



T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÖPEKLERDE TİBİA KIRIKLARININ MİNİMAL İNVAZİV PLAK OSTEOSENTEZ (MİPO) İLE SAĞALTIMI

Veteriner Hekim Nazife Diğdem YALIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER CERRAHİ ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. Mustafa Doğa TEMİZSOYLU

BURDUR-2016

T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÖPEKLERDE TİBİA KIRIKLARININ MİNİMAL İNVAZİV PLAK OSTEOSENTEZ (MİPO) İLE SAĞALTIMI

Veteriner Hekim Nazife Diğdem YALIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER CERRAHİ ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. Mustafa Doğa TEMİZSOYLU

Bu Araştırma Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0275-YL-16 proje numarası ile desteklenmiştir.

BURDUR-2016

KABUL ve ONAY

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Veteriner Hekim Nazife Diğdem YALIZ tarafından *Prof. Dr. Mustafa Doğa TEMİZSOYLU* yönetiminde hazırlanan “*Köpeklerde Tibia Kırıklarının Minimal İnvaziv Plak Osteosentez (MİPO) ile Sağaltımı*” başlıklı tez çalışması, jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik açısından *Veteriner Cerrahi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi* olarak kabul edilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

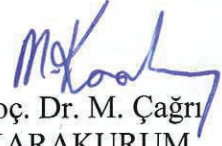
Tez Savunma Tarihi: 20/06/2016



Prof. Dr. Sırrı AVKİ
MAKÜ Veteriner Fakültesi
Cerrahi Anabilim Dalı
Jüri Başkanı



Prof. Dr. M. Doğa
TEMİZSOYLU
MAKÜ Veteriner Fakültesi
Cerrahi Anabilim Dalı
Jüri Üyesi



Doç. Dr. M. Çağrı
KARAKURUM
MAKÜ Veteriner Fakültesi
İç Hastalıkları Anabilim Dalı
Jüri Üyesi

ONAY

Bu tez, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun 20./06/2016 tarih ve 2016/18 sayılı kararı ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. M. Doğa TEMİZSOYLU
Müdür
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez projesi kapsamındaki klinik çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Sırrı AVKİ, manevi yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen Yard. Doç. Dr. Kürşad YİĞİTARSLAN ile yüksek lisans eğitimi dönem arkadaşlarım Vet. Hekim Melih ÖZDEMİR, Vet. Hekim Ece ÖZTAŞ, Vet. Hekim Ahmet Hamdi KÜÇÜK, Vet. Hekim Candemir ÖZCAN ve lisans eğitimi öğrencisi Eyüp KOCAKAYA'ya; eğitimim süresince bana maddi ve manevi desteğini esirgemeyen biricik annem Nesrin YALIZ, babam İbrahim YALIZ, kardeşim Berk YALIZ'a; her zorlukta yanımda olan sevgili ev arkadaşım Yağmur OBUZ'a; sabrını bu proje kapsamında gerçekten çok zorladığım hem meslektaşım hem de hayat arkadaşım Vet. Hekim Ömer Faruk GÜLBAĞCI'ya; danışmanlığımı yürütürken ve tez yazım aşamasındaki sabrından ve her durumdaki babacanlığından dolayı sevgili danışmanım Prof. Dr. Mustafa Doğa TEMİZSOYLU'ya teşekkürlerimi sunarım.

BEYAN

“Köpeklerde Tibia Kırıklarının Minimal İnvaziv Plak Osteosentez (MİPO) İle Sağaltımı” başlıklı tez çalışmasının; kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlâl edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

17/06/2016



Veteriner Hekim

N. Diğdem YALIZ

ONAY

Prof. Dr. M. Doğa TEMİZSOYLU

Danışman

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	<i>i</i>
KABUL ve ONAY	<i>ii</i>
TEŞEKKÜR	<i>iii</i>
BEYAN	<i>iv</i>
İÇİNDEKİLER	<i>v</i>
ŞEKİLLER DİZİNİ	<i>vii</i>
TABLolar DİZİNİ	<i>x</i>
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	<i>xi</i>
TÜRKÇE ÖZET	<i>xii</i>
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	<i>xiv</i>
1. GİRİŞ	1-2
2. GENEL BİLGİLER	3-29
2.1. Kırık İyileşmesi	3-8
2.1.1. İnflamasyon	4
2.1.2. Tamir ve Remodelasyon	5
2.1.2.1. Rijit olarak tespit edilmeyen kırıklar	5
2.1.2.2. Rijit olarak tespit edilen kırıklar	7
2.2. Tibia ve Fibulanın Anatomisi	9
2.3. Kırıklarda Sağaltım Yöntemleri	15
2.3.1. Tarihçe	15
2.3.2. Biyolojik Osteosentez	16
2.3.3. Minimal İnvaziv Plak Osteosentez (MİPO)	17
2.3.3.1. Vaka Seçimi	19
2.3.3.2. Pre-operatif Planlama	19
2.3.3.2.1. İmplant Seçimi	19
2.3.3.2.1.1. Konvansiyonel Plaklar	20
2.3.3.2.1.2. Kilitli Plaklar	20
2.3.3.2.2. Plak Boyu	20
2.3.3.2.3. Vida Yerleşimi	21
2.3.3.2.4. Vida Sayısı	22
2.3.3.3. Kırık Redüksiyonu	23
2.3.3.4. Cerrahi Yaklaşım	26
2.3.3.5. Plağın Yerleştirilmesi	27
2.3.3.6. MİPO'nun Avantaj ve Dezavantajları	28

3. GEREÇ VE YÖNTEM	30-37
3.1. Gereç	30-32
3.1.1. Hayvan Materyali	30
3.1.2. Tanı ve Radyolojik Takipte Kullanılan Gereçler	30
3.1.3. Anestezi, Analjezi ve Antibiyoterapide Kullanılan Gereçler	31
3.1.4. Aseptik Cerrahi, Osteosentez ve MİPO Tekniğinde Kullanılan Gereçler	31
3.2. Yöntem	32-37
3.2.1. Preoperatif Verilerin Toplanması	32
3.2.2. Vaka Seçimi	33
3.2.3. İmplant Seçimi	33
3.2.4. Bölgenin Aseptik Cerrahiye Hazırlanması ve Anestezi	33
3.2.5. Cerrahi Yaklaşım	34
3.2.6. Kırık Uçlarının Redüksiyonu	35
3.2.7. Plağın Yerleştirilmesi	35
3.2.8. Postoperatif Bakım	36
4. BULGULAR	38-43
5. TARTIŞMA	44-47
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	48
7. KAYNAKLAR	49-57
8. EKLER	58
8.1. EK-1: Tez çalışmasından üretilen kongre tebliği	58
9. ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kırık kaynamasının zamana göre evreleri	3
Şekil 2.2. Kırık sonrası inflamasyon fazı	4
Şekil 2.3. Organize olmuş hematom içerisindeki kırıkta ve kemik adacıklarının bulunduğu tamir safhası	6
Şekil 2.4. Kırıkta kallusu ile kırık iyileşmesi	6
Şekil 2.5. Rijit olarak tespit edilen kırıklarda boşluk (gap) (A) ve kontakt temas (B) primer kırık iyileşmesi	8
Şekil 2.6. Tibia ve fibulanın kranialden görünümü	10
Şekil 2.7. Köpek tibiasını lateralden kuşatan kas anatomisi	11
Şekil 2.8. Köpek tibiasını medialden kuşatan kas anatomisi	12
Şekil 2.9. Köpek arka bacağının arter ağı	13
Şekil 2.10. Köpekte arka bacak venöz ağın lateral (A) ve medialden görünümü (B)	14
Şekil 2.11. Köpek arka bacağı sinir ağının lateralden görünümü	14
Şekil 2.12. Bir radius kırığında A-Klasik teknik ile açık redüksiyon ve internal fikzasyon (ORİF), B- Minimal İnvaziv Plak Osteosentez (MİPO) ile plaklamanın şematik görünümü	18
Şekil 2.13. Çalışma mesafesinin kısa (A) ya da uzun (B) olası durumunda, stresin plak üzerindeki dağılımı.	21
Şekil 2.14. Asılı bacak tekniği kullanılarak kırılan kemiğin indirekt redüksiyonunun gerçekleştirilmesi	23
Şekil 2.15. Uzun kemiklerin redüksiyonunda traksiyonunun kalıcı biçimde uygulanmasını sağlayan traksiyon masası	24
Şekil 2.16. A) Proksimal tibia ve fibula kırığının preoperatif radyografisi, B) Tibia'ya normograd intramedullar pin uygulaması, C) Kırığın indirekt redüksiyonunu gösterildiği intraoperatif floroskopik görüntüler, D) MİPO tekniği ile plağın yerleştirilmesi, E) Postoperatif radyografik görüntü	24

Şekil 2.17.	A) Radius ve ulna kırığının preoperatif radyografisi, B) Sirküler eksternal fiksatorün uygulanişı, C) Somunların sıkılması ile kırık distraksiyonunu yapılması, D) Kırık redüksiyonunu floroskopik görüntüsü, E) MİPO'da plağın yerleştirilmesi, F) Vidaların yerleştirilmesi, G) Eksen düzgünlüğünün kontrol edilmesi, H) Post-operatif radyografik görünüm	25
Şekil 2.18.	A) Dinamik unilateral linear eksternal fiksator, B) Kırık fragmentlerinin multiplanar ayarlanmasını sağlayan klemp, C) Dinamik fiksatorün plastik bir model üzerinde uygulanişı, D) Kırık redüksiyonu sonrası fiksatorün sabitlenmesi	26
Şekil 2.19.	A) Tibia ve fibulada uzun oblik kırığın preoperatif radyografisi, B) Kırık bölgesine perkütanöz redüksiyon forsepsinin uygulanişı, C) İntraoperatif floroskopik görüntü	26
Şekil 2.20.	MİPO'da humerus (1), radius (2), femur (3) ve tibia (4) kemiklerine cerrahi yaklaşım ve plağın yerleştirilmesinin şematize görünümü	27
Şekil 2.21.	MİPO'da humerus kırığında plağın yerleştirilmesi	28
Şekil 3.1.	Kırık redüksiyonu ve implant yerleştirmesinde kullanılan C kollu skopi cihazı	30
Şekil 3.2.	Çalışmada kullanılan 4.5 mm'lik titanyum narrow LCP'nin ön (A) ve kemik temas yüzeyi (B) ve Ø5 mm kilitli kortikal vidanın (C) görünümü.	31
Şekil 3.3.	Çalışmadaki bir numaralı olgunun çift yönlü (A/P ve M/L) radyografik görüntüleri.	33
Şekil 3.4.	Beş numaralı olgunun preoperatif (A) ve intraoperatif (B, C, D) görüntüleri. Redüksiyon öncesi epiperiostal tünel için proksimal ve distal deri ensizyonları (B), kırığın redüksiyonunda floroskopi kullanımı (C), altı delikli 4.5 mm'lik LCP'nin epiperiostal tünelden kaydırılması (D).	34
Şekil 3.5.	Sekiz numaralı olguya postoperatif yumuşak bandaj uygulaması	36

- Şekil 4.1. MİPO sonrası dört numaralı olgunun sağ tibiası ile kontrolateral sol tibia'sının postopretif 60. günde uzunluk karşılaştırılması **39**
- Şekil 4.2. Çalışmadaki olgularda [bir (A), iki (B), üç (C) dört (D), beş (E), altı-yedi (F) ve sekiz numaralı (G)], radyografik iyileşme sonrası elde edilen radyografik görüntüler **43**
- Şekil 4.3. Altı ve yedi numaralı olguların preoperatif (A, B ve C) ve postoperatif 0. gün (D), 10. gün (E), 20. gün (F), 40. gün (G) ve 60. gün (H) radyografik kontrollerinde kayıt edilen görüntüler **43**



TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Hayvan sahibine ait bilgiler	32
Tablo 3.2. Köpeğe ait bilgiler	32
Tablo 3.3. Kırık ve kırık bölgesine ait bilgiler	32
Tablo 3.4. MİPO uygulamasına ait intraoperatif veriler	35
Tablo 3.5. Postoperatif değerlendirme sürecinde kullanılan skorlar	37
Tablo 4.1. Çalışmadaki olguların anamnez ve klinik tanı bilgileri	38
Tablo 4.2. MİPO ile tedavi edilen olguların pre- ve postoperatif veri özeti	40
Tablo 4.3. Operasyon sonrası periyodik değerlendirmelerden elde edilen skor ortalamaları (n=8)	41

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

MİPO	Minimal İnvaziv Plak Osteosentez
AO/ASİF	Association for Osteosynthesis/ Association for the Study of Internal Fixation
MİO	Minimal İnvaziv Osteosentez
LCP	Locking Compression Plate (Kilitli Kompresyon Plak)
LC-DCP	Limited Contact Dynamic Compression Plate
IV	İntra Venöz
Ø	Çap
dk	Dakika
mg	Miligram
mm	Milimetre
SC	Deri altı
n	Örnek sayısı
IM	Kas içi
A/P	Antero/Posterior
M/L	Medio/Lateral
cm	Santimetre
PBR	Plate-Bone Ratio (Plak-Köprüleme Oranı)
PSD	Plate-Screw Density (Plak-Vida Doygunluğu)
PSR	Plate-Span Ratio (Plak/Kırık uzunluk oranı)
µ	Mikron

T.C.
MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Yüksek Lisans Tezi

**“Köpeklerde Tibia Kırıklarının Minimal İnvaziv Plak Osteosentez
(MİPO) ile Sağaltımı”**

Veteriner Hekim
N. Diğdem YALIZ

Veteriner Cerrahi Anabilim Dalı

Tez danışmanı
Prof. Dr. M. Doğa TEMİZSOYLU

BURDUR – 2016

ÖZET

Bu çalışmada, köpeklerde tibianın diyafizer ve metafizer kapalı kırıklarının minimal invaziv plak osteosentez (MİPO) ile sağaltımının klinik ve radyografik değerlendirmeler ışığında kırık iyileşmesi üzerinde ne derece etkili olduğunun ortaya konulması amaçlandı. Çalışma materyalini, MAKÜ Veteriner Fakültesi Cerrahi kliniğine getirilen 7 köpeğin 8 tibiasının ekstra-artiküler tibia kırıkları oluşturdu. Diazepam ve propofol ile induksiyon sonrası entübe edilen köpeklerin genel anestezisi izofluran ile sürdürüldü. Kırılmış tibianın medial yüzeyini ortaya çıkarmak için hayvan lateral sırtüstü pozisyonda yatırıldı ve bölge rutin aseptik cerrahi için hazırlandı. Proksimal tibianın epifizer bölgesi, tibia platosunun medial kaudal kenarı ile patellar ligament arasına yapılan küçük bir ensizyon ile açığa çıkarıldı. İkinci küçük deri ensizyonu ise tibianın distal epifizi üzerinde medial tibial malleolusu açığa çıkarmak için m. fleksor digitorum profundus tendosu ve m. tibialis kaudalisin kaudale retraksiyonu gerçekleştirildi. Kapalı redüksiyon sonrası epifizer küçük deri ensizyonlarından sokulan LCP, epiperiostal olarak ilerletildi ve perkutan yerleştirilerek kırık fikzasyonu gerçekleştirildi. LCP ile fikzasyon sonrası proksimal ve distal deri ensizyonları monofilament emilebilir iplikler kullanılarak kapatıldı. Bölgeyi enfeksiyondan korumak için postoperatif 10 gün boyunca yumuşak bandaj kullanıldı. Kırık iyileşmesi; operasyon sonrası 10, 20, 40 ve 60. günlerde “ağırlık

yüklenebilme”, “yürürken ağırlık yüklenebilme”, “radyografik iyileşme” ve “ağırlık değerlendirme” skorlamaları ile izlendi. Olguların operasyon sonrası 1. günde destek almadan kalkabildikleri ve 1 olgu hariç 10. günde normal yürüyebildikleri ve ağırlık yüklenebildikleri dikkati çekti. Olguların operasyon sonrası ağırlık değerlendirmesinde sadece 1 olguda hafif derecede ağırlık görülürken diğer hiçbir olguda ağırlık belirlenmedi. Olguların tümünde operasyon sonrası 40-50 günler arasında radyografik kırık iyileşmesi görüldükten sonra plak uzaklaştırıldı. Sonuç olarak, MİPO tekniğinin köpeklerin ekstra-artiküler tibia kırıklarının sağaltımında düşük komplikasyon oranı ve hızlı iyileşme süresi ile konvansiyonel plaklamaya göre daha üstün bir teknik olduğu kanısına varıldı.

