Günümüzde plato kırıklarının cerrahi tedavisi sonrası standart bir rehabilitasyon protokolü bulunmamaktadır. Bu konuda olası redüksiyon kaybı ve eklemde çökme gibi riskleri göz önünde bulundurarak aynı zamanda erken yük vermenin fonksiyonel sonuçları iyileştirdiğini de düşünerek cerrahın rehabilitasyon sürecini yakından takip etmesi gerektiğinin en iyi seçenek olduğunu düşünmekteyiz.

Biz çalışmamızda kırıklarda kaynamanın mevcudiyetini radyolojik olarak direkt grafilerde lineer kırık hattının görünmemesi ve kortikal devamlılığın sağlanması, klinik olarak da hastaların ağrısız yük verebilmesi olarak değerlendirdik. Hastalarımızda kaynama süresini en erken 8, en geç 24 hafta ve ortalama olarak da literatürle benzer şekilde 13,2 hafta olarak tespit ettik. Schatzker tip 5 ve 6 kırığı olan hastaların kaynama süresi ortalamalarını diğer Schatzker tiplerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulduk. AO tip 41C grubunun kaynama süresi, 41B2 ve 41B3 gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede fazlaydı. AO tip 41B2 ve 41B3 gruplarının kaynama süresileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptamadık. Bove ve ark. (2018) tibia plato kırığı olan 28 hastada eksternal fiksator uygulaması ile plak uygulamasını kıyasladıkları çalışmalarında eksternal fiksator uygulanan hastaların ortalama kaynama sürelerini 22 hafta, plak uygulanan hastaların ise 17 hafta olduğunu ifade ettiler. Eksternal fiksator uygulanan hastaların daha kompleks kırığı olan hastalar olduğunu ve operasyon süresinin daha uzun sürdüğünü ifade ettiler (111). Zhao ve ark. (2019) ise bikondiler tibia plato kırığı nedeniyle açık redüksiyon internal tespit uyguladıkları hastaların radyolojik ve fonksiyonel sonuçlarını değerlendirdikleri çalışmalarında kaynama süresinin en erken 10 en geç 26 hafta ortalama kaynama süresinin ise 12,5 hafta olduğunu belirttiler (112). Bir diğer çalışmada Kulkarni ve ark. (2015) lateral plak vida ile tespit uyguladıkları Schatzker tip 3 kırıklarda postoperatif kaynama süresini ortalama 13,2 hafta olarak saptadılar (113).

Çalışmamızda ortalama ameliyat süresini 91,67 dk (60-150 dk) ve postoperatif hastanede yatış süresini ise ortalama 3,67 gün (2-7 gün) olarak saptadık. Lee ve ark. (2014) ise Schatzker tip 5 ve 6 kırıklarda tek ve çift plak uygulamasını karşılaştırdıkları çalışmalarında tek plak uygulanan grupta ortalama ameliyat süresini 76,6 dk, hastanede yatış süresini 9,3 gün, çift plak uygulanan grupta ise bu süreleri sırasıyla 101,4 dk ve 15,6 gün olarak saptadılar. Her iki değerin de tek lateral plak uygulanan grupta anlamlı olarak daha az olduğunu belirttiler (114). Biz çalışmamızdan yola çıkarak ameliyat süresini kısaltan en önemli faktörlerin plak uygulamasına izin verecek en kısa uzunlukta tek anterolateral insizyon tercih etmemiz ve greft uygulaması yapmamamız olduğunu düşünmekteyiz. Ek olarak ameliyat sırasında yumuşak dokuya saygılı, cilt-cilt altını ayırıştırmadan fasyokutanöz

flepler oluşturduğumuz için postoperatif ödem daha hızlı gerilemekte, yumuşak doku iyileşmesi daha hızlı olmakta ve yatış süresi de bunlara paralel olarak kısalmaktadır.

Çalışmamıza dahil olan 21 hastanın 3'ü yaralanma öncesi çalışmıyordu. Çalışan 18 hastamızdan 15'i eski işlerine dönerken, 2'si daha hafif bir işe geçtiklerini ifade ettiler. 1 hastamız ise ameliyat sonrası emekli oldu. Eski işlerine geri dönen hastaların ortalama işe dönüş süresi 3,5 ay (2-9 ay) olarak bulundu. Literatürde işe dönüş ile ilgili fazla sayıda çalışma bulunmamaktadır. Bir çalışmada opere edilen 30 tibia plato kırığı hastasının %52'sinin eski işine döndüğü, %24'ünün daha hafif bir işe geçtikleri belirtilmiş olup kırık tipi ile işe dönüş arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır (93). Bir başka çalışmada ise Kraus ve ark. (2018) ameliyat öncesi ağır işlerde çalışan hastaların iş göremezlik süresinin daha uzun olduğunu tespit ettiler (115). İşe dönüş konusunda elbette ki tek etkili faktör ameliyat tekniği olmayıp hastaların kognitif ve sosyokültürel düzeyleri, ekonomik kaygıları, travmaya bağlı mevcut ek yaralanmaları, komplikasyonlar gibi çok sayıda faktör etkili olmaktadır. Çalışmamızın odak noktası olmamakla beraber çalışan hastaların %71,4'ünde işe dönüş elde ettiğimizi görmekteyiz. Bununla ilgili olarak daha çok sayıda ve daha homojen hasta popülasyonu ile yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Tibia plato kırıklarının cerrahi tedavisinde amaç; eklemin anatomik redüksiyonu ve aksiyal dizilimin sağlanarak stabil fiksasyon elde etmektir. Bu doğrultuda geçmişten günümüze eksternal fiksatorler, izole vida, tek ya da çift plak uygulamaları, spesifik bazı kırık tipleri için son zamanlarda popülaritesi artan posterolateral ya da posteromedial plak uygulamaları ve bunların kombinasyonları şeklinde farklı teknikler tanımlanmıştır. Biz çalışmamızda orta ve uzun dönemde başarılı sonuçlar elde etmek için eklemin anatomik redüksiyonunu sağlamayı ve sürdürmeyi ön planda tutarak meydana gelebilecek komplikasyonlardan da kaçınmayı hedefledik. Bu amaçla tüm hastalarda olası yumuşak doku problemlerini önlemek, ameliyat süresini kısa tutmak, enfeksiyon ihtimalini azaltmak için kırık fiksasyonunda biyomekanik ilkeleri de göz önünde bulundurarak tek anterolateral yaklaşımla izole vida ya da plak-vida kombinasyonu ile fiksasyon uyguladık. Sabit açılı, "L" şekilli, kilitli anatomik lateral buttress plağı ve "raft" konstrüksiyonu oluşturarak elde edilen redüksiyonun devamlılığını sağlamak amacıyla izole ya da

plakla kombine şekilde 5,5 mm, başsız kanüllü kompresyon vidaları kullandık. Hastaların kemik kalitesine, kırık tipine, çöken fragmanın büyüklüğüne ve yumuşak dokunun durumuna göre 4 hastada izole vida, 17 hastada ise plak ile beraber serbest vida uygulaması yaptık. Serbest vidaları yine kırık tipine göre, lateralde plağın hemen üzerinden çöken fragmanı destekleyecek şekilde subkondral alana eklem hattına paralel olarak gönderirken özellikle medial platoyu içeren kırıklarda stabiliteyi artırmak için medialden de stab insizyonlar yaparak perkütan olarak uyguladık.

Çalışmamızdaki hastaların postoperatif 1. yıl radyolojik ve fonksiyonel skorlarını iyi ya da mükemmel olarak bulduk. 21 hastanın 18'inde postoperatif 1. yıl eklem çökmesinin 3 mm'nin altında olduğunu ve tüm hastalarda kondiler genişleme miktarının 5 mm'nin altında olduğunu gözlemledik. Mueller ve ark. (2003) yaptıkları biyomekanik çalışmada bikondiler plato kırıklarında tek lateral plak ile çift plaklamanın stabilitesini karşılaştırdılar. Stabilite, dayanma gücü ve medial deplasman açısından tek ve çift plak arasında anlamlı fark saptamadılar (116). Youssef ve arkadaşları da (2017) bikondiler tibia plato kırıklarında özellikle medial platonun yaygın parçalı olmadığı durumlarda tek lateral kilitli plak uygulamasının çift plak kadar etkili olduğunu, opere ettikleri 20 hastanın postoperatif 1. yıl RKS ve RRS ortalamalarının mükemmel olduğunu belirttiler (117). Benzer şekilde Ehlinger ve ark. (2012) medial komponenti olan 13 tibia plato kırığında tek lateral kilitli plak uygulaması yaptıkları çalışmalarında hastaları en az 12 ay takip ettiklerini ve 5 hastada geç dönemde 2 mm'den fazla artiküler çökme meydana gelmesine rağmen tüm hastaların Lysholm skorlarının 87'nin üzerinde olduğunu belirttiler. Tek kilitli lateral plak uygulamasının çift plak kadar etkin olduğunu vurguladılar (118). Wang ve ark. (2021) bikondiler plato kırıklarında çift plak ve çift plağa ek olarak kompresyon cıvataları kullanarak fiksasyon uyguladıkları hastaların sonuçlarını kıyasladılar. Erken postoperatif dönemde redüksiyon kaybı açısından her iki grup benzer olmakla beraber geç dönemde kompresyon cıvatası uygulanan grupta kondiler genişleme ve eklem çökmesi miktarlarının anlamlı derecede daha az olduğunu ve yine bu grupta fonksiyonel skorların da daha yüksek olduğunu saptadılar (119). Sevcen ve ark. (2020) 24'üne kanüllü lag vidaları, 37'sine ise kilitli lateral plak ile tespit uygulanmış 61 Schatzker tip 2 kırığı mevcut hastayı retrospektif olarak incelediler. Hastaların

klirik ve radyolojik sonuçları arasında fark saptamadılar (120). Literatürdeki çalışmalardan da yola çıkarak bikondiler kırıklarda da tek lateral plak uygulamasının iyi bir seçenek olabileceğini ve fiksasyon tekniğine karar verirken sadece biyomekanik ilkeleri göz önünde bulundurmaktan ziyade olası komplikasyonları ve yumuşak doku durumunu da göz önünde bulundurarak hasta bazlı karar verilmesinin daha faydalı olacağı kanaatindeyiz.

Literatürde son yıllarda tibia plato kırıklarının fiksasyonunda “raft” tekniğinin uygulama sıklığının arttığı görölmektedir. Bu teknikte temel mantık eleve edilen eklem yüzeyinin hemen altında serbest ya da plaktan geçen vidalarla bir sal yapısı oluşturmaadır. Bu doğrultuda farklı kalınlıklarda ve farklı sayılarda vidalar kullanıldığını görmekteyiz. Biz alışmamızda 6,5 mm ‘lik vidaların eklem yüzeyi ile plak arasındaki mesafenin dar olması ve eleve edilen fragmanlarda parçalanmaya yol açabilme riskini düşünerek aynı zamanda 3,5 mm’lik vidaların yapısal destek olarak zayıf kalacağını göz önünde bulundurarak 5.5 mm’lik 2 ya da 3 adet vida kullanmayı tercih ettik. Patil ve ark. (2006) Schatzker tip 3 kırık oluşturdukları normal ve osteoporotik kemik modellerinde 4 adet 3,5 mm kortikal vida ile uygulanan “raft” tekniğı ile 2 adet 6,5 mm kansellöz vida ile fiksasyon tekniğini kıyasladılar. Osteoporotik modellerde 3,5 mm vidalar ile uygulanan “raft” tekniğinin aksiyal kompresyon kuvvetlerine daha dayanıklı olduğunu ve biyomekanik açıdan daha güçlü olduğunu buldular (121). Kulkarni ve ark. (2015) 5 mm’den fazla eklem depresyonu olan Schatzker tip 3 (AO 41B3) kırığı mevcut 38 hastayı periartiküler raft plağı ve subkondral 3,5 mm kortikal vidalar ile greft uygulamaksızın opere ettikleri çalışmalarında hastalardan 27’sinin Rasmussen radyolojik skoru mükemmel, 9 tanesinin iyi ve Lysholm skorlarının ise 26 hastada mükemmel, 8 hastada iyi olduğunu, yalnızca 1 hastada yük verme sonrası redüksiyon kaybı olduğunu belirttiler. Greftte bağlı olası komplikasyonlardan kaçınarak periartiküler raft plak vida tekniğı ile fiksasyonun etkili bir yöntem olduğunu vurguladılar (113). Benzer bir çalışmada Langhi ve ark. (2007) “T” şekilli distal radius plağı ve 4 adet 3,5 mm’lik kortikal raft vidaları ile fiksasyon uygulanmış greft kullanılmamış 20 Schatzker tip 3 plato kırığının en az 6 aylık takip sonuçlarını değerlendirdiler. Sağlam tarafla kıyaslandığında hiçbir hastada lateral platoda yükseklik kaybı olmadığını, aynı zamanda klinik sonuçların da tüm hastalarda iyi ya da mükemmel olduğunu

belirttiler (122). Kayalı ve ark. (2017) Schatzker tip 2 plato kırığı nedeniyle raft plak vida tekniğiyle opere ettikleri 24 hastanın ortalama 21 aylık takip sonuçlarını yayınladılar. Yazarlar tüm hastalarda lateral anatomik kilitli plak üzerinden 2 ya da 3 adet 5,0 mm'lik vidalar kullandıklarını belirttiler. 1 hasta dışında tüm hastaların yaralanma öncesi aktivitelerine ve işlerine geri döndüğünü ve tüm hastaların fonksiyonel ve radyolojik skorlamalarının iyi ya da mükemmel olduğunu ifade ettiler (123). Ye ve ark. (2019) ise yaptıkları çalışmada periartiküler raft tekniğine uygun şekilde opere ettikleri hastalarda en proksimaldeki vida ile eklem yüzeyi arasındaki mesafenin postoperatif redüksiyon kaybı ile ilişkisini incelediler. AO 41B2, 41B3 ve 41C3 kırığı olan 49 hastayı değerlendirdiler. Her hastada çöken osteokondral fragmanın kalınlığını ölçtüler. Hastaları 2 gruba ayırıp anatomik redüksiyonun sağlanmasını takiben bir grup hastada plağın en proksimalindeki vidayı çöken osteokondral fragmanın kalınlığına eşit veya daha az olacak bir mesafede subkondral alana gönderirlerken diğer grup hastalarda osteokondral fragmanın kalınlığından daha fazla bir mesafede gönderdiler. İlk grupta redüksiyon kaybını anlamlı derecede daha az buldular (124).