Anahtar kelimeler: Tibia kırığı, kırık iyileşmesi, MİPO, köpek

**MEHMET AKİF ERSOY UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES
Master of Science Thesis**

**Treatment of Tibial Fractures with Minimally Invasive Plate Osteosynthesis
(MIPO) in Dogs**

**Name and Surname:
N. Diğdem YALIZ, DVM**

Department of Veterinary Surgery

**Supervisor
Prof. Dr. M. Doğa TEMİZSOYLU**

BURDUR – 2016

ABSTRACT

In this study it was aimed to present the clinical outcome of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for nonarticular tibial fractures stabilized using locking compression plates (LCP) in dogs. Seven dogs with 8 extraarticular tibial fractures, which were referred to the Surgery Clinics of Mehmet Akif Ersoy University Faculty of Veterinary Medicine, constituted the material of the study. After the induction of anaesthesia with diazepam and propofol, the dogs were intubated and general anaesthesia was maintained with isoflurane. After routine preparation for aseptic surgery, animals were positioned in lateral recumbency to expose the medial surface of the fractured tibia. The proximal tibial epiphyseal region was exposed by a small incision centered between the patellar ligament and the caudal edge of the medial tibial plateau. A second small skin incision, centered over the distal tibial epiphysis was followed by sharp dissection and caudal retraction of the tibialis caudalis and flexor digitorum profundus tendons to expose the medial tibial malleolus. After closed reduction, fracture fixation was achieved using an epiperiosteal LCP plate inserted percutaneously through epiphyseal small skin incisions. After the fixation of LCP plate, the proximal and distal incisions were closed in layers using monofilament absorbable sutures. A soft bandage was used in dogs for 10 days postoperatively to prevent surgical site infection. Fracture healing was monitored by scoring “weight bearing”, “walking-weight bearing”, “radiographic healing” and “pain measurement” in postoperative days 10, 20, 40 and 60. Cases were able to

walk without support at postoperative day 1, and able to bear weighting and walk normally at 10th day except case 1. Postoperative pain assessments showed only 1 case had a mild pain; however no pain was detected in any other cases. In all cases, plates were removed after the radiographic fracture healing was seen (postoperative 40-50 days). In conclusion, the fast healing times and limited complications observed in our cases suggest that the treatment of extraarticular tibial fractures using MIPO technique is more effective and safely than conventional plating techniques.

Key words: Dog, fracture healing, MIPO, tibia fracture



1. GİRİŞ

Kemik biyolojisi ve kırık tedavi yöntemlerinde son yıllarda yapılan çalışmalar (7, 24, 26, 30, 37,39), “Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)’nun geleneksel kırık tedavi prensiplerinde değişikliğe yol açmıştır. Biyolojik osteosentez olarak da adlandırılan bu tedavi yöntemlerinde, travma ve kırık uçlarının bölgede oluşturduğu doğal damarsal dokulardaki hasarın dışında herhangi bir iatrojenik travmaya yol açılması söz konusu değildir. Kırık sağaltımının biyolojik metodunda amaç; kırık fragmentlerinde ve çevre dokularda iyileşmeye imkân sağlayacak biyolojik ortamın, minimal yıkımlanma oluşturarak eksen düzgünlüğünün ve stabilitesinin sağlanmasıdır (4, 71). Biyolojik osteosentezde kırık hattı cerrahi olarak açılarak ortaya konmadığı için kırığın ilk safhası olan inflamasyon fazında kırık hattında oluşan hematoma bölgeden uzaklaştırılmaz. Kırık hematomunun fibrin bir çatı oluşturarak bölgeye tamir hücrelerinin migrasyonunu kolaylaştırdığı, buna ek olarak büyüme faktörleri, trombosit ve kırık hematomu bölgesindeki hücrelerden salınan diğer mediyatörlerin, hücre migrasyonu ve proliferasyonuna öncülük ettiği yapılan çalışmalar ile ortaya koyulmuştur (24, 26, 30, 39).

Normograd intramedüller çivileme ve eksternal fikzasyon gibi biyolojik osteosentez yöntemlerinden elde edilen başarılı sonuçlar, “köprü plaklama” tekniğini ortaya çıkarmıştır. Bunun ilk uygulamalarından biri Blatter ve Weber’in (15) tanıttığı “dalgalı (wave) plak” tekniğidir. Bu teknikte, kırık bölgesinde plağa dalga şeklinde eğim verilerek kırık bölgenin kanlanmasının korunması amaçlanmıştır.

Biyolojik kırık tespitinde köprü plaklamayı izleyerek ortaya çıkarılan bir ileri yöntem perkutan plaklamadır (minimal invaziv plak osteosentezi - MİPO). Krettek ve ark. (58, 59), ilk defa insanlarda proksimal ve distal femur kırıklarının tedavisi için MİPO tekniğini kullanmışlar, aynı yıllarda Helfet ve ark. (46) MİPO tekniği ile distal tibia kırıklarının tedavisini tanımlamışlardır (38, 42). MİPO’da öncelikle kırık uçları indirekt olarak redükte edilir ve köprüleme görevi gören uzun bir plak ile kırık hattı köprülenecek şekilde periost üzerinden (kırık bölgesi açılmadan) perkutan plaklama gerçekleştirilir. Bu yöntemde elastiki tespit ile elde edilen rölatif stabilite,

kırık hattındaki mikro hareketlere izin verir ki, bu sayede daha da etkin bir kallus gelişimi ile birlikte stabilite de gelişir (76).

MİPO ile elde edilen kırık iyileşmesinin, konvansiyonel plak tekniklerine göre daha hızlı olduğu hipotezini destekleyen çeşitli çalışmalar vardır (19, 34-36). Koyunlarda yapılan bir femur kırığı modeli çalışmasında; kırıkların osteosentezinde biyolojik plak tekniklerinin, anatomik rekonstrüksiyon ve plaklamaya göre daha kısa süreler içinde gerçekleştirildiği rapor edilmiştir (11). MİPO ile klasik plaklamanın postoperatif ağrı yönünden karşılaştırıldığı bir başka çalışmada (102) ise, MİPO tekniğinde kemik fragmentlerinin manipülasyonu sınırlı deri ensizyonundan yapılması dolayısıyla postoperatif dönemde hastalarda daha az ağrının oluştuğu bildirilmiştir. MİPO'da bölgesel hasara uğramış damar ağı, konvansiyonel plaklamaya göre çok daha büyük ölçüde korunduğu ve bunun hem periostal kan akımının korunması sonucunda kırık iyileşmesini artırdığı (19, 35, 36), hem de kırık bölgesinin intra-operatif kontamine olma potansiyelini düşürdüğü rapor edilmiştir (5, 7, 32, 102).

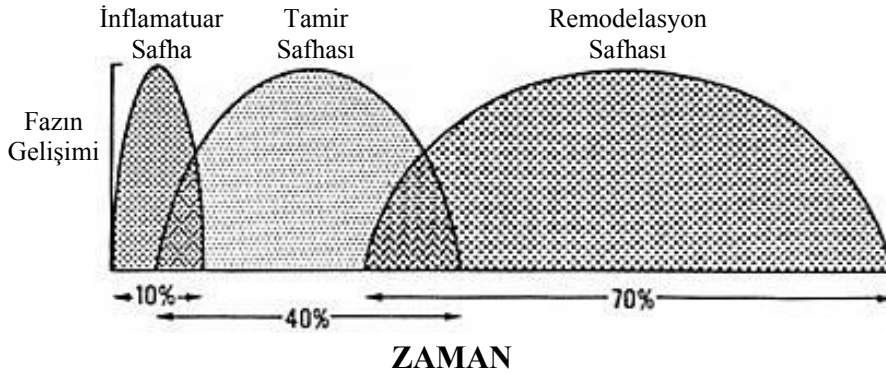
Sunulan çalışmada, köpeklerde ekstra-artiküler tibia kırıklarının sağaltımında biyolojik osteosentez yöntemlerinden biri olan MİPO tekniğinin kırık iyileşmesi üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kırık İyileşmesi

Dıştan veya içten gelen zorlanmalarla kemik dokusunda oluşan ayrılmaya, yani kemiğin bütünlüğünün bozulmasına “kırık” denir. Kemik yapısında meydana gelen bozulma, ufak bir çatlaktan bir veya birçok kemiğin parçalanmasına kadar değişebilir. Kırığı meydana getiren kuvvet veya zorlama, kemiği kırıncaya kadar çevredeki deri, kas, tendo, ligament, damar, sinir veya organları da hasara uğratabilir. Bazen bu hasarlara kırılan kemiklerin uçları da neden olabilir. Kemiğin kırılması esnasında hücreler, kemik matriksi, periost da travmanın şiddeti ile doğru orantılı olarak hasar görür. Kırık sonrası kemik iliğinde, kortekste, periostta ve çevre yumuşak dokularda; kırığın bölgesine, kırığın tipine ve uygulanan tedavi metoduna bağlı olarak cevap gelişir. Yaralanan dokunun yerini fibröz skar dokusunun aldığı yumuşak doku iyileşmesinin tersine, kemik dokusundaki iyileşme yine kemik dokusu oluşumu ile sonlanır. Eğer kemik dokusunun iyileşmesi sonucunda fibröz doku oluşmuş ise bu durum kırığın iyileşmemiş olduğuna işaret eder (28, 31).

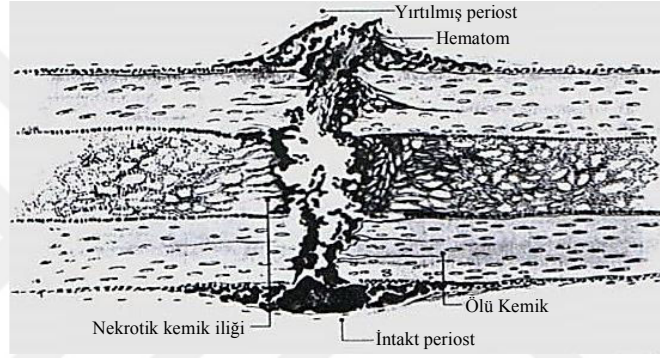
Kırık iyileşmesi kırığın olduğu anda başlar, olgun ve organize bir kemik dokusu ile kemik uçları bütünleşinceye kadar devam eder. Bu süreç klasik olarak inflamasyon, tamir ve remodelasyon olmak üzere 3 ana aşamada incelenir (28, 53). Kemiğin kırılması, inflamasyon, tamir ve remodelasyon aşamalarının sırası ile oluşmasını tetikler (Şekil 2.1). Bu üç dönem birbirinin içine girmiş bir şekildedir ve en uzun dönem remodelasyon dönemidir (28).



Şekil 2.1. Kırık kaynamasının zamana göre evreleri (9).

2.1.1. İnflamasyon

Kırık oluşmasına sebep olan bir travma sonrası hücrelerle birlikte damarlar, kemik matriksi, periost ve kasları içeren çevredeki yumuşak dokular da hasar görür. Medullar kanalda, kırık uçları arasında ve korteksten ayrılmış periostun altında hematoma oluşur. Bu hematoma, kırık uçlarını ilk aşamada bir arada tutan bir köprü görevi görür. Kan damarlarının hasar görmesine bağlı olarak kırık uçlarındaki osteositler beslenemeyerek ölür. İleri derecede hasar görmüş periost, medüller kanal ve çevre yumuşak dokular da kırık sahasında nekrotik yapıları artırır (Şekil 2.2) (10, 28, 31).



Şekil 2.2. Kırık sonrası inflamasyon fazı (9).

Trombositlerden ve ölü hücrelerden salınan inflamatuvar mediatörler, kan damarlarının dilatasyonuna ve plazma eksudasyonuna sebep olarak, kırığın erken safhasındaki inflamasyona öncülük eder. Bölgeye inflamatuvar hücrelerden önce polimorf nükleer lökositler (PNL), sonrasında da makrofaj ve lenfositler göç eder. Bu hücreler anjiogenezden sorumlu sitokinleri salgırlar. İnflamatuvar cevap azalırken nekrotik doku ve eksudat rezorbe olur. Fibroblast ve kondrositler bölgede görülmeye başlar ve yeni matriks yapımı ile kırık kallusu oluşmaya başlar. Kırık tamirini uyaran faktörler, inflamasyon fazında kırık sahasından serbestleşen kemotaktik faktörleri ve kemiğin bütünlüğünün bozulmasına bağlı olarak ortaya çıkan sitokinleri içerir (31).

Kırık sonrası oluşan inflamasyon hemen hemen tüm kırıklarda aynı sırayı takip etmesine rağmen, tamir dokusu miktarı ve tamir hızı her kırık için farklıdır. Bu farklılık kırığın spongioz kemikte, epifizde, metafizde, diafizde ve primer kortikal

kemikte olmasına, kemiği çevreleyen yumuşak doku hasarına ve hastaya ait faktörlere, travma türüne ve uygulanan tedavi yöntemine bağlı olarak değişir (28).

2.1.2. Tamir ve Remodelasyon

2.1.2.1. Rijit olarak tespit edilmeyen kırıklar

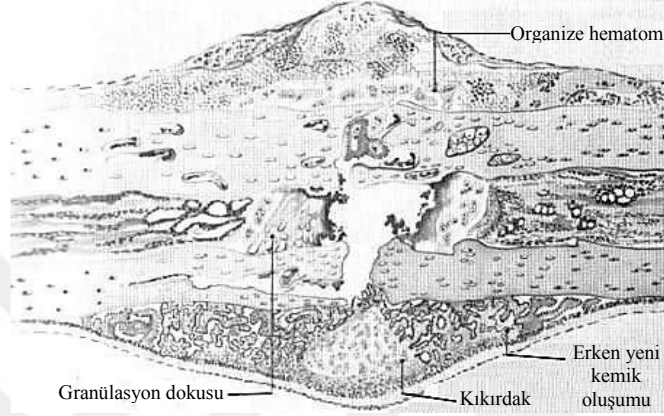
Kırık uçlarının rijit olarak tespit edilemediği durumlarda indirekt veya sekonder kırık iyileşmesi gerçekleşir. Travma esnasında kemikteki kan damarları, kemik iliği, periost ve yumuşak doku hasarı sonucu kırık bölgesinde kanama ve hematoma oluşur. Bu hematoma organizasyonu kırık tamirinin ilk aşaması olarak kabul edilir. Yapılan deneysel çalışmalar bu hematoma kaybının kemik iyileşmesini kötü yönde etkilediğini göstermektedir (10, 98).

Kırık hematoma kırık iyileşmesini nasıl etkileyebileceği halen araştırılmaktadır. Ancak fibrin bir çatı oluşturarak, tamir hücrelerinin migrasyonunu kolaylaştırdığı tahmin edilmektedir. Buna ek olarak büyüme faktörleri, trombosit ve kırık hematoma bölgesindeki hücrelerden salınan diğer proteinlerin, kırık iyileşmesinde hücre migrasyonuna, proliferasyonuna ve matris sentezine öncülük eder (10).

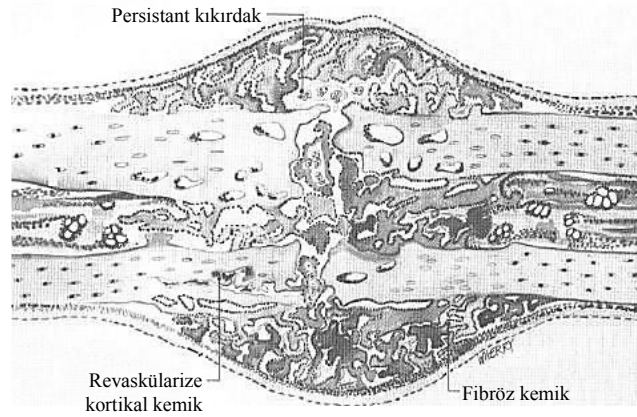
Kırık sonrası etkilenen ekstremitenin kanlanması muhtemel vazodilatasyona bağlı olarak kısa bir dönem artmaktadır. Bu bölgede vasküler proliferasyon da olmaktadır. Normal şartlarda kemik iyileşmesinin erken safhasında, periostal damarlar bölgeyi besleyen kanın büyük miktarını alırken, sürecin sonraki aşamalarında besleyici meduller arter daha büyük önem kazanmaktadır. Kırık bölgesindeki kırık uçları, kanlanamayarak nekroza gider ve sonrasında rezorbe olur. Bazı kırıklarda bu olaya bağlı olarak birkaç hafta içinde veya daha sonrasında radyolojik olarak görülebilen bir boşluk oluşabilir (98).

Pluripotent mezenkimal hücreler, muhtemelen ortak orijin ile kırık bölgesindeki fibröz doku, kırık ve kemiğin oluşmasını sağlar. Bu hücrelerin bazıları hasar gören dokudan köken alırken diğerleri kan damarları ile bölgeye gelirler. Periostun kambiyum tabakasındaki hücreler erken dönem kemik oluşumunu sağlar ve pediatrik kırıklarda etkin rol oynar, çünkü periost kalın ve çok hücrelidir. İlerleyen yaşla birlikte periost incilir ve kırık iyileşmesindeki etkinliği azalır. Endostal yüzden gelişen osteoblastlar kemik formasyonunda yer alır, ancak

osteositler tamir dokusu oluşturmazlar. Osteogenezden sorumlu çoğu hücre, kırık iyileşmesi sırasında hematoma yerine geçen granülasyon dokusu ile birlikte bölgede tespit edilir. Kırık sahasında mezenkimal hücreler proliferer olur, farklılaşır ve fibröz doku, kırık ve örgümsü kemikten oluşan bir kırık kallusunu oluşturur (Şekil 2.3, Şekil 2.4) (20).