Deprese tibia plato kırıklarında osteokondral fragmanların elevasyonu ve anatomik redüksiyonun sağlanması sonrası oluşan metafizer defektin doldurulması literatüre bakıldığında uzun süre redüksiyonun devamlılığı açısından gerekli görülmüş ve çok sayıda çalışma yayınlanmıştır. Bu hususta en çok kullanılan ve hakkında en çok araştırma yapılan, otolog kemik greftleridir. Otolog kemik greftleri osteojenik, osteokondüktif ve osteoindüktif özelliklere sahip olup immun yanıt oluşturmazlar. Hastalık geçişi olmaması, ek bir maliyetinin olmaması diğer avantajlarıdır. Ancak özellikle kansellöz otogreftlerin yapısal desteği oldukça zayıftır. Ameliyat süresini uzatması, kanama miktarını artırması, ek insizyon gerekliliği ve buna bağlı ek skar bırakması, sınırlı miktarda elde edilebilmesi, istenilen boyut ve biçimde şekillendirme güçlüğü gibi devantajları da mevcuttur. En sık kullanılan lokalizasyon olan iliak kanattan otogreft alımıyla ilgili %8,6 major ve %20,6 minör komplikasyon bildirilmiştir. Minör komplikasyonlar arasında insizyon bölgesinde geçici duyu kaybı, yara bölgesinden kültür negatif drenaj, yüzeysel enfeksiyon bulunurken majör komplikasyonlar derin enfeksiyon, büyük hematoma, revizyon gerektiren skar oluşumu, meralgia paresthetica, yürüme güçlüğü, 6 aydan

uzun süre persiste eden ağrı, pelvis kırığı, enterokutanöz fistül gibi durumları kapsamaktadır. Bunların dışında nadir de olsa majör visseral organ yaralanması ve arteriovenöz fistül gibi hayatı tehdit edebilecek komplikasyonlar da tanımlanmıştır (125). Heneghan ve McCabe (2009) 29'una anterior iliak kanat otogrefti kullanarak anterior servikal dekompresyon yaptıkları 47 hastanın en az 12 aylık takip sonuçlarını paylaştılar. Her iki grup arasında hastanede yatış süreleri ve intraoperatif kan kaybı açısından fark olmadığını, otogreft kullanılan grupta ameliyat süresinin anlamlı derecede daha uzun olduğunu saptadılar. Greft uygulanan hastalardan 2'sinde greft bölgesinde yara yeri enfeksiyonu, 1'inde ise jejunal perforasyon geliştiğini belirttiler. Ek olarak greft kullanılan grupta hastaların %90'ında 1 aydan uzun süren, %38'inde ise 1 yıldan uzun süre donör saha ağrısı olduğunu ve bu hastaların %43'ünün ağrısı orta ya da şiddetli olarak tanımladıklarını, yine greft kullanılan hastaların mental sağlık skorlarının daha düşük olduğunu tespit ettiler (126). Schaaf ve ark. (2010) ise iliak kanat otogrefti aldıkları 75 hastanın donör saha morbiditelerini inceledikleri çalışmalarında 1 hastada spina iliaka anterior superior kırığı geliştiğini, hastaların %84'ünde postoperatif ağrı olduğunu ve bu ağrının hastaların %14,3'ünde 3 ay sürdüğünü, %4,8'inde ise persiste ettiğini saptadılar. Ek olarak hastaların %64'ünde postoperatif çeşitli derecelerde fonksiyonel bozukluklar (yürüme güçlüğü, merdiven çıkarken zorlanma, oturup kalkarken zorlanma vb.) gözlenirken %4'ünde bunların persiste ettiğini, hastaların %6,7'sinde ise lateral femoral kutanöz sinirin dağılım alanında persistan duyu kusuru olduğunu belirttiler (127). Bir başka çalışmada Li ve ark. (2020) kapalı tibia plato kırıklarında cerrahi alan enfeksiyonlarının insidans ve risk faktörlerini araştırdılar. Bu prospektif çalışmada açık redüksiyon internal fiksasyon uygulanan toplam 1108 hastanın 25 hastada cerrahi alan enfeksiyonu görüldüğünü ve bunların 13'ünde greft kullanıldığını belirttiler. Sonuç olarak cerrahi alan enfeksiyonu için kemik grefti (allograft, otogreft) kullanımını bağımsız bir risk faktörü olarak tanımladılar (128).

Literatüre baktığımızda allogreftlerin de tibia plato kırıklarındaki metafizer defektin doldurulması amacıyla sıkça kullanıldıklarını görmekteyiz. Allogreftler, osteokondüktif ve osteoindüktif özellikler göstermekle beraber osteojenik özellikleri yoktur. Elde edilmesi için hasta üzerinde ek bir morbidite oluşturmaz. Ameliyat süresini uzatmaz ve daha fazla miktarda greft uygulanmasına imkan tanır. Bununla

beraber allogreftler çeşitli işlemlerden geçirilerek immunojenik ve hastalık taşıyıcı özellikleri ortadan kaldırılmaya çalışılsa da risk teşkil etmektedir. İnkorporasyon süresi de otogreftlere göre uzundur. Meiser ve ark. (2022) femur başı allogrefti kullanılarak açık redüksiyon ve plak vida tespiti uygulanan 22 tibia plato kırığını retrospektif inceledikleri çalışmalarında hasta bazlı klinik sonuçların başarılı olduğunu saptadılar ve allogreftlerin daha yaygın kullanımını önerdiler (129). Bir başka çalışmada ise Bagherifard ve ark. (2016) eklem depresyonu bulunan 81 opere tibia plato kırığı hastasını retropektif olarak incelediler. Hastaların 58'ine kortikokansellöz allogreft, 23'üne ise otogreft kullanıldığını tespit ettiler. En az 1 yıllık takip sonrası sonuçları Rasmussen klinik ve radyolojik skorlamaları ile değerlendirdiler. Otogreft uygulanmış hastaların RKS ortalaması 18,65 (mükemmel), RRS ortalaması 15,65 (mükemmel) ve allogreft uygulanmış grubun RKS ortalaması 18,55 (mükemmel), RRS ortalaması ise 15,68 (mükemmel) olup iki grup arasında radyolojik ve klinik sonuçlar arasında anlamlı fark olmadığını belirttiler. Aynı çalışmada bütün hastalarda kaynama elde edildiğini, allogreft uygulanan 2 hastada ve otogreft uygulanan 1 hastada enfeksiyon meydana geldiğini, allogreft uygulanan 2 hastada eklemden geç çökme meydana geldiğini fakat bunların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığını belirttiler (130).