Şekil 2.3. Organize olmuş hematoma içerisindeki kırık ve kemik adacıklarının bulunduğu tamir safhası (9).



Şekil 2.4. Kırık kallusu ile kırık iyileşmesi (9).

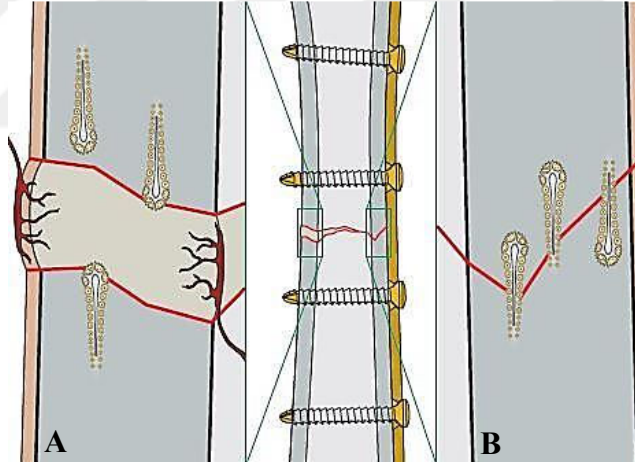
Kırık kallusu kırık bölgesini doldurur ve çevreler. İyileşmenin erken evresi; yumuşak veya fibröz kallus ve sert veya kemik kallus olmak üzere ikiye ayrılır. Kallusun periferinde, erken dönemde intramembranöz kemikleşme ile oluşturulan kemik, sert kallustur. Yumuşak kallus, merkezde düşük oksijenli bölgededir ve

primer olarak kırık ve fibröz doku içerir. Zaman içinde kırık, tedrici olarak endokondral ossifikasyon süreci ile kemiğe dönüşür. Sert kallus genişler ve kırığın stabilitesi artar. Bu süreç yeni kemik kırık sahasını köprüleyene kadar devam eder ve sonuçta klinik iyileşme gerçekleşir. Klinik olarak kaynama, kırık sahasının stabil ve ağrısız olmasıdır. Radyolojik kaynama ise trabeküller görüldüğünde veya kırık sahasını kortikal kemik köprülediğinde oluşur. Genelde klinik kaynama radyolojik kaynamadan önce olur. Ancak radyolojik kaynama sağlandığında bile iyileşme süreci henüz tamamlanmamıştır. İmmatür kırık kallusu normal kemiğe göre güçsüzdür. Kemik tam gücünü remodelasyon safhası esnasında kazanır. Kaynamanın son safhası tamir dokusunun remodelasyonu ile olur. Remodelasyon örgümsü kemik ile lameller kemiğin yer değiştirmesi ve gereksiz kallus dokusunun rezorpsiyonu ile başlar. Yapılan radyoizotop çalışmalarında, kırık sahasında tam fonksiyonel kazanım ve düz grafide kaynama olmasına rağmen, artmış aktivite tespit edilmektedir. İzlenen bu aktivite, remodelasyonun klinik ve radyolojik kaynamadan sonra da yıllarca devam ettiğini göstermektedir (10, 28, 31).

2.1.2.2. Rijit olarak tespit edilen kırıklar

Kırık uçlarının anatomik redüksiyonu ve rijit olarak tespiti ile mutlak stabilitenin sağlanması sonrası kortikal veya kansellöz kemikte kallus oluşumu olmaksızın kaynamanın gerçekleşmesi primer kırık iyileşmesi olarak adlandırılır (20, 31, 64, 90). Anatomik redüksiyon ve rijit stabiliteye rağmen kırık uçları arasında temas alanlarının yanı sıra boşluk alanları da yer alır. Bu temas alanları ve boşluk alanlarında iyileşme, farklı şekillerde eş zamanlı olarak gerçekleşir (90). Temas eden komprese alanlarda; kırık uçlarının direkt teması sonucu kırık hattında direkt lamellar kemik oluşumu görülür (kontakt temas iyileşme). Kırık hattını kat eden osteoklastların açtıkları tünellerde yeni damar oluşumları belirir. Bunların çevresindeki mezenkimal hücreler ve endotelial hücreler osteoblastlara dönüşecek osteoprogenitör hücre kaynağını oluştururlar. Osteoblastlar kemiğin uzun eksenine paralel bu tünellerde ve iki kırık ucu arasında osteoid sentezler. Depolanan yeni kemik matriksi, içindeki osteositler ve yeni damarlar remodelasyon birimlerini oluşturur. Sonuçta Haversian (osteonal) sistem kurulmuş olur. (20, 90). Boşluk alanlarında ise kısa süre içinde mezenkimal hücreler ve yeni damarlar belirir.

Osteoblastlar farklılaşarak osteoklastik rezorbsiyon olmaksızın kırık uçları arasında osteoid depolamaya başlar. Boşluk iyileşmesi (gap healing) olarak tanımlanan bu tamir süreci, apozisyonel kemik yapımı ile gerçekleşir ki, büyüme esnasında ve küçük kortikal defekt tamirindeki apozisyonel kemik yapımı ile sıkı benzerlik gösterir. 800 μm 'den 1 mm'ye kadar boyutlu küçük boşluklar konsantrik lamellar kemik ile doldurulur. Daha büyük boşluklar ise immatür kemik ile dolar ve ardından konsantrik lamellar kemiğe dönüşür. İmplant çıkarıldıktan sonra deliğinin tamiri de bu şekilde gerçekleşir. Boşluk dolduktan sonra oluşan yeni kemiğin mekanik ve morfolojik özelliklerinin orijinale yakın hale gelmesi, kırık uçlarının dolaşımının düzenlenmesi için ikinci aşama olan Haversian remodelasyonu gerçekleşir (20, 53, 90). Osteonal (Haversian) remodelasyon yavaş ilerleyen bir süreçtir ve primer osteonal remodelasyon için anatomik redüksiyon ve rijit komprese tespitin yanı sıra kan damarlarının bütünlüğünün bozulmamış olması gereklidir (20, 90).



Şekil 2.5. Rijit olarak tespit edilen kırıklarda boşluk (gap) (A) ve kontakt temas (B) primer kırık iyileşmesi (53).

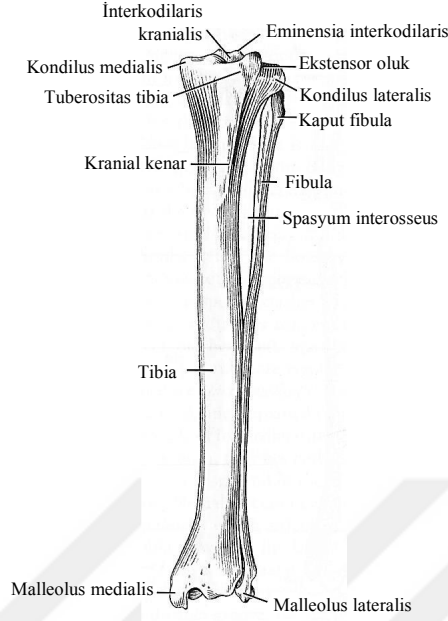
2.2.Tibia ve Fibulanın Anatomisi

Ossa kruris (baldır kemikleri) olarak da isimlendirilen tibia ve fibula, ön bacaklardaki ossa antebrachi'ye karşılık gelir. Ön bacakta olduğu gibi burada da iki kemik yan yana bulunur. Bunlardan kuvvetli ve medialde bulunanı tibia (kaval kemiği), zayıf ve lateralde bulunanı ise fibuladır (iğne kemiği). Tibia vücudun femurdan sonraki en uzun kemiği olup köpeklerde tibia ile fibula eşit uzunluktadır (Şekil 2.6) (27, 33, 57).

Tibianın proksimal kranial ucu nispeten düz ve üçgen şekillidir. Proksimal artiküler yüzey (fasis artikularis proksimalis), iki kondül ve bu kondüllerin arasında kalan ligament bağlantılarını içeren interkondüler eminensiyadan oluşur (tüberkülüm interkondülaris). Bölünmüş proksimal artiküler yüzey lateral ve medial kondüllün (kondülüs lateralis ve medialis) üzerinde bulunur. Kondüllerin artiküler yüzeyleri, sagittal eklem dışı interkondüler eminensia ile iki interkondüler tüberküle ayrılır. Medial kondülün şekli oval iken lateral kondül neredeyse daireseldir. Medial ve lateral tibia kondülleri fonksiyonel olarak, menisküs medialis ve lateralis ile medial ve lateral femoral kondüllerden ayrılır. Kondüller arasında ve kaudalde büyük bir popliteal çentik (insisura poplitea) bulunur. Tüberositas tibia, proksimokranialde yer alan kuadriseps femoris, biceps femoris ve sartorius kaslarına yapışma alanı sağlayan geniş, dört açılı bir yapıdır (33).

Korpus tibia (gövde); uzun, içi boş, prizmatik bir yapı olup proksimal yarımını üçgen iken distal yarımını silindirikdir (8). Tibianın medial yüzeyi, derinin hemen altında yer alan; geniş, kemiğin tüm uzunluğu boyunca nispeten düz bir yapı olup plaklama için ideal bir alandır (13, 33).

Tibianın distal ucu dörtgen şekindedir. Tibianın distal bölümünün mediali, malleolus medialis olarak adlandırılır ve piramit şeklinde bir çıkıntı formundadır. Tibianın distaline m. fibularis brevisin küçük bir kısmı hariç, hiçbir kas bağlanmaz (33).

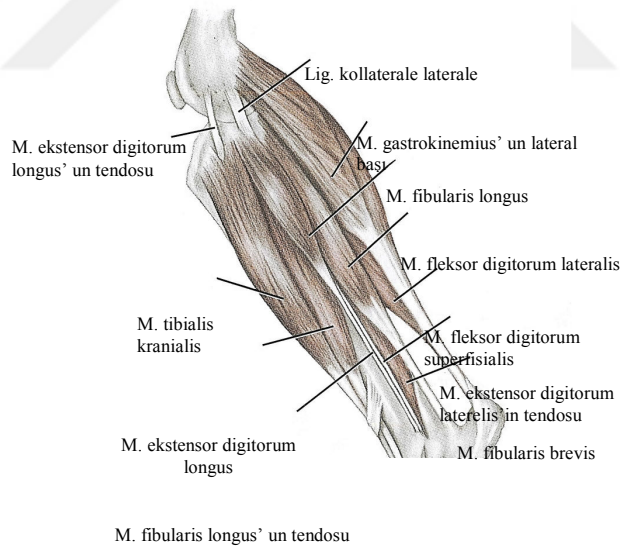


Şekil 2.6. Tibia ve fibulanın kranialden görünümü (33).

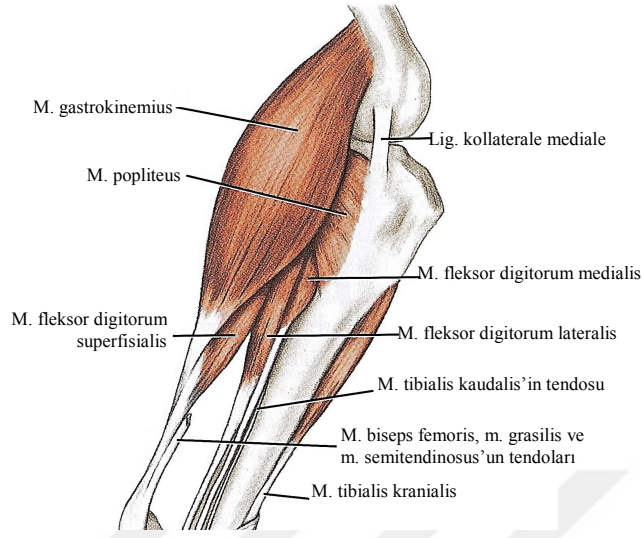
Uzun ve zayıf bir kemik olan fibula, ossa krurisin lateralinde yer alır. Fibula, proksimalde tibianın lateral kondülünün kaudolateral bölümü ile distalde ise talus ve tibia ile eklemleşir. Fibula; kaput, kollum, korpus fibula ve distalde bulunan malleolus lateralisten oluşur. Kaput fibula, enine basıktır ve bu küçük artiküler yüzey, tibianın kondilus lateralisinin kaudolateral bölümüyle eklem yapar. Kollum fibula (boyun) kısadır ve gövde ile beraberdir, gövdeden ayrımında spesifik bir çizgi yoktur. Korpus fibula (gövde) düzensiz ve zayıftır. Proksimal ve distal yarımı yanlardan basıktır fakat proksimal yarımın mediale bakan yüzü hafif içbükeydir. Fibula gövdesinin proksimal yarımı önemli bir interosseus boşlukla tibiadan ayrılır. Fibulanın distal ucu, lateral malleolus olarak bilinir. Fibulanın mediali, artiküler yüzey olup ve distal tibianın lateral yüzeyinin yanı sıra hem kalkaneusun kranialateral yüzeyi hem de talus trohleasının lateral yüzeyi ile eklem yapar (Şekil 2.6) (33).

Baldır kasları, tibia etrafındaki yerleşimine göre kranialateral ve kaudal olmak üzere iki kas kitlesinden oluşur. Tibianın medial yüzeyinde (planum kutaneum) kas bulunmamaktadır. Baldırın kranialateralindeki kaslar; parmakların ekstensoru ve topuğun fleksoru iken, kaudalindeki kaslar ise parmağın fleksoru ve

topuğun ekstensoru olarak görev yapar. Baldırın kraniolateralindeki kaslar hem tibia ile fibulanın proksimal ucundan hem de femurun distalinden başlangıç alan uzun geniş kaslar olup metatarsus veya falanksa yapışarak sonlanır. N. fibularis (peroneus) tarafından innerve edilen bu kaslar; tibialis kranialis, fibularis (peroneus) longus, fibularis (peroneus) brevis, ekstensor digitorum longus, ekstensor digitorum lateralis ve ekstensor digiti I (hallusis) longustur. Baldırın kaudalindeki kaslar ise hem femurun distal ucundan hem de tibia ve fibulanın proksimal ucundan başlangıç alıp, kalkaneusa veya falanks distalis ve medialise yapışarak sonlanır. Bu gruptaki bütün kaslar n. tibialis tarafından innerve edilir. M. gastrocnemius, m. popliteus, m. fleksor digitorum süperfisialis ve m. fleksor digitorum profususise baldırın arka tarafında yer alır. M. fleksor digitorum profundus üçe ayrılarak; m. tibialis kaudalisi, m. fleksor digitorum lateralisi (m. fleksor hallusis longus) ve m. fleksor digitorum medialis (m. fleksor digitorum longus) oluşturur (Şekil 2.7 ve Şekil 2.8) (57).

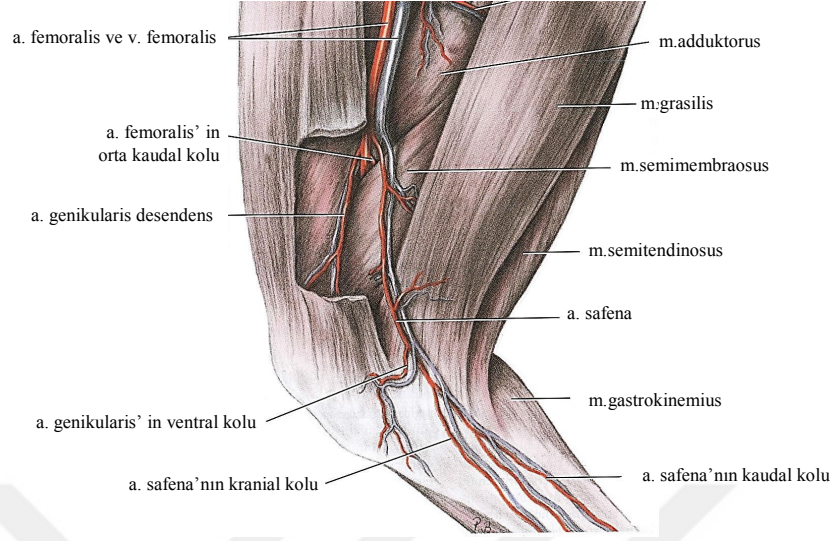


Şekil.2.7. Köpek tibiasını lateralden kuşatan kas anatomisi (33).



Şekil.2.8. Köpek tibiasını medialden kuşatan kas anatomisi (33).