Trikalsiyum fosfat ve hidroksiapatit bazlı sementler de plato kırıklarında defekt yönetiminde sıkça kullanılmıştır. İyi bir yapısal destek sağlaması, ekzotermik reaksiyon oluşturmaması ve düşük maliyeti gibi avantajları yanı sıra kırılabilir olması, integrasyonunun kısıtlı ve yavaş olması gibi dezavantajlara da sahiptir (131). Horstmann ve ark. (2003) kalsiyum fosfat sement uygulanmış 5 mm'den fazla eklem çökmesi mevcut 14 tibia plato kırığını retropektif inceledikleri çalışmalarında ortalama 28 aylık takip sonrası 12 hastada mükemmel ya da iyi fonksiyonel sonuçlar elde ettiklerini, yalnızca bir hastada tam yük verme sonrası eklemden çökme meydana geldiğini, kalsiyum fosfat sement uygulamasının plato kırıklarında oluşan metafizyel defektlerin yönetiminde akılda bulundurulması gereken bir alternatif olduğunu belirttiler (132). Hofmann ve ark. (2020) ise Schatzker tip 2 ve tip 3 plato kırığı nedeniyle opere ettikleri 133 hastayı içeren randomize prospektif çok merkezli çalışmalarının sonuçlarını paylaştılar. Çalışmalarında proksimal tibia'daki defekti doldurmak için hastaların 68'inde iliak kanat otogrefti, 65'inde ise hidroksiapatit

kalsiyum sülfat kemik sementi kullandılar. Erken postoperatif dönemde ağrının ve intraoperatif kan kaybının sement uygulanan grupta anlamlı derecede daha az olduğunu, postoperatif 26. haftada fonksiyonel skorlar ve ağrı skorlarının her iki grupta da benzer olduğunu saptadılar. Yine her iki grupta da kırık iyileşmesi, defektin remodele olması ve eklemde çökme açısından anlamlı fark bulunmadığını belirttiler (133). Bir başka çalışmada Ong ve ark. (2012) Schatzker tip 2 ve tip 3 kırığı olan plak ve kilitsiz vidalarla tespit uygulanan 24 hastayı retrospektif incelediler. 14 hastaya hidroksiapatit kalsiyum karbonat sentetik kemik grefti, 10 hastaya ise otogreft veya allogreft uygulandığını saptadılar. Her iki grubu preoperatif, erken postoperatif, postoperatif 6. ay ve 12. ay radyolojik ve fonksiyonel açıdan değerlendirdiler. Her iki grup arasında preoperatif, erken ve geç postoperatif dönemde eklemde çökme açısından anlamlı fark bulmadılar. Postoperatif 6. Ay eklem hareket açıklığını otogreft-allogreft uygulanan grupta hidroksiapatit grubuna göre anlamlı derece fazla saptamakla beraber 1.yıl fonksiyonel skorları benzer olarak bulundu. Her iki grupta da birer hastada yara yeri enfeksiyonu geliştiğini belirttiler (134).

Deneyimlerimize göre iliak kanat otogrefti kullanılarak opere edilen hastaların poliklinik takiplerinde azımsanmayacak sayıda persiste eden ağrı, skar gelişimi, duyu kaybı ve yüzeysel enfeksiyon gibi komplikasyonlara rastlamaktayız. Bunlar, primer opere edilme sebebi dışında hem hasta memnuniyetini azaltmakta hem de artan poliklinik başvuruları, tekrar eden hastaneye yatışlar, reoperasyonlar maliyeti ve iş yükünü de artırmaktadır. Biz çalışmamızda çökme miktarından bağımsız olarak spongios kemiğin yüksek rejenerasyon kapasitesini de göz önünde bulundurarak hiçbir hastada greft kullanmadık. Redüksiyonun devamlılığını sağlamak ve postoperatif çökmeleri önlemek için son yıllarda uygulanma sıklığı giderek artan “raft” tekniğine uygun şekilde buttress plağın üzerinden serbest vidalarla eklem yüzeyini hemen altından destekledik. Aynı zamanda bu vidaların komprese edici etkisiyle kırık hattında gap oluşumunu engelleyerek mutlak stabilite ve primer kırık iyileşmesi prensiplerine uygun şekilde fiksasyon sağladık. 1. yıl kontrollerinde tüm hastalarımızda kaynamanın sağlandığını ve defektli alanda yeni kemik oluşumunun mevcut olduğunu gördük. Tibia plato kırıklarının cerrahi tedavisinde en önemli husus eklem yüzeyinin reduksiyonunun sağlanarak kaynama

meydana gelene kadar sürdürölmesi olup greft kullanımının masum bir uygulama olmadığı ve komplikasyonlara açık olduğu unutulmamalıdır. Çalışmamızdan yola çıkarak greft uygulamasının tibia plato kırıklarında rutin bir gereklilik olmadığını, cerrahın greft ve greft yerine kullanılabilen materayallerin avantaj ve dezavantajlarını bilerek ameliyat planlamasını yapması gerektiğini düşünmekteyiz.



7. SONUÇ

Çalışmamıza dahil olan 21 hastanın 12'sinde menisküs yırtığı mevcut olup bu hastalardan 10'unda intraoperatif primer tamir uyguladık. Postoperatif 1. yıl menisküs yaralanması olmayan grubun istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek radyolojik ve fonksiyonel skorları olmakla beraber her iki grubun da sonuçlarını iyi ya da mükemmel olarak bulduk. Meniskal yaralanmaların saptanması ve mümkün ise aynı seansta tamir edilmesinin tibiofemoral temas basıncını en aza indirgeyerek ve eklem mekanik stabilitesini artırarak postoperatif çökme ihtimalini de azalttığını düşünmekteyiz. Tibia plato kırıklarında intraartiküler ve ekstraartiküler ligamentler ile menisküs yaralanmalarının da sıklıkla eşlik ettiğini göz önünde bulundurursak preoperatif değerlendirme ve planlamada MRG'nin önemli bir rolü olduğunu düşünmekteyiz.

Hastaların postoperatif 1. yıl eklemde çökme ve kondiler genişleme miktarları azaldıkça radyolojik ve fonksiyonel skorların yükseldiğini, radyolojik ve fonksiyonel skorlar arasında pozitif yönde korelasyon olduğunu saptadık. Tibia plato kırıklarının cerrahi tedavisinde anatomik redüksiyonun sağlanması ve stabil bir fiksasyon uygulanarak sürdürülmesinin başarılı sonuçlar için anahtar nokta olduğu kanaatindeyiz.

Hastalara kuadriseps kas gücünü korumak ve eklem sertliğini önlemek için postoperatif 1. gün harekete başlayarak kademeli olarak artırdık ve ortalama 9,52 haftada (en erken 8, en geç 14. hafta) tolere edebileceği kadar yük verdimmeye başladık. Postoperatif 1. yıl radyolojik ve fonksiyonel skorların yük verme süresi erken olan hastalarda daha yüksek olduğunu saptamakla beraber bu konuda hastanın fiziksel ve kognitif durumu, tedavi ve takip sürecine uyumu, fiksasyonun stabilitesi, eşlik eden yumuşak doku yaralanmaları ile kaynama durumuna göre cerrahın kararının en doğrusu olacağına inanıyoruz.