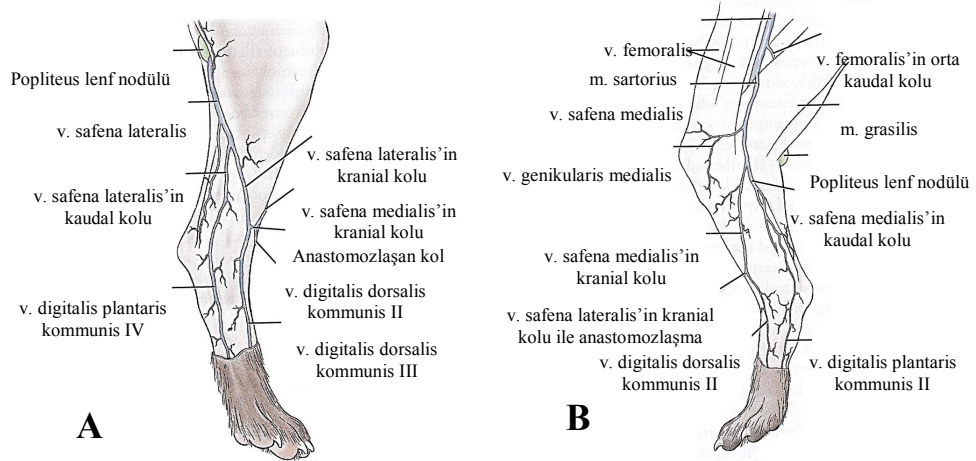
Tibianın medialinde seyreden a. safena, kranial (ramus kranialis) ve kaudal (ramus kaudalis) dala ayrılır (13,27). Kranial dal (ramus kranialis), diafizin distal 1/3'ünün orta hattında distokranial yönde uzanır ve metatarsusun önünde seyreder. Ramus kranialis, ramus kaudalise nazaran daha ince olup ossa kruris'in iç yüzüne dallar vererek sonlanır (27). Kaudal dal (ramus kaudalis) ise a. safenanın devamıdır ve m. gastrokinemiusun medial başı ile tibia arasında uzanır (13). A. poplitea ise a. femoralisin devamıdır (13, 27) ve diz ekleminin kaudalinde seyreder (13). Arka ve dış yanda v. poplitea, onunda arka ve dış yanında ise n. tibialis bulunur (27). A. poplitea, a. tibialis kranialis ve a. tibialis kaudalise ayrılır (13, 27). A. popliteanın iki dalından kalın olanı a. tibialis kranialis, başlangıçta m. popliteusun altında bulunur. Daha sonra membrana interossea kruris'i delerek tibianın ön yüzüne geçen a. tibialis kranialis, fibula ile tibianın distalinden ve aralarından ilerler (27). A. tibialis kranialis, m. tibialis kranialis ve m. ekstensor hallusis longusu besler. M. fleksor hallusis longus'a bitişik ilerleyen a. tibialis kaudalis ise tibianın besleyici arterini (a. oluşturan bir dal sağlar (Şekil 2.9) (13).



Şekil.2.9. Köpek arka bacağıın arter ağı (33).

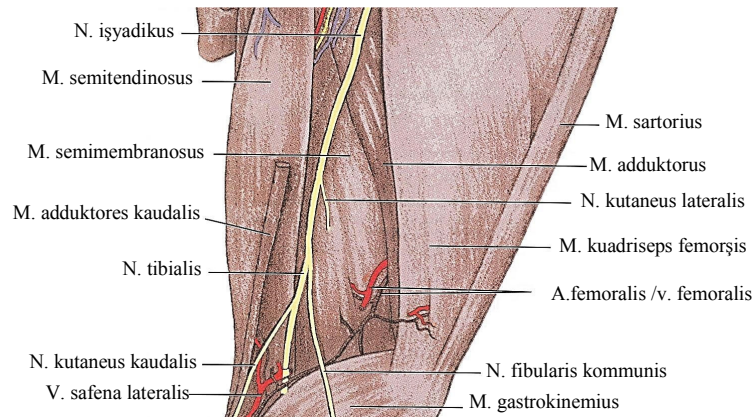
Arka bacağıın yüzeysel venlerini lateralde bulunan v. safena lateralis ve v. sirkumfleksa ilium profunda ile medialde bulunan v. safena medialis ve v. femoralis oluşturur (33). Ayağın yüzeysel venöz kanını toplayan v. safena lateralis, ramus kaudalis ve ramus kranialisin birleşmesi ile oluşur (27). V. safena lateralis, diz bölgesinde v. profunda femorise katılır (57). Ayağın iç yüzünün yüzeysel venöz kanını toplayan v. safena medialis ise ramus kranialis ve ramus kaudalis'in birleşmesi ile oluşur (27). V. safena medialis, femurun medialini çapraz geçerek v. femoralise dökülür (Şekil 2. 10.) (27, 57).

Arka bacağıın derin venlerini ise v. tibialis kranialis, v. tibialis kaudalis ve v. poplitea oluşturur (33). V. poplitea fossa popliteada, v. tibialis kranialis ile v. tibialis kaudalisin birleşmesi sonucu oluşur. V. tibialis kaudalis, v. tibialis kranialisten çok daha incedir. V. tibialis kranialis, ayağın dorsal kesiminin venöz kanının toplayan v. dorsalis pedisin devamı olarak sonlanır (Şekil 2. 10) (27).



Şekil 2.10. Köpekte arka bacak venöz ağın lateral (A) ve medialden görünümü (B) (33).

Siyatik sinir (n. ischiadicus) vücudun en kalın siniridir (27, 57). N. işyadikus; n. peroneus (fibularis) kommunitis ve n. tibialis dallanarak sonlanır (13, 27, 57). N. işyadikus iki dalından kalın olanı tibial sinir olup (n. peroneus tibialis) (27, 57), biceps femoris ve semimembranosus kasları arasında, a. poplitea ile birlikte seyredir. Biceps femoris kasının altında uzanan n. işyadikusun diğer dalı olan n. peroneus kommunitis ise gastrokinemius kasının lateral başı üzerinden seyredir. Sonrasında fleksor hallucis longus ve ekstensor digitorum lateralis kaslarının kaudalinden peroneus longusun kranialinden distal olarak seyrini sürdürür (13, 27). N. tibialis ise bacağın plantar yönüne doğru seyredir (Şekil 2. 11) (13).



Şekil 2.11. Köpek arka bacağı sinir ağının lateralden görünümü (33).

2.3. Kırıklarda Sağaltım Yöntemleri

2.3.1. Tarihçe

Osteosentez terimini ilk olarak Belçikalı bir cerrah olan Lambotte kullanmıştır. Her ne kadar Lane ve Lambotte gibi cerrahlar daha 20. yüzyılın başlarında kırıkların internal tespit ile tedavisini uygulamışlarsa da rijit tespit ile primer kemik iyileşmesi elde edilmesi kavramı 20. yüzyılın ortalarında Danis'in yaptığı çalışmalar ile popüler olmaya başlamıştır (43, 65). Danis'in çalışmalarını takip eden Maurice E. Muller *ve ark.* 1958 yılında, "İnternal Fikzasyon Çalışmaları Derneği (Association for the Study of Internal Fixation-ASIF) olarak da bilinen "Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)" grubunu kurmuşlar ve kırıkların internal tespiti ile ilgili prensiplerini oluşturmaya başlamışlardır (48, 89, 102). 1990'lı yılların başına kadar AO'nun kırık tedavi prensipleri:

1. anatomik redüksiyon (direkt redüksiyon)
2. rijit fikzasyon
3. yumuşak dokuların korunması ve
4. erken aktif hareket olarak tanımlanmıştır.

AO'nun klasik felsefesine göre uygulanan ve interfragmenter kompresyon osteosentezi ile elde edilen rijitlik, kırık hattında görülebilecek mikro harekete ve bunun sonucunda gelişebilecek kallus dokusuna izin vermez. Primer kırık iyileşmesi ile sonuçlanan bu stabiliteye "mutlak (absolüt) stabilite" denir (55, 77). O yıllarda radyografide kallus dokusunun görülmesi, tespit stabilitesinin yetersiz olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Açık redüksiyon ve rijit tespit (Open Reduction Internal Fixation-ORIF) sonrası hastalara erken hareket verilebilmesi "kırık hastalığı" sorunlarını azaltmış ve başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Bu nedenle o dönemdeki çalışmalar daha stabil tespit yapılabilmesine yönelik olmuş ve çekirtilme vidası ile interfragmenter kompresyon teknikleri, kompresyon cihazları ve plak üzerinden kompresyon sağlayan dinamik kompresyon plaklarının geliştirilmesi ile sonuçlanmıştır (43, 66). Her ne kadar kan dolaşımının korunması, prensipler içinde yer alsa da anatomik redüksiyon ve rijit tespit, cerrahlar tarafından daha ön planda tutulmuştur. Anatomik redüksiyon ve rijit tespit için kırık bölgesinin geniş çapta açılması ve manipülasyonu çok fazla yumuşak doku hasarına; zamanla enfeksiyon,

kaynamama ve kırığın nüks etmesi gibi komplikasyonların görülmesine yol açmıştır (65, 71, 93). Perren ve ark. (73), klasik dinamik kompresyon plağı (DCP) ile gerçekleştirilen plak osteosentezi sonrası kemikte geçici osteoporoz geliştiğini ve bunun plağın periostal dolaşımı bozmasına bağlı gelişen nekroz sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle 1990'lı yıllarda korteks ile daha sınırlı temas alanı olan dinamik kompresyon plağı (LC-DCP- Limited-Contact Dynamic Compression Plates) (74) ve nokta temas fiksator (PC fix- Point Contact Fixator) (100) gibi implantlar üretilerek bu olumsuz etki azaltılmaya çalışılmıştır (78, 93). LC-DCP ve PC-Fix implantları, dinamik kompresyon plağına göre periostal dolaşımı daha az bozmasına rağmen kırık bölgesinin açık redüksiyonu sırasındaki yumuşak doku hasarının kırık iyileşmesi üzerindeki olumsuz etkileri tam olarak giderilememiştir. Kırık iyileşmesi alanında devam eden araştırmalar, AO'nun anatomik redüksiyon ve rijit tespit (mutlak stabilite) gibi temel kırık tedavi felsefesinde ve hedeflerinde değişikliğe yol açmıştır (2, 29, 37, 40, 77, 78, 101).

2.3.2. Biyolojik Osteosentez

Kırık sağaltımının biyolojik metodunda amaç; kemik fragmentlerinde ve dokularda iyileşmeye imkân sağlayacak biyolojik ortamın, minimal yıkımlanma oluşturarak eksen düzgünlüğün ve stabilitenin sağlanmasıdır (4, 71). Biyolojik osteosentezde kırık onarımı, ossöz remodeling sonrası "köprü kallus" (bridging callus)'un oluştuğu indirekt kemik iyileşmesi ile gerçekleşir (37, 51, 70, 71, 89).

Biyolojik osteosentezin temel ilkeleri (71, 102):

1. iatrojenik yumuşak doku hasarını en aza indirmek
2. indirekt kırık redüksiyon tekniklerini kullanmak
3. uygun stabil fikzasyonu sağlamak ve
4. ekstremitte fonksiyonunun erken geri dönüşünü sağlamak olarak

sırlanabilir.

Biyolojik osteosentezde kırık hattı cerrahi olarak açılarak ortaya çıkarılmadığı için, kırık hattında oluşan kırık hematoma bölgeden uzaklaştırılmaz. Kırık hematomunun fibrin bir çatı oluşturarak tamir hücrelerinin migrasyonunu kolaylaştırdığı düşünülmüştür. Buna ek olarak büyüme faktörleri, trombosit ve kırık hematoma bölgesindeki hücrelerden salınan diğer mediyatörlerin, kırık

iyileşmesindeki erken olaylara, hücre migrasyonu ve proliferasyonuna ve ayrıca tamir doku ve matriks sentezine öncülük ettiği düşünülmüştür. Çeşitli çalışmalarda da kırık bölgesinden cerrahi sırasında uzaklaştırılan hematoma kaynamayı kötü yönde etkilediği sonucu ortaya koymuştur (24, 26, 30, 39).

Biyolojik osteosentezde uygulanan cerrahi ile elastiki tespit sağlanır ve bu şekilde “göreceli (rölatif) stabilite” elde edilir. Göreceli stabilitede belli miktardaki yük altında kırık uçlarında oluşan deplasman, geri dönüşlüdür ve yük ortadan kalktığı zaman eski halini alır. Kırık uçlarındaki bu mikro hareket, kallus oluşumunu artırır ve kallus gelişimi ile birlikte stabilite de gelişir (26, 76).

Biyolojik osteosentezde en önemli strateji, eksen düzgünlüğünün (alignment) ve stabilizasyonun kapalı olarak yapılmasıdır. Burada kırığın anatomik redüksiyonu öncelikli hedef değildir. Bunun yerine, büyük kırık fragmentlerinin cerrahi müdahaleye maruz kalmaksızın, indirekt redüksiyon kullanılarak ya da gerekli olduğunda açık fakat kemik tutma pensi ve benzeri aletleri kullanılmadan fonksiyonel pozisyonda eksen düzgünlüğü sağlanır (7). Bu yöntemde kırık bölgesine sınırlı bir bölgeden yaklaşarak bölgedeki kan dolaşımı korunmuş olunur. Biyolojik osteosentezde interfragmental vida ve serklaj teli dışında bütün fiksasyon materyalleri (plaklar, eksternal fiksatörler veya birbirine geçmeli kilitli çiviler) kullanılabilir (4, 7, 12, 49, 51, 52, 71, 83).

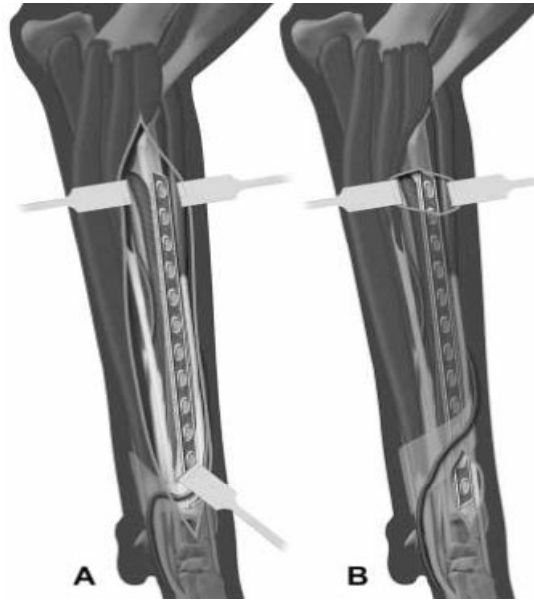
2.3.3. Minimal İnvaziv Plak Osteosentez (MİPO)

Beşeri tıp alanında kırık tedavisinde göreceli stabilite kavramının anlaşılması ile kırık hematoma ve lokal kan akımının korunmasının gerekliliğinin önemi, plak osteosentezinde biyolojik tespit prensiplerinin daha da geliştirilmesine yol açmış (7, 37, 71, 77) ve minimal invaziv kırık stabilizasyonu teknikleri üzerine odaklanılmıştır (11, 37).

Minimal invaziv plak osteosentez (MİPO)’da kırık sağaltımının mutlak stabilite yerine göreceli stabilite ile sağlanması asıl hedeftir (76). Bu teknikte, kırık bölgesinde plağa dalga şeklinde eğim verilerek kırık bölgesinin kanlanması korunması amaçlanmıştır. Plağa verilen dalga şekli, plağa binen yükün azalmasını sağlamasının yanında plak altına greft uygulanabilmesine de izin verir. Özellikle intramedüller çivi uygulamasının zor olduğu bölgelerdeki parçalı kırıkların biyolojik

tespiti için “köprü plaklama” tekniği geliştirmiştir. Kinast *ve ark.* (56) ile Mast *ve ark.* (63), kırığı indirekt olarak redükte ederek kırık bölgesinde fazla yumuşak doku sıyrılmasına neden olmaksızın kırık hattını plak ile köprülemeyi tanımlamışlardır (17, 41, 75). Bu çalışmalar biyolojik tespit tekniğinin bir sonraki aşaması olan MİPO tekniğinin gelişmesini sağlamış ve Krettek *ve ark.* (42, 43) ilk defa insanlarda proksimal ve distal femur kırıklarının tedavisi için MİPO tekniğini kullanmışlar, aynı yıllarda Helfet *ve ark.* (46), MİPO tekniği ile distal tibia kırıklarının tedavisini tanımlamışlardır. Tüm bu çalışmalardan elde edilen başarılı sonuçlar, MİPO tekniğinin giderek popöler olmasını sağlamıştır (38, 42).

MİPO’da kırık uçları öncelikle indirekt olarak redükte edilir ve köprüleme görevi gören uzun bir plak ile kırık hattı köprülenecek şekilde periost üzerinden, kırık bölgesi açılmadan, perkutan plaklama gerçekteşirilir (şekil 2.12.). Bu teknikte anatomik redüksiyon asıl hedef değildir, ancak ekstremitenin uzunluğu, aksiyel diziliminin sağlanması ve rotasyonu gerçekteşirilir. Bu yöntemde elastiki tespit sağlanır ve bu sayede elde edilen göreceli (rölatif) stabilite, kırık hattındaki mikro hareketlere izin verir ve bu sayede daha da etkin kallus gelişimi ile birlikte stabilite de gelişir (76).



şekil2.12. Bir radius kırığında **A-** Klasik teknik ile açık redüksiyon ve internal fikzasyon (ORIF), **B-** Minimal İnvaziv Plak Osteosentez (MİPO) ile plaklamanın şematik görünümü (48).

2.3.3.1. Vaka Seçimi

MİPO'dan başarılı sonuçlar elde edilebilmesi için uygun vaka seçimi oldukça önemlidir. MİPO, çoğunlukla anatomik redüksiyona uygun olmayan parçalı diyafizer/metafizer (ektraartiküler) kırıklar için uygun olmasının yanında bir takım basit transversal kırıklarda da kullanılabilir (23, 81, 88, 102). MİPO, plaklama için yeterli (en az 2 vida yerleştirilecek kadar) proksimal ve distal kemik uzunluğunun olduğu metafizer ve diyafizer kemik kırıklarının stabilizasyonunda oldukça etkin olarak kullanılır (91). Artiküler kırıklarda anatomik redüksiyon ve sabit fikzasyona ihtiyaç duyulduğu için genellikle açık teknikler (ORİF) zorunlu olup bu olgular MİPO için uygun değildir (89). MİPO tekniği küçük hayvanlarda kırık parçalarının indirekt teknikler kullanarak redükte edilmesi açısından değerlendirildiğinde, femur/humerus kırıkları radius/tibia kırıklarından daha zorlayıcıdır (48). Femur ve humerus kırıkları; redüksiyon ve hizalama işlemi intramedüller pin, kırık distraktörü ya da traksiyon masası ile sağlandığı durumlarda MİPO tekniği için uygun hale gelebilir (52, 86, 91, 92).

2.3.3.2. Preoperatif Planlama

MİPO'da başarılı sonuçların elde edilmesi, ameliyat öncesinde çok iyi bir planlama yapılmasını gerektirir. Bu planlama, kırık ile ilgili tüm sorunların tam olarak ortaya konulması ve olası çözümlerin belirlenmesine olanak sağlar. Bu sayede hem indirekt redüksiyon uygulanan MİPO ile cerrahi süre kısalır, hem de olası komplikasyonlar önlenerek başarı şansı artırılmış olur (43).

MİPO'da hem kırılmış hem de kontralateral sağlam ekstremitenin radyografik görüntülerinin alınması, süreci doğru bir şekilde planlanması için gereklidir. MİPO'da kullanılacak uygun uzunluktaki plağın kotralateral sağlam kemik göz önüne alınarak önceden şekillendirilmesi, plaklamanın uygun şekilde uygulanabilmesi açısından kritik öneme sahiptir (92).

2.3.3.2.1. İmplant Seçimi

MİPO'da implant seçimi; hayvanın büyüklüğüne, kilosuna, kırığın yapısına ve lokalizasyonuna göre yapılır. MİPO'da hem konvansiyonel hem de son yıllarda

üretilen kilitli plaklar kullanılabilir. Başarılı bir cerrahi teknik için bu plakların özelliklerinin doğru bilinmesi gereklidir (91).

2.3.3.2.1.1. Konvansiyonel Plaklar

MİPO için konvansiyonel plaklar daha çok kemik kalitesi iyi olan hastalarda tercih edilmelidir. Kırığın lokalizasyonuna göre düz veya anatomik şekillendirilmiş plaklar kullanılabilir. Konvansiyonel plaklarda vidalar kemiği plağa doğru çektiği için düz plak kemiğe tam oturacak şekilde önceden şekillendirilmelidir. Aksi takdirde primer redüksiyon kaybı oluşur (61).

2.3.3.2.1.2. Kilitli Plaklar

Kilitli plakların aşağıda sıralanan özellikleri, MİPO tekniğinin daha kolay ve yaygın kullanılmasını sağlamıştır (61, 95, 101). Bunlar:

- Kilitli plaklarda vidalar plağa kilitlendiği için kemiği plağa doğru çekmez. Bu nedenle plakların kemiğe tam oturacak şekilde şekillendirmesine gerek yoktur,
- Kilitli plaklamada kemiğin periostal dolaşımının bozulmaması ile MİPO felsefesine uygundur,
- Başı kilitlenen vidaların açılabilir stabilitesi metafizer bölgelerde ve osteoporotik kemiklerde daha iyi tespit sağlar,
- Kilitli plaklarda vidalar, kendi delen/yiv açan veya sadece kendi yiv açan vidalar şeklindedir ve bu özellik perkutan plaklamada uygulama kolaylığı sağlar. Kendi delen/yiv açan vidalar unikortikal olarak da uygulanabilir. Ancak bu, iyi kemik kalitesi olan diyafizer bölgelerde tercih edilmelidir. Osteoporotik kemiklerde ve metafizer bölgelerde kendi yiv açan vidalar çift korteks olarak uygulanmalıdır.
- Kilitli plaklar, internal fiksator olarak görev yapar ve böylece şekillendirme hassasiyetini dikkate almadan plaklama süresince kırık fragmentlerini sabit tutar (1, 29, 54, 80, 94, 101).

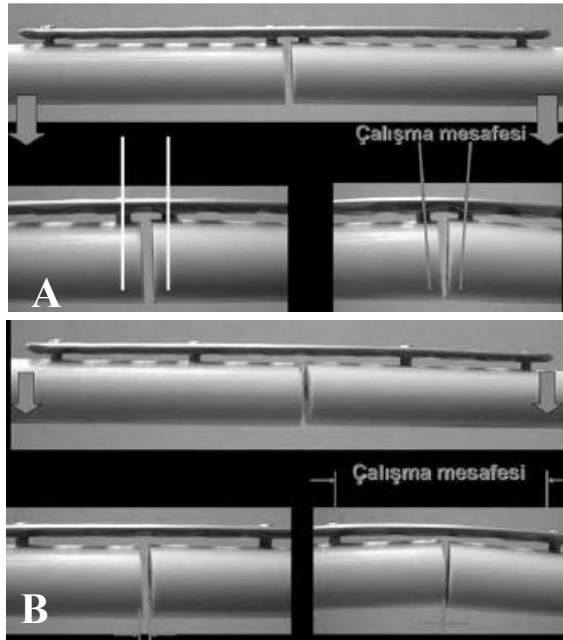
2.3.3.2.2. Plak Boyu

MİPO'da plaklar, internal ekstremiteler atel olarak kullanılır. Bu nedenle plak boyu aynı bir intramedüller çivi veya eksternal fiksator gibi olabildiğince uzun olmalıdır. Plak boyunun uzun olması, kaldıraç kolunun uzun olması nedeni ile plak

vida arasındaki stres yüklenmesinin az olmasını sağlar. Bu da implant yetmezliği riskini azaltır. Bu biyomekanik özellik vida tipinden bağımsızdır. Bu yüzden MİPO’da kullanılacak plakların olabildiğince uzun olması (plak köprüleme oranı 0.91 ± 0.05) tercih edilmelidir (21, 99).

2.3.3.2.3. Vida Yerleşimi

Kırık hattının proksimali ve distalindeki kırığa en yakın vidalar arasındaki mesafe “çalışma mesafesi” olarak adlandırılır. Bu mesafenin kısa olması, kırık hattında hareketin az olmasına aynı zamanda bu aralıkta plağa aşırı yük bindiği için plak kırılma riskini de artırır (Şekil 2.13.A). Bu durum özellikle çalışma mesafesi zaten kısa olan transversal ve kısa oblik kırıklarda önem taşır. Plaktaki tüm deliklerin vida ile doldurulması bu stresi daha da artırır. Bu biyomekanik özellik vida tipinden bağımsızdır. Çalışma mesafesinin uzun olması ise stresin plakta daha uzun bir fragmente dağılmasını sağlar (Şekil 2.13.B). Bu, hem tespitin kaynamayı uyaracak kadar esnek olmasını sağlar hem de plak kırılma riskini azaltır. Çalışma mesafesinin çok uzun olması, tespitin istenenden daha fazla esnek olmasına neden olabilir. Bu nedenle çok parçalı kırıklarda vidalar, kırık hattına daha yakın yerleştirilmelidir. Proksimal ve distalde kırık hattına en uzak vidalar arasındaki mesafe, plağın efektif olarak kullanıldığı uzunluktur (40, 55, 99).



Şekil 2.13.Çalışma mesafesinin kısa (A) ya da uzun (B) olması durumunda, stresin plak üzerindeki dağılımı (43).

2.3.3.2.4. Vida Sayısı

MİPO'da esnek bir tespit elde etmek için uzun bir plak ile birlikte mümkün olan en az sayıda (her bir fragmente en az iki) vida (gerekli olduğunda aralıklı yerleştirerek) kullanılmalıdır (40, 48, 99-101). Osteoporotik kemiklerde bu sayı artırılabilir. Stoffel *ve ark.* (97), vida sayısının artırılmasının sadece rotasyonel stabiliteyi artırdığını belirtmiştir. Weiss *ve ark.* (103)'nın yaptığı bir araştırmada, yapının çökme dayanıklılığının altı vidalı-sekiz delikli plak uygulamasına kıyasla, dört vidalı-on delikli plak uygulaması ile daha yüksek olduğunu ortaya koyulmuştur.

Bu biyomekanik özellikler ışığında implant seçimi için şu prensipler uygulanabilir:

- Plak boyu parçalı kırıklarda kırık uzunluğunun üç katı, daha basit kırıklarda kırık uzunluğunun 8-10 katı olmalıdır. Mümkünse her fragment için beş vida deliği bulunmalıdır.
- Her fragmentte en az iki ya da üç vida kullanılması yeterlidir. Vidalar aralıklı olarak uygulanmalıdır. Metafizler kırıklarda anatomik plaklar kullanılarak yeterli vida sayısı elde edilebilir. Plak-vida doygunluğu oranınının 0.40 olması esnek bir tespit için yeterlidir.

Gautier ve Sommer (40) beşeri hastalarda kilitli plaklar kullanılarak MİPO uyguladığı bir çalışmada, her bir ana kırık fragmenti için toplam 0,4 ile 0,5 plak-vida dansiteli (kullanılan toplam vida sayısının plak delik sayısına oranı) iki ya da üç bikortikal vidanın kullanılmasını tavsiye etmiştir. Guiot ve DeJardin'in (62) 36 kedi ve köpeğin 36 tibia kırığı üzerinde MİPO uyguladığı bir çalışmada, plak-vida dansitesi 0,15-0,64 olarak bulunmuştur.

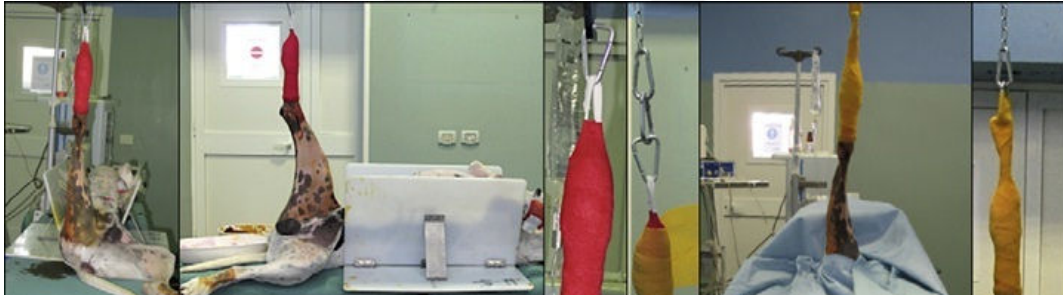
2.3.3.3. Kırık Redüksiyonu

Kırık redüksiyonu, kırığın kaynaması ve ekstremitte şekli ile fonksiyonunun korunması için önemli bir faktördür (52, 87). MİPO'da kırık redüksiyonu, kırık hattını açmadan kırık fragmentlerinin distraksiyonu yoluyla kırıktan belli bir uzaklıkta korrekatif güç uygulayarak, eğer mümkün ise bir skopi cihazı kullanımı eşliğinde, endirekt olarak yapılır. Skopi (floroskopi) cihazına sahip olmayan kliniklerde, küçük ensizyonlar ile açık, fakat kemik tutma pensi ve benzeri aletleri kullanmadan, "aç fakat dokunma" (open but do not touch) prensibinden

ayrılmaksızın kırılan kemiğin eksen düzgünlüğü (alignment) ve stabilizasyonu sağlanır (direkt redüksiyon) (7).

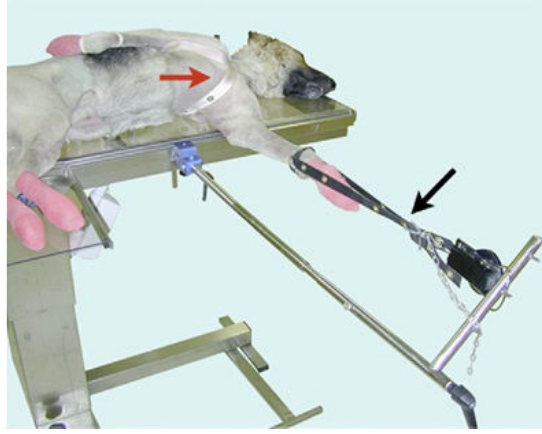
İndirekt redüksiyonda redüksiyon manevraları, varolan kanlanmayı korumak adına yumuşak dokular ve periostta olabildiğince atravmatik uygulanmalıdır (60).

MİPO'da kırık fragmentlerinin endirekt redüksiyonunda çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan ilki, kullanımı yaygın olan ve tavsiye edilen "asılı bacak tekniği"dir. Burada zarar görmüş ekstremitte askıya alınır ve hayvanın vücut ağırlığı kırığın distraksiyonuna ve hizalanmasında yardımcı olarak kullanılır (Şekil 2.14) (7, 52, 71).



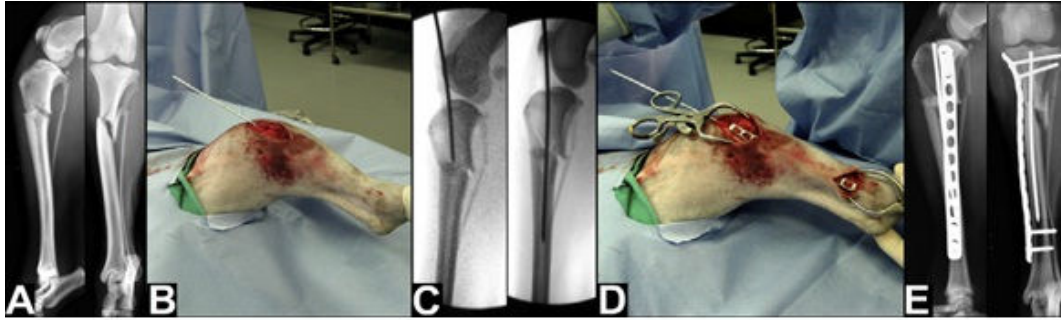
Şekil 2.14. Asılı bacak tekniği kullanılarak kırılan kemiğin endirekt redüksiyonunun gerçekleştirilmesi (72).

Endirekt redüksiyonda kullanılan diğer bir yöntem ise, traksiyon masası kullanımıdır. Appendiküler uzun kemiklerin traksiyonunun operasyon süresince kalıcı biçimde uygulanmasını sağlayan özel cerrahi masalar üretilmiştir (Şekil 2.15). *Rovesti ve ark.* (86); köpeklerde humerus, femur, radius, ulna ve tibiaya traksiyon uygulamasındaki dayanak noktalarını ve hastaya uygun bir şekilde pozisyonlamayı tanımlamışlardır.



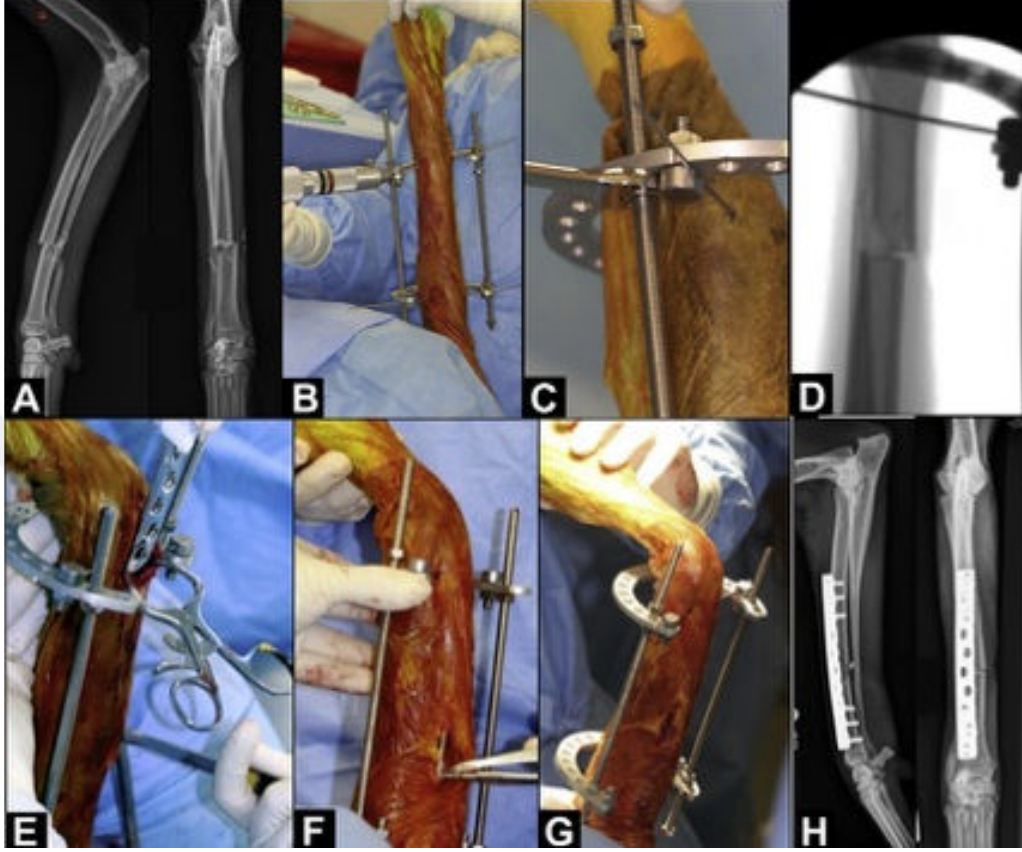
Şekil 2.15. Uzun kemiklerin redüksiyonunda traksiyonunun kalıcı biçimde uygulanmasını sağlayan traksiyon masası (72).