Hastalarımızın hiçbirinde kırık tipinden bağımsız olarak greft ya da çift plak uygulaması yapmadık. Tüm hastalarda tek lateral plak ve serbest vidalar ile ya da yalnızca vidalar ile "raft" yapısı kuracak şekilde fiksasyon sağladık. Ortalama kaynama süresini 13,24 hafta olarak saptadık. Literatürle uyumlu şekilde AO 41C

tipi kırıklar AO 41B tipi kırıklara ve bikondiler kırıklar (Schatzker tip 5 ve 6) monokondiler kırıklara (Schatzker tip 2 ve 3) göre anlamlı derecede daha geç kaynamakla beraber hiçbir hastada nonunion ile karşılaşmadık. Hastaların postoperatif 1. yıl RRS ortalamasını 16,57 (iyi), RKS ortalamasını 16,57 (iyi) ve Lysholm Diz Skoru ortalamasını (iyi) olarak tespit ettik. Çalışmamızın ana sonucu; tibia plato kırıklarında anatomik redüksiyonun sağlanması ile beraber greft uygulanmaksızın eklemin subkondral serbest vidalar ile desteklenmesi, olası postoperatif çökmenin önlenmesi ve redüksiyonun sürdürülmesinde etkin bir yöntem olup hastaların 1 yıllık takip sonuçları tatmin edicidir.



8. KAYNAKLAR

1. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury*. 2006; 37(8):691-697.
2. Rozell JC, Vemulapalli KC, Gary JL, Donegan DJ. Tibial Plateau Fractures in Elderly Patients. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2016;7(3):126-134.
3. Robledo-Herrera O, Diego-Ball D, Oliva-Ramírez S. Abordaje posteromedial y colocación de placa en fractura de meseta tibial con fragmento posterior. *Acta Ortop Mex*. 2015;29:2.
4. Schatzker J, Mcbroom R, Bruce D. The Tibial Plateau Fracture: The Toronto. Experience 1968-1975. *Clinical orthopaedics and related research*. 1979;138:94-104.
5. Hohl M. Complication of tibial plateau fractures. *Complication in Orthopaedic Surgery*. 3th Edition, Philadelphia: J.B. Lippincott. 1995:540-52.
6. Rasmussen PS. Tibial condylar fractures: impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *JBJS*. 1973;55(7):1331-50.
7. Ong JC, Kennedy MT, Mitra A, Harty JA. Fixation of tibial plateau fractures with synthetic bone graft versus natural bone graft: a comparison study. *Ir J Med Sci* 2012;181:247–52.
8. Goulet JA, Senunas LE, DeSilva GL, Greenfield ML. Autogenous iliac crest bone graft. Complications and functional assessment. *Clin Orthop Relat Res* 1997;339:76–81.
9. Sir Cooper A. A treatise on dislocations and on fractures of the joints: fractures of the neck of the thigh-bone. 1823. *Clin Orthop Relat Res*. 2007 May;458:6-7.

10. Watson TJ, Wiss DA. Fracture of The Proximal Tibia And Fibula. Rockwood And Green's Fractures In Adults. Bucholz RW, Heckman JD, volume 2, fifth edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2001:1801-1841.
11. Apley AG.: Fractures of the Lateral Tibia Condyle Treated by Skeletal Traction and Early Mobilization. J. Bone Joint Surg. 38-B: 699-708, 1956.
12. Duparc J, Ficat P. [Articular fractures of the upper end of the tibia]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1960 Sep;46:399-486. French.
13. Hohl M: Tibial condylar fractures. J Bone Joint Surg 49A: 1455- 1467, 1967.
14. Harolds JA. Fatigue fractures of the medial tibial plateau. Southern medical journal. 1981;74(5):578-81.
15. Muscolino JE. Kinezyoloji (Türkçe çeviri). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi; 2018.
16. Netter FH. The Netter Collection of Medical Illustrations Cilt-8 Kas-İskelet Sistemi Kısım I Anatomi, Fizyoloji ve Metabolik Bozukluklar (Türkçe çeviri). Ankara: Güneş Tıp Kitapevi; 2009.
17. Scott WN, Insall JN. Injuries of the knee. Rockwood CA, Gren DP, Bucholz R (editors). Rockwood and Green's fractures in adults. Philadelphia: J.B. Lippincott, 1991: 1799.
18. Evans P., The Knee Joint, A Clinical Guide, Churchill Livingstone, pp:28, 1986.
19. Goldblatt JP, Richmond JC. Anatomy and biomechanics of the knee. Operative Techniques in Sports Medicine 2003;11:172-86.
20. Martelli S, Pinskerova V. The shapes of the tibial and femoral articular surfaces in relation to tibiofemoral movement. J Bone Joint Surg [Br] 2002;84:607-13.

21. Insall JN, Kelly MA. Anatomy. In: Surgery of the knee. Insall JN(Ed). 2nd ed. Churchill – Livingstone, New York. 1993: 1-20.
22. Ege R. Tibial Proksimal Bölge Kırıkları. Bölüm 43, "Ege, R. Travmatoloji", 4. baskı, Kadioğlu Matbaası, Ankara; 2730-2771, 1989.
23. Grana WA, Larson RL. Functional and Surgical Anatomy. In: Larson RL and Grana WA: The Knee. W.B. Saunders Co. Pennsylvania. 1993: 1148.
24. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. Sports Med Arthrosc Rev. 2011 Jun;19(2):82-92.
25. Putz R. Anatomie und Biomechanik des Kniegelenks [Anatomy and biomechanics of the knee joint]. Radiologe. 1995 Feb;35(2):77-86.
26. Fox AJ, Wanivenhaus F, Rodeo SA. The basic science of the patella: structure, composition, and function. J Knee Surg. 2012 May;25(2):127-41.
27. Loudon JK. BIOMECHANICS AND PATHOMECHANICS OF THE PATELLOFEMORAL JOINT. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11(6):820-830.
28. Reid JS, Van Slyke MA, Moulton MJ, Mann TA. Safe placement of proximal tibial transfixation wires with respect to intracapsular penetration. J Orthop Trauma 2001;15:10-7.
29. Davies H, Unwin A, Aichroth P. The posterolateral corner of the knee. Anatomy, biomechanics and management of injuries. Injury 2004;35:68-75.
30. Seebacher JR, Inglis AE, Marshall JL, Warren RF. The structure of the posterolateral aspect of the knee. J Bone Joint Surg [Am] 1982;64:536-41.
31. LaPrade RF, Wentorf F. Diagnosis and treatment of posterolateral knee injuries. Clin Orthop Relat Res 2002;402:110-21.