Kırığın redüksiyonu ve hizalamasına yardımcı olmak için geçici intramedüller pin uygulaması kullanılabilir. Pin, ana kemik fragmentlerinde sağlamlaştığında çıkarılabilir (Şekil 2.16) (50, 52, 71, 85).



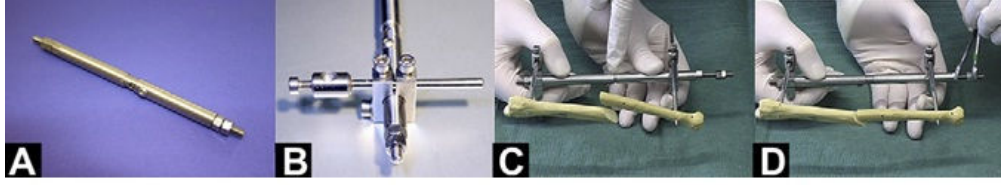
Şekil 2.16.A) Proksimal tibia ve fibula kırığının preoperatif radyografisi, B) Tibia'ya normograd intramedullar pin uygulaması, C) Kırığın indirekt redüksiyonunu gösterildiği intraoperatif floroskopik görüntüler, D) MİPO tekniği ile plağın yerleştirilmesi, E) Postoperatif radyografik görüntü (72).

MİPO'da kırık redüksiyonunda proksimal ve distal fragmentleri birbirine bağlayan sirküler/unilateral eksternal fiksatörler de kullanılabilir (Şekil 2.17) (52).



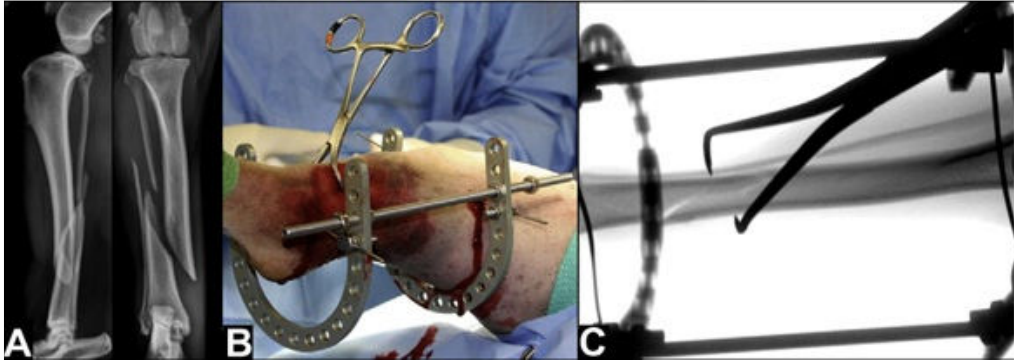
Şekil 2. 17. A) Radius ve ulna kırığının preoperatif radyografisi, B) Sirküler eksternal fiksatörün uygulanışı, C) Somunların sıkılması ile kırık distraksiyonunu yapılması, D) Kırık redüksiyonunu floroskopik görüntüsü, E) MİPO'da plağın yerleştirilmesi, F) Vidaların yerleştirilmesi, G) Eksen düzgünlüğünün kontrol edilmesi, H) Post-operatif radyografik görünüm (55).

Kırık redüksiyonunda özellikle de humerus ve femur kırıklarını redükte etmek için alternatif bir yöntem de kırık distraktörü kullanımınıdır. Distraktör ayarlanabilir unilateral bir fiksatördür (Şekil 2.18) (69).



Şekil 2.18.A) Dinamik unilaterel linear eksternal fiksator, B) Kırık fragmentlerinin multiplanar ayarlanmasını sağlayan klemp, C) Dinamik fiksatorün plastik bir model üzerinde uygulanışı, D) Kırık redüksiyonu sonrası fiksatorün sabitlenmesi (72).

MİPO’da kırık redüksiyonunda, proksimal ve distal fragmentleri kavramak ve hizalamayı manüple etmek için plak giriş ensizyonları vasıtasıyla ya da perkütanöz olarak redüksiyon pensleri kullanılabilir (84). Bu yöntem, nominal kas kütesinin doğru palpasyon tekniklerine olanak sağladığı distal ekstremitte kırıklarında oldukça başarılıdır (Şekil 2.19) (79).



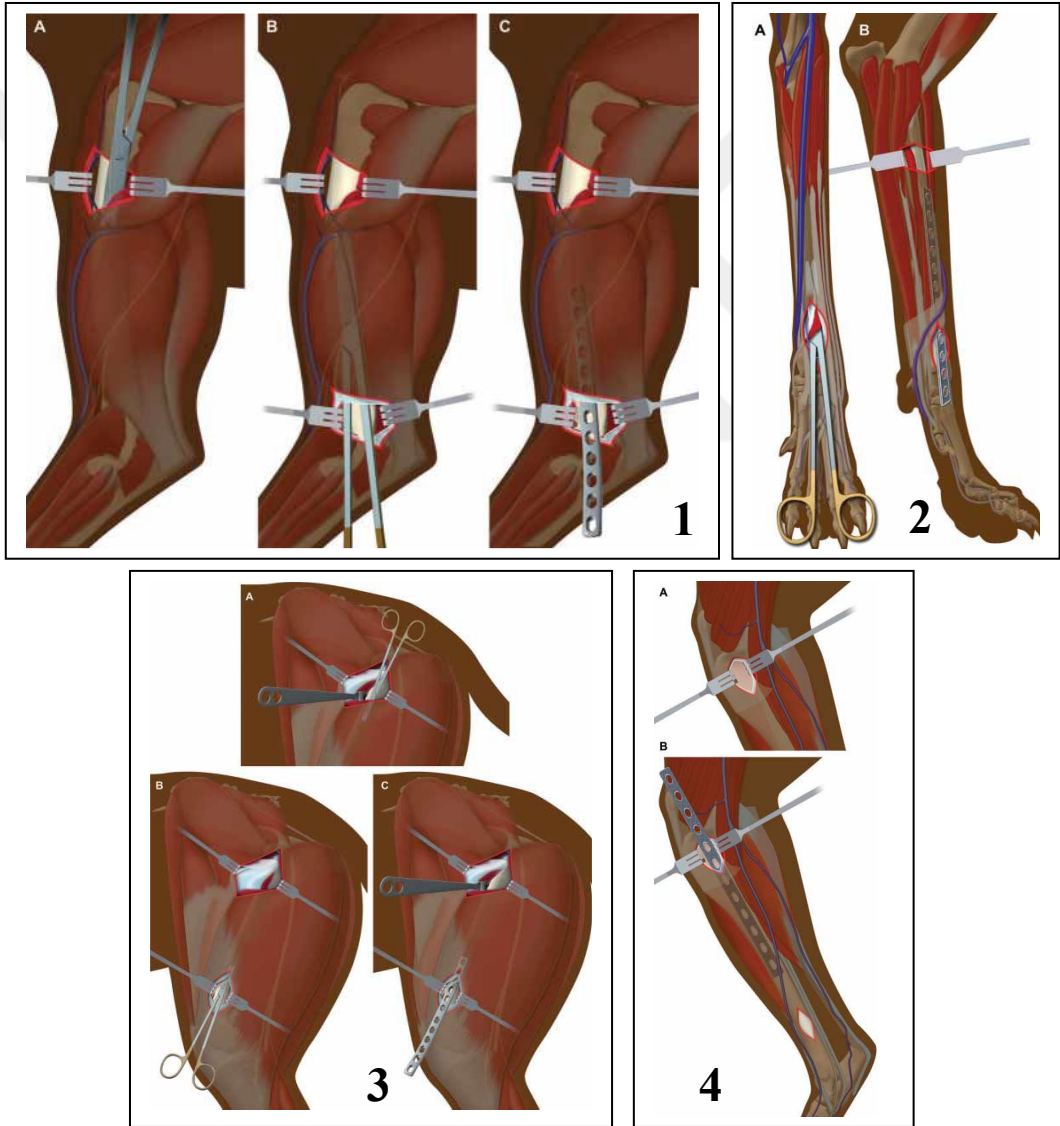
Şekil 2.19.A) Tibia ve fibulada uzun oblik kırığın preoperatif radyografisi, B) Kırık bölgesine perkütanöz redüksiyon forsepsinin uygulanışı, C) İntraoperatif floroskopik görüntü (72).

2.3.3.4. Cerrahi Yaklaşım

MİPO cerrahisinde bölgesel ana nörovasküler yapılar korunmalıdır (88, 96). Deri ensizyonları, plağın öngörülen proksimal ve distal uçlarında 2-4 cm uzunluğunda ve altta yer alan kemiği açığa çıkaracak ve kemik üzerinde plak manipülasyonunu sağlayacak genişlikte olmalıdır (69, 102, 104, 106). İki ensizyon girişi arasına, birbirleri ile bağlantılı ve alttaki kemiğin periost yüzeyine süperfisial olarak uzanacak şekilde epiperiostal bir yumuşak doku tüneli oluşturulur. Kemiğin periost yüzeyine bitişik bu tünelin oluşturulmasında, bir çift uzun küt makas ya da uzun bir periost elevatöründen yararlanılabilir (Şekil 2.20) (45, 84).

2.3.3.5. Plakın Yerleştirilmesi

Plak, deri ensizyonlarından birinden sokulur ve kemiğin yüzeyine bitişik yumuşak doku tüneline plakın ucu ikinci ensizyondan görülünceye kadar kırık bölgesi üzerinden kaydırılır (Şekil 2.20) (45, 84, 92). Plakın doğru bir şekilde biçimlendirildiğinden ve kemiğe pozisyonlandırıldığından emin olmak için eğer mümkün ise skopiden yardım alınır (50, 61, 68). Eğer yerleştirilen plak redüksiyonu bozuyorsa, plak çıkarılmalı ve uygun şekil verildikten sonra yeniden yerleştirilmelidir (105).



Şekil 2.20. MİPO'da humerus (1), radius (2), femur (3) ve tibia (4) kemiklerine cerrahi yaklaşım ve plakın yerleştirilmesinin şematize görünümü (82).

MİPO'da vidalar, proksimal ve distal giriş ensizyonlarından plak delikleri boyunca ve gerekli olduğunda skopiden yararlanılarak her bir fragmente en az iki adet olmak üzere yerleştirilir (Şekil 2.21) (45, 67, 84, 105, 106).



Şekil 2.21. MİPO'da humerus kırığında plağın yerleştirilmesi (83).

Yumuşak dokuların kapatılması rutin cerrahi prosedür ile gerçekleştirilir. Doğru ekstremitte hizalamasını, plak yerleşimini ve vida pozisyonunu kontrol etmek için postoperatif radyografiler de çekilmelidir (91, 92, 106).

2.3.3.6. MİPO'nun Avantaj ve Dezavantajları

Çoğu teknikte olduğu gibi, MİPO'nun da avantaj ve dezavantajları mevcuttur. MİPO'da operasyon süresi, operasyon ekibinde yeterli tecrübe olduğunda anatomik redüksiyon tekniğine göre daha kısadır. Sınırlı iatrojenik yumuşak doku travması ve kısalan operasyon süresi, kırık bölgesinin intra-operatif kontamine olma potansiyelini düşürür (5, 7, 11, 32, 47, 92, 102). MİPO'da kırık bölgesi açılmadığı için operasyon sırasında kırık hematoma dokunulmayarak korunan fibrin çatı, kallus oluşumunu olumlu yönde etkiler (24, 30, 39).

MİPO'da bölgesel hasara uğramış damarsal ağ, konvansiyonel plaklamaya göre büyük ölçüde korunur ki bu, periostal kan akımının korunması sayesinde kırık iyileşmesini olumlu yönde etkiler (19, 35, 36). MİPO'da kırık iyileşmesi, bir diğer minimal invaziv yöntem olan eksternal fiksasyon ile benzer bir şekilde iyileşirken

post-operatif dönemde hastaya daha az bakım gerektirmesi bakımından MİPO öne çıkar (6, 22, 62).

MİPO ile klasik plaklamanın postoperatif ağrı yönünden karşılaştırıldığı bir çalışmada, MİPO'da kemik fragmentlerin manipülasyonunun, sınırlı deri ensizyonundan yapılması dolayısıyla postoperatif dönemde hastalarda daha az ağrının olduğu rapor edilmiştir (102).

MİPO'nun bazı dezavantajları da mevcuttur. Bunların başında tekniğin öğrenilmesi ve uygulamanın tecrübe gerektirmesi gelir (23, 59). MİPO, hassas anatomik redüksiyon ve interfragmenter kompresyon gerektiren eklem kırıkları için uygun değildir (89, 102). MİPO kırık parçalarının doğrudan gözlemlenmesine izin vermediği için intra-operatif skopi veya radyografi kullanımını gerekli kılar. Bu da özellikle skopi kullanımı sırasında cerrahi ekip ve hasta için radyasyona maruz kalma miktarını büyük ölçüde artırır (88).

2. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Hayvan Materyali

Hayvan materyalini, Eylül 2014 ile Haziran 2016 tarihleri arasında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Cerrahi Kliniğine getirilen ve radyolojik olarak tibia kırığı tespit edilen 7 köpeğin 8 tibiası oluşturdu. Çalışma, MAKÜ Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun **09.09.2015** tarih ve **145** sayılı izni ile gerçekleştirildi.

3.1.2. Tanı ve Radyolojik Takipte Kullanılan Gereçler

Köpeklerin ilk tanı, intra ve post-operatif takiplerinde taşınabilir (Madison Acoma, VR-1020 model, Japonya) ya da sabit (DRS, Hilight 1000 DR model, Japonya) röntgen cihazları kullanıldı. Fosfor plakalı kasetlerde (Fujifilm FCR IP Cassette tip CC, Japonya) oluşturulan gizli görüntülerden, *tiff* formatında dijital görüntüler elde edilmesinde computed radiography (CR) cihazı (Fujifilm CR-IR 392 model, Japonya) kullanıldı. Operasyon sırasında kırığın redüksiyonunu ve implantın yerleştirilmesinde Villa Arcovis HF model C kollu taşınabilir röntgen cihazından yararlanıldı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Kırık redüksiyonu ve implant yerleştirmesinde kullanılan C kollu skopi cihazı

3.1.3. Anestezi, Analjezi ve Antibiyoterapide Kullanılan Gereçler

Köpeklerin genel anesteziinde otomatik ventilatrörlü ve çift vaporizatörlü Draeger marka Primus model anestezi cihazından yararlanıldı. İndüksiyonda diazepam (Diazem amp® IM/IV, 10 mg/2 ml, Deva, İstanbul) takibinde endotraheal entübasyon için propofol (Propofol enjektabl emulsion® IV, 200 mg/20 ml, Abbott) ve anestezinin sürdürülmesi için solunum yoluyla volatil anestezi olarak %2-3'lük izofloran (AErrane, Eczacıbaşı-Baxter, İstanbul) kullanıldı. Analjezi oluşturmak amacıyla meloxicam (Maxicam enj. Çözelti, 0,2 mg/kg SC, Sanovel, İstanbul, Türkiye); pre ve postoperatif antibiyoterapi içinde sefazolin (Iespor IV/IM, 22 mg/kg, İbrahim Etem Ulagay İlaç Sanayi Türk A.Ş., Türkiye) kullanıldı.

3.1.4. Aseptik Cerrahi, Osteosentez ve MİPO Tekniğinde Kullanılan Gereçler

Tibia kırığı tanısı konulan köpeklerde, bölgenin asepsisi genel aseptik cerrahi kurallarına uyularak polivinil iyodin (Batticon) ve % 70'lik metil alkol ile sağlandı. İlgili kemiğin osteosentezinde temel ortopedi setindeki el aletlerinden yararlanıldı. MİPO'da 4.5 mm'lik titanyum alaşımlı locking compression plate (LCP) ve kullanılan plağa uygun titanyum kilitli kortikal vida (Ø5 mm) kullanıldı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan 4.5 mm'lik titanyum narrow LCP'nin ön (A) ve kemik temas yüzeyi (B) ve Ø5 mm kilitli kortikal vidanın (C) görünümü.