32. Terry GC, LaPrade RF. The posterolateral aspect of the knee. Anatomy and surgical approach. *Am J Sports Med* 1996;24:732-9.
33. Villegas DF, Hansen TA, Liu DF, Donahue TLH. A quantitative study of the microstructure and biochemistry of the medial meniscal horn attachments. *Ann Biomed Eng* 2008;36(1):123–31.
34. Bezerra FS, Alves JN, Silva MAS, Trajano ETL, Ferreira TA, Vasconcellos HA, Valença SS. Quantitative and descriptive analysis of the meniscotibial ligament in human corpses. *Braz J Morphol Sci* 2007;24(4):211-3.
35. Messner K, Gao J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. *J Anat* 1998;193(Pt 2):161–78.
36. Clark CR, Ogden JA. Development of the Menisci of the Human Knee Joint Morphological Changes and Their Potential Role in Childhood Meniscal Injury. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65(4):538–47.
37. Rath E, Richmond JC. The menisci: basic science and advances in treatment. *Br J Sports Med* 2000;34(4):252–7.
38. Smigielski R, Becker R, Zdanowicz U, Cizek B. Medial meniscus anatomy - from basic science to treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(1):8–14.
39. LaPrade CM, Ellman MB, Rasmussen MT, James EW, Wijdicks CA, Engebretsen L, LaPrade RF. Anatomy of the Anterior Root Attachments of the Medial and Lateral Menisci. A Quantitative Analysis. *Am J Sport Med* 2014;42(10):2386– 92.
40. Johannsen AM, Civitarese DM, Padalecki JR, Goldsmith MT, Wijdicks CA, LaPrade RF. Qualitative and quantitative anatomic analysis of the posterior root attachments of the medial and lateral menisci. *Am J Sports Med* 2012;40(10):2342–7.

41. Last RJ. The popliteus muscle and the lateral meniscus. *J Bone Joint Surg Br* 1950;32-B(1):93–9.
42. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Menetrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(3):204–213.
43. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;454:35–47.
44. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1975;106(106):216–231.
45. Forsythe B, Harner C, Martins CA, Shen W, Lopes OV, Fu FH. Topography of the femoral attachment of the posterior cruciate ligament. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(Suppl 2(Part 1)):89–100.
46. Edwards A, Bull AM, Amis AA. The attachments of the fiber bundles of the posterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy.* 2007;23(3):284–290.
47. Matava MJ, Ellis E, Gruber B. Surgical treatment of posterior cruciate ligament tears: an evolving technique. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009;17(7):435–446.
48. LaPrade RF, Engebretsen AH, Ly TV, Johansen S, Wentorf FA, Engebretsen L. The anatomy of the medial part of the knee. *J Bone Joint Surg [Am]* 2007;89:2000-10.
49. Fyllos A, Raoulis V, Mitrousias V, Banios K, Chytas D, Zibis A. Surgical Implications of the Arterial Anatomy around the Knee: A Cadaveric Pictorial Essay. *Diagnostics (Basel).* 2021 Oct 28;11(11):2004.
50. Freeman MA, Wyke B. The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. *J Anat* 1967;101:505-32.

51. Zhang L, Liu G, Han B, et al. Knee Joint Biomechanics in Physiological Conditions and How Pathologies Can Affect It: A Systematic Review. *Appl Bionics Biomech*. 2020;2020:7451683. Published 2020 Apr 3.
52. Tew M., Forster I.W.: Effect of knee replacement on flexion deformity. *J.Bone. Joint Surg*. 67-B:14,1985.
53. Sherman SL, Plackis AC, Nuelle CW. Patellofemoral anatomy and biomechanics. *Clin Sports Med*. 2014 Jul;33(3):389-401.
54. Shih YC, Chau MM, Arendt EA, Novacheck TF. Measuring Lower Extremity Rotational Alignment: A Review of Methods and Case Studies of Clinical Applications. *J Bone Joint Surg Am*. 2020 Feb 19;102(4):343-356.
55. Charles M. C-B, Heckman JD, McKee M, McQueen MM, Ricci W, Tornetta III P. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 8.th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015. 2303-64.
56. Kennedy J, Bailey W. Experimental tibial-plateau fractures: studies of the mechanism and a classification. *JBJS*. 1968;50(8):1522-34.
57. Barei DP, O'Mara TJ, Taitsman LA, Dunbar RP, Nork SE. Frequency and fracture morphology of the posteromedial fragment in bicondylar tibial plateau fracture patterns. *Journal of orthopaedic trauma*. 2008;22(3):176-82.
58. Chang H, Zheng Z, Shao D et al. Incidence and radiological predictors of concomitant meniscal and cruciate ligament injuries in operative tibial plateau fractures: a prospective diagnostic study. *Sci Rep*. 2018;8(1):13317.
59. Marchand LS, Working ZM, Rane AA et al. Compartment syndrome in tibial plateau fractures: do previously established predictors have external validity? *J Orthop Trauma*. 2020;34(5):238–243.
60. British Orthopaedic Association. *Diagnosis and management of compartment syndrome of the limbs*. 2016.

61. National Institute for Health and Care Excellence. Fractures (Non-Complex): Assessment and Management. 2016.
62. Dirschl DR, Dawson PA. Injury severity assessment in tibial plateau fractures. Clin Orthopaed Rel Res. 2004;(423):85–92.
63. Oestern H-J, Tscherne H. Pathophysiology and classification of soft tissue injuries associated with fractures. Fractures with soft tissue injuries: Springer; 1984. p. 1-9.
64. Gustilo RB, Gruninger RP, Davis T. Classification of type III (severe) open fractures relative to treatment and results. Orthopedics. 1987;10(12):1781-8.
65. Kfuri M, Schatzker J. Revisiting the Schatzker classification of tibial plateau fractures. Injury. 2018;49(12):2252–2263.
66. Mc Clellan RT, Comstock CP. Evaluation and treatment of tibial plateau fractures. Orthopaedics 1999;10:10-21.
67. Mustonen AO, Koskinen SK, Kiuru MJ. Acute knee trauma: analysis of multidetector computed tomography findings and comparison with conventional radiography. Acta Radiol 2005;46(8):866-74.
68. Kode L, Lieberman J, Motta A, Wilber J, Vasen A, Yagan R. Evaluation of tibial plateau fractures: efficacy of MR imaging compared with CT. AJR American journal of roentgenology. 1994;163(1):141-7.
69. Delamarter R, Hohl M, Hopps E. The cast brace and tibial plateau fractures. Clin Orthop Relat Res 1989;(242):p. 26-31.
70. Mthethwa J, Chikate A. A review of the management of tibial plateau fractures. Musculoskelet Surg. 2018;102(2):119–127.
71. Küçükkaya M. Tibia Plato Kırıkları TOTBİD Dergisi 2008 Cilt:7 Sayı: 1-2.