3.2. Yöntem

3.2.1. Preoperatif Verilerin Toplanması

Tibia kırığı şüphesi ile cerrahi kliniğine gelen ve radyolojik muayene sonucunda tibia kırığı tespit edilen köpeklere ait klinik ve radyolojik muayene verileri tablo 1, 2 ve 3'te gösterilen düzende kayıt altına alındı.

Tablo 3.1. Hayvan sahibine ait bilgiler

Ad-Soyad:	
Adres:	
Telefon:	
Kliniğe geliş tarihi:	

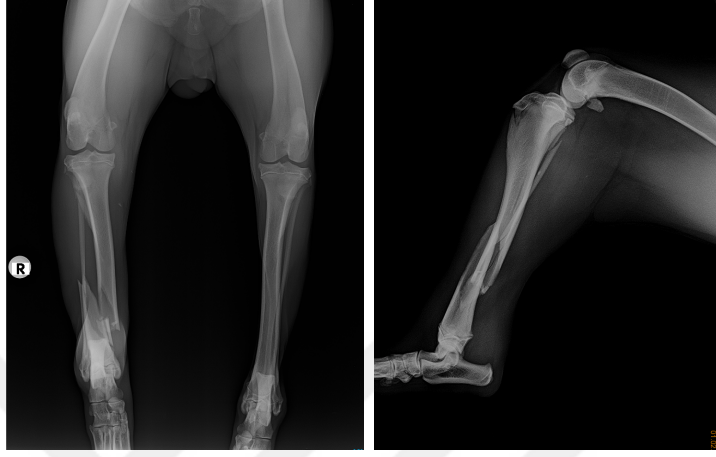
Tablo 3.2. Köpeğe ait bilgiler

Ad:				
İrk:				
Ağırlık:				
Yaş:				
Cinsiyet:	<input type="checkbox"/> Dişi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Erkek	<input type="checkbox"/>

Tablo 3.3. Kırık ve kırık bölgesine ait bilgiler

Oluşum nedeni:				
Üzerinden geçen süre:				
Kırık Tipi:				
Kliniğe geliş şekli:	<input type="checkbox"/> Açık	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Bandajlı	<input type="checkbox"/>
Kırık Hematomu:	<input type="checkbox"/> Var	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Yok	<input type="checkbox"/>
Krepitasyon:	<input type="checkbox"/> Var	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Yok	<input type="checkbox"/>
Kallus:	<input type="checkbox"/> Var	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Yok	<input type="checkbox"/>
Ağrı:	<input type="checkbox"/> Var	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Yok	<input type="checkbox"/>

Radyolojik muayenede her olgudan hem kırık olan hem de sağlam ekstremitenin en az iki yönlü radyografisi (A/P ve M/L) alındı (Şekil 3.3). Sağlam kemikten elde edilen radyografik görüntü değerlendirilerek operasyon öncesi uygun implant seçimi yapıldı.



Şekil 3.3. Çalışmadaki bir numaralı olgunun çift yönlü (A/P ve M/L) radyografik görüntüleri

3.2.2. Vaka Seçimi

Çalışmada proksimal ve distal kırık fragmentlerinde plak uygulaması için yeterli kemik uzunluğu bulunan metafizer ve diyafizer (ekstra-artiküler) tibia kırığı olan köpekler kullanıldı. Klinik olarak açık tibia kırığı tespit edilen köpekler çalışmaya dâhil edilmedi. Çalışmaya kırığın oluşumundan en fazla 2 hafta kadar geçmiş akut tibia kırığı olan olgular dâhil edildi.

3.2.3. İmplant Seçimi

Çalışmadaki olgularda kullanılan implantın boyu; hayvanın büyüklüğü, kilosu, kırığın yapısı ve lokalizasyonuna göre seçildi. Plağın boyunun belirlenmesinde, kontolaeratal tibiadan alınan ölçümlerden faydalanıldı.

3.2.4. Bölgenin Aseptik Cerrahiye Hazırlanması ve Anestezi

Köpeklerin genel anestezisi öncesi indüksiyonda damar içi yolla önce 0,5 mg/kg dozunda diazepam (maksimum 25 mg/kg) onu takiben yine damar içi yolla 6 mg/kg dozunda propofol, solunum takip edilerek kontrollü bir şekilde yavaş yavaş infüze edildi. Hastanın entübasyonu sonrası spontan solunumda genel anestezinin

sürdürülmesi % 2'lik izofloran-% 100 oksijen karışımından soluması sağlanarak gerçekleştirildi. Bölgenin operasyona hazırlanması, kırık bölgesinde fazladan travma oluşmasının önlenmesi amacıyla genel anestezi sonrasında yapıldı. İlgili ekstremitte, femurun ½'lik kısmından metatarsofalangeal ekleme kadar tıraş edildi. Hasta, operasyon masasına sırtüstü ve sağlam bacak üstte olacak şekilde yan yatırıldı. Bu aşamada 0,2 mg/kg dozunda meloxicam derialtı yolla verilerek intra ve postoperatif analjezi; 22 mg/kg dozunda sefazolin kas içi verilerek intraoperatif antibiyoterapi sağlandı. Tıraşlı bölgeye kadar alkol ve polivinil-iodine serilerinden geçirilen ekstremitte, steril serviyetlerle sınırlandırılarak redüksiyona ve MİPO tekniğinin uygulanmasına hazır duruma getirildi (Şekil 3.4 A).

3.2.5. Cerrahi yaklaşım

MİPO tekniğinde kırığın plaklanması için ilgili ekstremitenin medialinden yaklaşıldı. Çalışmaya dâhil edilen olgunun büyüklüğüne göre, seçilen plağın proksimal ve distal uçları üzerinden yaklaşık 2 cm uzunluğunda, altta yer alan kemiği açığa çıkaracak ve kemik üzerinde plak manipülasyonunu sağlayacak şekilde iki adet deri ensizyonu gerçekleştirildi. Uzun küt makas kullanılarak kemiğin periost yüzeyine bitişik proksimal ve distal deri ensizyonları ile bağlantılı epiperiostal tünel oluşturuldu (Şekil 3.4 B).



Şekil 3.4. Beş numaralı olgunun preoperatif (A) ve intraoperatif (B, C, D) görüntüleri. Redüksiyon öncesi epiperiostal tünel için proksimal ve distal deri ensizyonları (B), kırığın redüksiyonunda floroskopi kullanımı (C), altı delikli 4.5 mm'lik LCP'nin epiperiostal tünelden kaydırılması (D).

3.2.6. Kırık Uçlarının Redüksiyonu

Olguların M/L ve A/P radyografilerinde kırık uçları arasında belirgin bir deplasman tespit edilen olgularda, redüksiyonu kolaylaştırmak için pasif çekme ve fragmenter kompresyon manevraları yapılarak kırık uçları maksimum ölçüde karşı karşıya getirilerek indirekt redüksiyon gerçekleştirildi. Bu manevralar sonrasında C kollu skopi ile kırık uçlarının karşı karşıya gelip gelmediği kontrol edildi (Şekil 3.4 C). Bu şekilde eksen düzgünlüğü (alignment) ve stabilizasyon sağlanmaya çalışıldı.

3.2.7. Plakın yerleştirilmesi

Redükte edilen tibiaya plak, proksimal ya da distal deri ensizyonlarından biri aracılığıyla önceden oluşturulmuş epiperiosteal tünelden ikinci deri ensizyonuna kadar tibianın medial yüzeyi boyunca kırık bölgesi üzerinden kaydırılarak ilerletildi (Şekil 3.4 D).

Plakın doğru bir şekilde kemiğe pozisyonlandırıldığından ve eksen düzgünlüğünden emin olmak için C kollu skopiden yararlanıldı. Her bir ana kırık fragmenti için iki ya da üç bikortikal vida, proksimal ve distal deri ensizyonlarından yerleştirildi. Vida yerleşiminin uygunluğunun skopi aracılığıyla intraoperatif olarak kontrol edilmesi sonrası derialtı dokular 2/0 numara vicril ile deri ise 0 numara ipek ile cerrahi tekniğe uygun olarak kapatıldı. MİPO uygulamasına ait veriler tablo 3. 4'e göre kayıt altına alındı.

Tablo 3.4. MİPO uygulamasına ait intraoperatif veriler

Plaktaki delik sayısı:					
Kullanılan toplam vida sayısı:		Proksimal tünel		Distal tünel	
Kullanılan vida çapı:					
Plak-vida doygunluğu:					
Plak-kemik oranı:					
Plak- kırık oranı:					

3.2.8. Postoperatif Bakım

İlgili bacak art. genu ve art. tarsi'yi de içine alacak şekilde desteksiz yumuşak bandaja alındı (Şekil 3.5). Köpeklerin bandaja zarar vermemesi için dikişler alınana kadar Elizabeth yakalığı kullanıldı. Operasyon sonrası dönemde olgulara 7 gün süreyle kas içi yolla sefazolin (22 mg/kg/gün) uygulandı. Dikişlerin postoperatif 10. günde alınmasını takiben desteksiz yumuşak bandaj uygulamasına son verildi ve yakalıklar çıkarıldı. Köpeğin 6-10 hafta boyunca tasmalı yürüyüşten oluşan dar alan egzersizlerine izin verildi. Her olgu postoperatif 10, 20, 40 ve 60. günlerde klinik ve radyolojik olarak muayene edildi. Bu muayeneler sırasında kırık iyileşmesinin klinik ve radyolojik yönden takip edilmesine yönelik değerlendirmelerde bulunuldu. Kırık iyileşmesinin klinik değerlendirmesinde Bergman *ve ark.* (14) tarafından tanımlanan skorlama sisteminden modifiye edilen “hayvanın duruken ağırlık yüklenebilmesi” ve “hayvanın yürümesinin değerlendirilmesi” skorlamaları kullanıldı. Köpeklerde ağrının değerlendirilmesinde ise, Cross *ve ark.* (25) tarafından modifiye edilen 4 basamaklı “ağrının değerlendirilmesi” skorlama sisteminden yararlanıldı. Kırık iyileşmesinin radyolojik gözlemlere dayanarak derecelendirilmesi amacıyla da Blokhuis *ve ark.* (16) ile Akman *ve ark.* (3) tarafından tanımlanan skorlama sistemlerinden modifiye edilen 4 basamaklı derecelendirme kullanıldı.



Şekil 3.5. Sekiz numaralı olguya postoperatif yumuşak bandaj uygulaması.

Tablo 3.5. Postoperatif değerlendirme sürecinde kullanılan skorlar.

	10. gün	20. gün	20. gün	60. gün
“Hayvanın dururken ağırlık yüklenebilmenin değerlendirilmesi”				
0- İlgili bacak askıda hiç basmıyor 1- İlgili bacağı ağırlık vermeden az da olsa basabiliyor 2- İlgili bacağı ağırlık vererek aralıklı basabiliyor 3- İlgili bacağı ağırlık vererek normal şekilde basabiliyor				
“Hayvanın yürümesinin değerlendirilmesi”				
1- Yürürken ilgili bacak askıda 2- Yürürken ilgili bacakta belirgin derecede topallık 3- Yürürken ilgili bacakta orta derecede topallık 4- Yürürken ilgili bacakta hafif derecede topallık 5- Yürürken ilgili bacakta topallık yok				
“Ağrının değerlendirilmesi”				
1- Bacağın manüplasyonunda ağrı yanıtı yok 2- Hafif (normal eklem hareketiyle manüplasyona izin verir fakat başını çevirerek veya bacağı çekerek ağrı hissettiğin belli eder) 3- Orta (normal eklem hareketiyle manüplasyona izin vermez fakat başını çevirerek veya bacağı çekerek ağrı hissettiğin belli eder) 4- Şiddetli (bacağın manüplasyonuna izin vermez)				
“Radyolojik Değerlendirme”				
1- Kırık hattı izleniyor, periostal veya endostal kallus yok 2- Kırık hattı kısmen izleniyor, periostal ve endostal kallus kısmen mevcut 3- Kırık hattı kısmen izleniyor, periostal ve endostal kallus mevcut 4- Kırık hattı izlenmiyor, periostal ve endostal kallus mevcut				

Kırık iyileşmesinin klinik ve radyolojik olarak tamamlandığı gözlenen vakalarda plak ve vidalar uzaklaştırıldı. Plajın uzaklaştırılmasını takiben bölgenin kontamine olmaması amacıyla bölge 1 hafta süreyle koruyucu bir pansuman altında tutuldu.

4. BULGULAR

4.1. Klinik Muayene Bulguları

Çalışmaya dâhil edilen 7 köpeğin anamnez ve klinik tanı bilgileri tablo 4.1’de verildi. Olguların altısının erkek, birisinin dişi ve beden ağırlıklarının 12-32 kg arasında (ort 19.14 ± 7.84 kg) olduğu belirlendi. Olguların anamnezinde kırıkların 3’ünün trafik kazası, ikisinin yüksekte düşme sonucu olduğu, ikisinin ise nasıl olduğu bilinmediği öğrenildi. Vakaların dördünde tibia kırığının yanında ilgili ekstremitedeki fibulanın da (1, 2, 3 ve 5 numaralı olgular) kırık olduğu belirlendi. Vakaların ikisinde (5 ve 7 numaralı vakalar) çok parçalı altısında ise tek parçalı kırık olduğu belirlendi. Olguların radyografik muayenesinde tibia kırıklarının dördünün transversal diyafizer, birisinin transversal metafizer, üçünün ise oblik diyafizer olduğu tespit edildi. Çalışmadaki Kopay ırkı beş numaralı olguda, sol tibia kırığı yanında sağ ekstremitede kapalı diyafizer femur kırığı da tespit edildi. Köpeklerin fiziksel muayenesinde kırık dışında başka bir hastalığın bulunmadığı ve genel durumlarının sağlıklı olduğu belirlendi.

Tablo4.1. Çalışmadaki olguların anamnez ve klinik tanı bilgileri.

Olgu No	Cinsiyet	İrk	Yaş	Vücut Ağırlığı	Tanı
1	Erkek	Doberman	8 aylık	28 kg	Sağ tibia kırığı
2	Erkek	Terrier	4 yaş	15 kg	Sol tibia kırığı
3	Erkek	Melez	2 yaş	32 kg	Sol tibia kırığı
4	Dişi	Golden Retriever	15 aylık	17 kg	Sağ tibia kırığı
5	Erkek	Kopay	5 aylık	12 kg	Sol tibia kırığı
6	Erkek	Melez	9 aylık	18 kg	Sağ tibia kırığı
7					Sol tibia kırığı
8	Erkek	Daughter	5 aylık	12 kg	Sağ tibia kırığı

Çalışmada olguların büyüklüğü, kontolaeratal sağlam olan tibiadan alınan ölçümlerine göre;1 olguda (1 numaralı olgu) 10 delikli, 3 olguda (2, 5 ve 8 numaralı

olgular) 6 delikli ve 4 olguda ise (3, 4, 6, 7 numaralı olgular) 8 delikli 4.5 mm titanyum LCP ve buna uygun titanyum vidalar kullanıldı.

4.2. İntra- ve post-peratif Bulgular

Çalışmada bir numaralı vaka haricinde olguların tümüne proksimal ve distal fragmente 2'şer adet Ø5 mm'lik 18-40 mm arası değişen uzunlukta bikortikal kilitli titanyum vida yerleştirildi. Uzun oblik diyafizer kırığı olan bir numaralı olguda, proksimale 3, distal fragmente 2 adet Ø5 mm'lik kilitli kortikal vida yerleştirilerek MİPO gerçekleştirildi.

Operasyonlarda kullanılan vida sayısı ile plak arasında plak vida doygunlu (PSD) 0,56, plak-köprüleme oranı (kemik uzunluğunun plak uzunluğuna oranı-PBR) 0.89 ve plak-kırık oranı (plak uzunluğunun kırık uzunluğuna oranı-PSR) 8.91 olarak bulundu (Tablo 4.2).

MİPO tekniği ile sağaltımı yapılan vakaların postoperatif 60. gün tibia uzunluğu ile kontraletaral tibia uzunluğu arasında farklılık olup olmadığı A/P yönlü radyografilerde karşılaştırıldı ve kontraletaral tibiaya göre $\% 1.52 \pm 1.527$ oranında kısalma olduğu tespit edildi (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. MİPO sonrası dört numaralı olgunun sağ tibiası ile kontrolateral sol tibiasının postoperatif 60. gün uzunluk karşılaştırılması.

Tablo 4.2. MİPO ile tedavi edilen olguların pre- ve postoperatif veri özeti.