72. Elstrom J. Et al.: The use of tomograph in the assesment of fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg(Am)* 1976;58:551-555.
73. Wang PC, Ren D, Zhou B. Surgical Technique of Anterolateral Approach for Tibial Plateau Fracture. *Orthop Surg*. 2015 Nov;7(4):368-70.
74. Shields CN, Eftekhary N, Egol KA. Posteromedial Approach to Tibial Plateau Fracture Nonunion. *J Orthop Trauma*. 2020 Aug;34 Suppl 2:S33-S34.
75. Connolly JF. The posterior shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a posterior approach. *J Orthop Trauma*. 2005 Aug;19(7):508; author reply 508.
76. Mast JW, Spiegel PG, Pappas JN. Fractures of the tibial pilon. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 230: 68-82.
77. Wang Z, Zheng B, Jin Y, Yang G, Chen G, Liang J, Zhou X, Yang X. Arthroscopy-assisted surgery: The management of posterolateral tibial plateau depression fracture accompanying ligament injury: A case series and review of the literature. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2020 Jan-Apr;28(1):2309499019891208.
78. Dall'oca C, Maluta T, Lavini F, et al. Tibial plateau fractures: compared outcomes between ARIF and ORIF. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2012; 7(3): 163–175.
79. Polat B, Gurpinar T, Polat AE, et al. Factors influencing the functional outcomes of tibia plateau fractures after surgical fixation. *Niger J Clin Pract* 2019; 22(12): 1715–1721.
80. Carrera I, Gelber PE, Chary G, et al. Fixation of a split fracture of the lateral tibial plateau with a locking screw plate instead of cannulated screws would allow early weight bearing: a computational exploration. *Int Orthop* 2016; 40(10): 2163–2169.

81. Wasserstein D, Henry P, Paterson JM, Kreder HJ, Jenkinson R. Risk of total knee arthroplasty after operatively treated tibial plateau fracture: a matched-population-based cohort study. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(2):144–150.
82. Norris GR, Checketts JX, Scott JT et al. Prevalence of deep surgical site infection after repair of periarticular knee fractures: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2019;2(8):e199951.
83. Oladeji L, Worley J, Crist B. Age-related variances in patients with tibial plateau fractures. *J Knee Surg*. 2019;33:611–5.
84. Softness KA, Murray RS, Evans BG. Total knee arthroplasty and fractures of the tibial plateau. *World J Orthop* 2017;8(02):107–114.
85. Court-Brown CM, McQueen MM. Global forum: fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am Vol*. 2016;98(9):e36.
86. Elsoe R, Larsen P, Nielsen NP, Swenne J, Rasmussen S, Ostgaard SE. Population-Based Epidemiology of Tibial Plateau Fractures. *Orthopedics*. 2015 Sep;38(9):e780-6.
87. Manidakis N, Dosani A, Dimitriou R, Stengel D, Matthews S, Giannoudis P. Tibial plateau fractures: functional outcome and incidence of osteoarthritis in 125 cases. *Int Orthop*. 2010 Apr;34(4):565-70.
88. Hua K, Jiang X, Zha Y, Chen C, Zhang B, Mao Y. Retrospective analysis of 514 cases of tibial plateau fractures based on morphology and injury mechanism. *J Orthop Surg Res*. 2019 Aug 23;14(1):267.
89. Kerschbaum M, Tyczka M, Klute L, Heller MT, Koch M, Popp D, Lang S, Alt V, Worlicek M. The Tibial Plateau Map: Fracture Line Morphology of Intra-Articular Proximal Tibial Fractures. *Biomed Res Int*. 2021 Aug 24;2021:9920189.

90. Barei DP, Nork SE, Mills WJ, Coles CP, Henley MB, Benirschke SK. Functional outcomes of severe bicondylar tibial plateau fractures treated with dual incisions and medial and lateral plates. *J Bone Joint Surg Am*. 2006 Aug;88(8):1713-21.
91. Khatri K, Sharma V, Goyal D, Farooque K. Complications in the management of closed high-energy proximal tibial plateau fractures. *Chin J Traumatol*. 2016 Dec 1;19(6):342-347.
92. Bibbo C, Lin SS, Beam HA, Behrens FF. Complications of ankle fractures in diabetic patients. *Orthop Clin North Am* 2001;32(1):113–33.
93. Hap DXF, Kwek EBK. Functional outcomes after surgical treatment of tibial plateau fractures. *J Clin Orthop Trauma*. 2020 Feb;11(Suppl 1):S11-S15.
94. Xu B, Anderson DB, Park ES, Chen L, Lee JH. The influence of smoking and alcohol on bone healing: Systematic review and meta-analysis of non-pathological fractures. *EClinicalMedicine*. 2021 Oct 31;42:101179.
95. Hayek KR, Parikh HR, McCreary DL, Westberg JR, Mirick G, Baynard T, Schmidt AH, Cunningham BP. Cost Variation in Temporizing External Fixation of Tibial Plateau Fractures. *J Orthop Trauma*. 2019 Nov;33 Suppl 7:S5-S10.
96. Dinçel YM, Öner A, Arikan Y, Çağlar S, Özcafer R, Güleç MA. Effect of BMI on outcomes of surgical treatment for tibial plateau fractures: A comparative retrospective case series study. *Chin J Traumatol*. 2018 Apr;21(2):104-108.
97. Çeçen GS, Gülabi D, Pehlivanoğlu G, Elmalı N, Teköz A. Opere tibia plato Schatzker tip I ve tip II kırıklarda, iyileşme üzerine obezitenin olumsuz etkisi var mı? [The impact of obesity on the outcomes of the patients operated on due to Schatzker type I and type II tibial plateau fractures]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2015 May;21(3):209-15. Turkish.

98. Shao J, Chang H, Zhu Y, Chen W, Zheng Z, Zhang H, Zhang Y. Incidence and risk factors for surgical site infection after open reduction and internal fixation of tibial plateau fracture: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2017 May;41:176-182.
99. M. Colman, A. Wright, G. Gruen, *et al*. Prolonged operative time increases infection rate in tibial plateau fractures *Injury Int. J. Care Inj.*, 44 (2013).
100. J.S. Harrop, J.C. Styliaras, Y.C. Ooi, *et al*. Contributing factors to surgical site infections *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, 20 (2012)
101. Deng X, Hu H, Zhang Y, Liu W, Song Q, Cheng X, Zhu J, Yang S, Ye Z, Guan H, Zhang B, Zheng Z, Zhang Y. Comparison of outcomes of ORIF versus bidirectional tractor and arthroscopically assisted CRIF in the treatment of lateral tibial plateau fractures: a retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res*. 2021 May 3;16(1):289.
102. Wang Y, Cao F, Liu M, Wang J, Jia S. Incidence of Soft-Tissue Injuries in Patients with Posterolateral Tibial Plateau Fractures: A Retrospective Review from 2009 to 2014. *J Knee Surg*. 2016 Aug;29(6):451-7.
103. Warner SJ, Garner MR, Schottel PC, Fabricant PD, Thacher RR, Loftus ML, Helfet DL, Lorich DG. The Effect of Soft Tissue Injuries on Clinical Outcomes After Tibial Plateau Fracture Fixation. *J Orthop Trauma*. 2018 Mar;32(3):141-147.
104. Rademakers MV, Kerkhoffs GM, Sierevelt IN, Raaymakers EL, Marti RK. Operative treatment of 109 tibial plateau fractures: five- to 27-year follow-up results. *J Orthop Trauma*. 2007 Jan;21(1):5-10.
105. Singleton N, Sahakian V, Muir D. Outcome After Tibial Plateau Fracture: How Important Is Restoration of Articular Congruity? *J Orthop Trauma*. 2017 Mar;31(3):158-163.

106. Biz C, Maso G, Gambato M, Belluzzi E, Pozzuoli A, Favero M, Vigo M, Ruggieri P. Challenging Surgical Treatment of Displaced Articular Tibial Plateau Fractures: Do Early Knee Radiographic Features Have a Predictive Value of the Mid-Term Clinical Functional Outcomes? *Orthop Surg*. 2019 Dec;11(6):1149-1162.
107. Solomon L, Callary S, Stevenson A, McGee M, Chehade M, Howie D. Weightbearing-induced displacement and migration over time of fracture fragments following split depression fractures of the lateral tibial plateau. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(6):817–23.
108. Yu GR, Xia J, Zhou JQ, Yang YF. Low-energy fracture of posterolateral tibial plateau: treatment by a posterolateral prone approach. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 May;72(5):1416-23.
109. Williamson M, Iliopoulos E, Jain A, Ebied W, Trompeter A. Immediate weight bearing after plate fixation of fractures of the tibial plateau. *Injury*. 2018 Oct;49(10):1886-1890.
110. Kalmet PHS, Van Horn YY, Sanduleanu S, Seelen HAM, Brink PRG, Poeze M. Patient-reported quality of life and pain after permissive weight bearing in surgically treated trauma patients with tibial plateau fractures: a retrospective cohort study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019 Apr;139(4):483-488.
111. Bove F, Sala F, Capitani P, Thabet AM, Scita V, Spagnolo R. Treatment of fractures of the tibial plateau (Schatzker VI) with external fixators versus plate osteosynthesis. *Injury*. 2018 Nov;49 Suppl 3:S12-S18.
112. Zhao R, Lin Z, Long H, Zeng M, Cheng L, Zhu Y. Diagnosis and treatment of hyperextension bicondylar tibial plateau fractures. *J Orthop Surg Res*. 2019 Jun 25;14(1):191.
113. Kulkarni S, Tangirala R, Malve SP, Kulkarni MG, Kulkarni VS, Kulkarni RM, Kriplani S. Use of a raft construct through a locking plate without bone

grafting for split-depression tibial plateau fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2015 Dec;23(3):331-5.

114.Lee MH, Hsu CJ, Lin KC, Renn JH. Comparison of outcome of unilateral locking plate and dual plating in the treatment of bicondylar tibial plateau fractures. *J Orthop Surg Res*. 2014 Jul 20;9:62.

115.Kraus Tobias M., Abele Charlotte, Freude Thomas. Duration of incapacity of work after tibial plateau fracture is affected by work intensity. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19:281.

116.Mueller KL, Karunakar MA, Frankenburg EP, Scott DS. Bicondylar tibial plateau fractures: a biomechanical study. *Clin Orthop Relat Res*. 2003 Jul;(412):189-95.

117.Youssef, Ahmed Hasan Elbana, et al. "Does single locked plating provide a standard treatment Modality for bicondylar tibial plateau fractures? A prospective study." *Rheumatol Orthop Med* 2.3 (2017): 1-7.

118.Ehlinger M, Rahme M, Moor BK, Di Marco A, Brinkert D, Adam P, Bonnomet F. Reliability of locked plating in tibial plateau fractures with a medial component. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012 Apr;98(2):173-9.

119.Wang Z, Wang Y, Tian S, Tan Z, Deng X, Zhao K, Zheng Z, Chen W, Hou Z, Zhang Y. Dual plating or dual plating combined with compression bolts for bicondylar tibial plateau fractures: a retrospective comparative study. *Sci Rep*. 2021 Apr 8;11(1):7768.

120.Sevençan A, Şenol MS, Mısıır A, Aycan OE, Albayrak A, Uçpunar H. Comparison of cannulated lag screws and lateral locking plate in the treatment of Schatzker type II tibial plateau fractures. *Jt Dis Relat Surg*. 2020;31(1):130-6.

121. Patil S, Mahon A, Green S, McMurtry I, Port A. A biomechanical study comparing a raft of 3.5 mm cortical screws with 6.5 mm cancellous screws in depressed tibial plateau fractures. *Knee*. 2006 Jun;13(3):231-5.
122. Langhi, S., Gul, R., Owens, D., Keeling, P., & Murray, P. (2007). Outcome of raft plate fixation of split depressed tibial plateau fracture without using a bone graft. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 17(1).
123. Kayali C, Citak C, Altay T, Kement Z. Subchondral raft construction with locking plates for the treatment of Schatzker type II fractures. *Acta Ortop Bras*. 2017 May-Jun;25(3):99-102.
124. Ye X, Huang D, Perriman DM, Smith PN. Influence of screw to joint distance on articular subsidence in tibial-plateau fractures. *ANZ J Surg*. 2019 Apr;89(4):320-324.
125. Schuetz M, Müller M, Krettek C, Höntzsch D, Regazzoni P, Ganz R, et al. Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: A prospective multicenter study results of a clinical study with special emphasis on difficult cases. *Injury* 2001;32:48–54.
126. Heneghan HM, McCabe JP. Use of autologous bone graft in anterior cervical decompression: morbidity & quality of life analysis. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2009 Dec 16;10:158.
127. Schaaf H, Lendeckel S, Howaldt HP, Streckbein P. Donor site morbidity after bone harvesting from the anterior iliac crest. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Jan;109(1):52-8.
128. Li J, Zhu Y, Zhao K, Zhang J, Meng H, Jin Z, Ma J, Zhang Y. Incidence and risks for surgical site infection after closed tibial plateau fractures in adults treated by open reduction and internal fixation: a prospective study. *J Orthop Surg Res*. 2020 Aug 24;15(1):349.

- 129.Meiser S, Arora R, Petersen J, Keiler A, Liebensteiner MC, Pallua JD, Wurm A. Radiographic and clinical outcome of tibial plateau fractures treated with bone allograft. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022 May 10;1–8. doi: 10.1007/s00402-022-04461-x. Epub ahead of print. PMID: 35534713; PMCID: PMC9085366.
- 130.Bagherifard A, Ghandhari H, Jabalameli M, Rahbar M, Hadi H, Moayedfar M, Sajadi MM, Karimpour A. Autograft versus allograft reconstruction of acute tibial plateau fractures: a comparative study of complications and outcome. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017 Jul;27(5):665-671.
- 131.Finkemeier CG: Bone-grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg Am* 2002, 84-A(3):454-64.
- 132.Horstmann WG, Verheyen CC, Leemans R. An injectable calcium phosphate cement as a bone-graft substitute in the treatment of displaced lateral tibial plateau fractures. *Injury.* 2003 Feb;34(2):141-4.
- 133.Hofmann A, Gorbulev S, Guehring T, Schulz AP, Schupfner R, Raschke M, Huber-Wagner S, Rommens PM; CERTiFy Study Group. Autologous Iliac Bone Graft Compared with Biphasic Hydroxyapatite and Calcium Sulfate Cement for the Treatment of Bone Defects in Tibial Plateau Fractures: A Prospective, Randomized, Open-Label, Multicenter Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2020 Feb 5;102(3):179-193.
- 134.Ong JC, Kennedy MT, Mitra A, Harty JA. Fixation of tibial plateau fractures with synthetic bone graft versus natural bone graft: a comparison study. *Ir J Med Sci.* 2012 Jun;181(2):247-52.