Olgu no	Kırık tipi ve yeri	Plak özellikleri	Kullanılan vida sayısı	Plak-köprüleme oranı (PBR)	Plak-vida doygunluğu (PSD)	Plak- kırık oranı (PSR)	Radyografik kaynama zamanı
1	Uzun oblik - Diyafizer	4.5 mm' lik 10 delikli LCP	5	0.94	0.50	4.28	48. gün
2	Transversal – Diyafizer	4.5 mm' lik 6 delikli LCP	4	0.96	0.66	6.95	46. gün
3	Transversal - Diyafizer	4.5 mm' lik 8 delikli LCP	4	0.84	0.50	28.30	43. gün
4	Transversal - Diyafizer	4.5 mm' lik 8 delikli LCP	4	0.87	0.50	9.61	44. gün
5	Oblik-Diyafizer	4.5 mm' lik 6 delikli LCP	4	0.90	0.66	3.67	42. gün
6	Transversal - Diyafizer	4.5 mm' lik 8 delikli LCP	4	0.88	0.50	6.94	43. gün
7	Uzun oblik- Diyafizer	4.5 mm' lik 8 delikli LCP	4	0.88	0.50	2.70	43. gün
8	Transversal - Diyafizer	4.5 mm' lik 6 delikli LCP	4	0.89	0.66	8.90	41. gün

Olguların postoperatif 10, 20, 40 ve 60. günlerde kayıt edilen “dururken ağırlık yüklenebilme”, “yürümenin değerlendirilmesi”, “ağrı değerlendirme” ve “radyolojik değerlendirme” skorlamalarına ait bulgular tablo 4.3’de verildi.

Tablo 4.3. Operasyon sonrası periyodik değerlendirmelerden elde edilen skor ortalamaları (n=8).

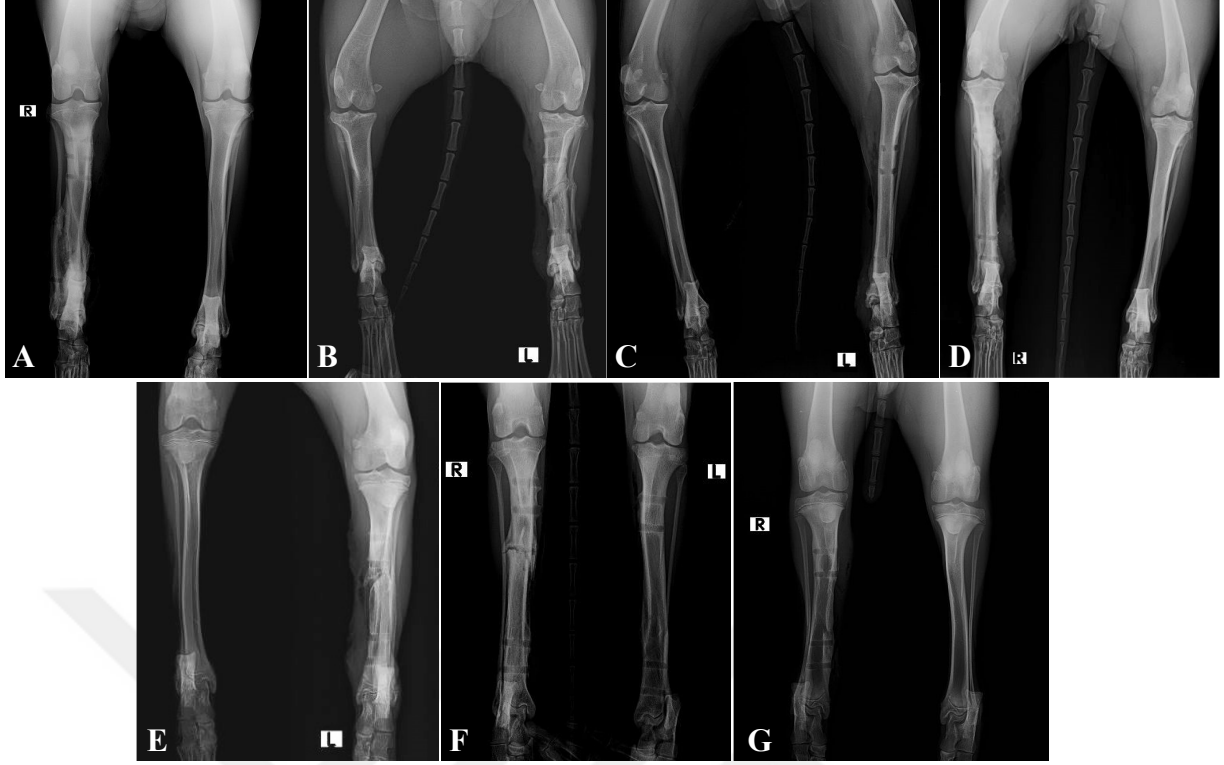
	10. gün	20. gün	40. gün	60. gün
“Hayvanın dururken ağırlık yüklenebilmenin değerlendirilmesi”				
0- İlgili bacak askıda hiç basmıyor				
1- İlgili bacağı ağırlık vermeden az da olsa basabiliyor	3	3	3	3
2- İlgili bacağı ağırlık vererek aralıklı basabiliyor				
3- İlgili bacağı ağırlık vererek normal şekilde basabiliyor				
“Hayvanın yürümesinin değerlendirilmesi”				
1- Yürürken ilgili bacak askıda				
2- Yürürken ilgili bacakta belirgin derecede topallık	4,85	5	5	5
3- Yürürken ilgili bacakta orta derecede topallık				
4- Yürürken ilgili bacakta hafif derecede topallık				
5- Yürürken ilgili bacakta topallık yok				
“Ağrının değerlendirilmesi”				
1- Bacağın manüplasyonunda ağrı yanıtı yok				
2- Hafif (normal eklem hareketiyle manüplasyona izin verir fakat başını çevirerek veya bacağına çekerek ağrı hissettiğin belli eder)	1,14	1	1	1
3- Orta (normal eklem hareketiyle manüplasyona izin vermez fakat başını çevirerek veya bacağına çekerek ağrı hissettiğin belli eder)				
4- Şiddetli (bacağın manüplasyonuna izin vermez)				
“Radyolojik Değerlendirme”				
1- Kırık hattı izleniyor, periostal veya endostal kallus yok				
2- Kırık hattı kısmen izleniyor, periostal ve endostal kallus kısmen mevcut	2	3	3,75	4
3- Kırık hattı kısmen izleniyor, periostal ve endostal kallus mevcut				
4- Kırık hattı izlenmiyor, periostal ve endostal kallus mevcut				

Olguların sırasıyla 10, 20, 40 ve 60. günlerde kaydedilen “dururken ağırlık yüklenebilme” skor ortalamaları 3, 3, 3, 3 puan olarak belirlendi (Tablo 4.3). Köpeklerin postoperatif 1. günden itibaren herhangi bir yardım almadan ayağa kalkabildikleri gözlemlendi. Postoperatif 10, 20, 40 ve 60. gün klinik kontrollerinde tüm olguların ilgili bacağa ağırlık vererek normal şekilde basabildikleri dikkat çekti.

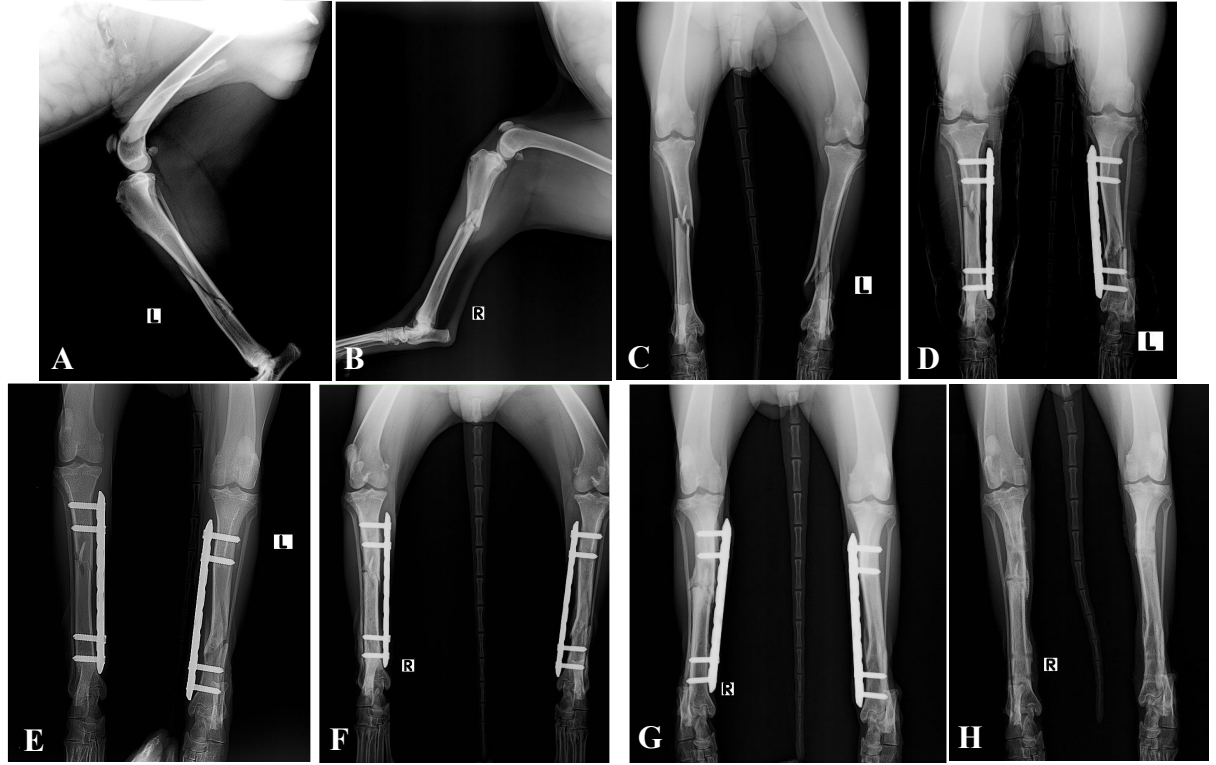
Olguların 10, 20, 40 ve 60. günlerde kaydedilen “yürümenin değerlendirilmesi” skor ortalamaları 4.85, 5, 5, 5 puan olarak tespit edildi (Tablo 4.3). Vakaların tümünün 1. günden itibaren desteksiz yürüyebildikleri gözlemlendi. Vakaların 10. gün klinik kontrollerinde sadece 1’inde (1 numaralı vaka) yürürken hafif bir topallık görüldüğü belirlendi. Olguların postoperatif 20, 40 ve 60. gün klinik kontrollerinde ise hiçbir vakada ilgili bacakta yürürken topallığın bulunmadığı tespit edildi.

Olguların 10, 20, 40 ve 60. günlerde kaydedilen “ağrının değerlendirilmesi” skor ortalamaları ise sırasıyla 1.14, 1, 1, 1 puan olarak kaydedildi (Tablo 4.3). Postoperatif 10. gün klinik kontrollerinde sadece 1’inde (3 numaralı vaka) hafif derecede ağrı varken diğer vakaların tümünde 10. günden sonra bacağın manüplasyonunda ağrı yanıtı yoktu. Vakaların postoperatif 20, 40 ve 60. gün klinik kontrollerinde ise hiçbir olguda ağrı yanıtı belirlenmedi.

Olguların 10, 20, 40 ve 60. günlerde “radyolojik değerlendirme” skor ortalamaları sırasıyla; 2, 3, 3.75, 4 puan olarak belirlendi (Tablo 4.3). Olgular arasında küçük farklar olmakla birlikte vakaların tümünün radyolojik kırık iyileşmesinin 40-50. gün arasında tamamlandığı kaydedildi (Tablo 4.2 ve Şekil 4.2). Olguların hiç birinde kırık iyileşmesi ile ilgili bir komplikasyon izlenmedi. Olguların 5’inde kırık hattının sekonder kemik iyileşmesi ile kapandığı, 3’ünde ise primer kemik iyileşmesine yakın bir kırık iyileşmesinin şekillendiği radyolojik olarak gözlemlendi (Şekil 4.3).



Şekil 4.2. Çalışmadaki olguların [bir (A), iki (B), üç (C) dört (D), beş (E), altı-yedi (F) ve sekiz numaralı (G)] radyografik iyileşme sonrası elde edilen radyografik görüntüleri.



Şekil 4.3. Altı ve yedi numaralı olguların preoperatif (A, B ve C) ve postoperatif 0. gün (D), 10. gün (E), 20. gün (F), 40. gün (G) ve 60. gün (H) radyografik kontrollerinde kayıtlı görüntüleri.

5. TARTIŞMA

Köpeklerin ekstra-artiküler tibia kırıklarının tedavisinde MİPO, diğer geleneksel fizyasyon yöntemlerine alternatif olarak kullanılan etkili bir tekniktir (44). Krettek *ve ark.* (58, 59) ilk defa insanlarda proksimal ve distal femur kırıklarının tedavisi için MİPO tekniğini kullanmışlar, aynı yıllarda Helfet *ve ark.* (46) MİPO tekniği ile distal tibia kırıklarının tedavisini tanımlamıştır. MİPO'da bölgesel hasara uğramış damar ağı, konvansiyonel plaklamaya göre büyük ölçüde korunur. Bu durumun, hem periostal kan akımının korunması sonucunda kırık iyileşmesini artırdığı (19, 35, 36); hem de kırık bölgesinin intra-operatif kontamine olma potansiyelini düşürdüğü yapılan çalışmalar (5, 7, 32, 102) ile ortaya konmuştur. Bu araştırmada, MİPO tekniği kullanılarak tedaviye alınan olguların hiç birisinde postoperatif dönemde her hangi bir bölgesel enfeksiyon ile karşılaşılmadı.

Biyolojik tespit yöntemlerinden biri olan MİPO'da kırık fragmentlerini açığa çıkarmadan indirekt redüksiyon sonrası kırık hattının uzağından perkutanöz olarak sadece plağı yerleştirmek ve vidalamak için proksimal ve distal minimal ensizyonlar gerçekleştirilir. Bu sayede korunan kırık hematomunun, fibrin bir çatı oluşturarak bölgeye tamir hücrelerinin migrasyonunu kolaylaştırdığı, buna ek olarak büyüme faktörleri, trombosit ve kırık hematomu bölgesindeki hücrelerden salınan diğer mediyatörlerin, hücre migrasyonu ve proliferasyonuna öncülük ettiği yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (24, 26, 30, 39). Yapılan çalışmada da benzer şekilde kırık hematoma zarar verilmeden MİPO prensiplerine uygun bir şekilde kırığın proksimal ve distalinden küçük ensizyonlar kullanılarak perkutan plaklama gerçekleştirildi ve hematoma osteojenik potansiyel olarak kırık iyileşmesi üzerindeki olumlu etkilerinden yararlandı.

MİPO'da kırık redüksiyonu, kırık hattını açmadan kırık fragmentlerinin distraksiyonu yoluyla kırıktan belli bir uzaklıkta korrekatif güç uygulayarak redüksiyon manevraları ile -eğer mümkün ise bir skopi cihazı kullanımı eşliğinde- indirekt olarak yapılır. Bu sayede kırılan kemiğin fonksiyonel pozisyonda eksen düzgünlüğü (alignment) ve stabilizasyonu sağlanır (84, 87). Endirekt redüksiyonda redüksiyonun operasyon süresince sürekli biçimde uygulanmasını sağlayan diğer yöntemler ise, asılı bacak tekniği, traksiyon masası, geçici intramedüller pin uygulaması, sirküler/unilateral eksternal fiksatörler, ayarlanabilir unilateral kırık

distraktörü ve plak giriş ensizyonları vasıtasıyla ya da perkütanöz olarak redüksiyon penslerinin kullanımı olarak sıralanabilir (7, 50, 52, 71, 84-88). Sunulan çalışmada kırık fragmentlerinin redüksiyonu, skopi eşliğinde redüksiyon manevaları ile bir vaka haricinde (1 numaralı olgu) olguların tümünde kemiğin aksiyel ve torsiyonel doğrultularda eksen düzgünlüğü sağlanarak gerçekleştirildi. Bir numaralı olguda yaşanan redüksiyon bozukluğunun kırığın uzun oblik olmasından kaynaklandığı düşünüldü. Guiot ve Dejardin (44) postoperatif tibia uzunluğunun kontralateral ölçümlerle karşılaştırmış ve % 1 ± 1 oranında farklılık belirlemişler ve bu oranın % 4'e kadar klinik olarak önem taşımadığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da postoperatif 60. günde sağaltımı yapılan tibia uzunluğunun kontralateral tibia uzunluğuna göre % 1.52 ± 1.52 oranında kısaldığı gözlemlendi. Literatür veriye (44) benzer şekilde bu farklılık, hiçbir olguda klinik tabloya yansımada.

MİPO'da kırık hattını köprüleyecek şekilde (plak köprüleme oranı 0.91 ± 0.05) olabildiğince uzun plak kullanılır. Bu sayede plak vida arasındaki stres yüklenmesinin azalması sağlanır ve implant yetmezliği riski azaltılır (21, 99). Bu, hem tespitin kaynamayı uyaracak kadar esnek olmasını sağlar, hem de plak kırılması riskini azaltır. Çalışmamızda plak köprüleme oranının 0.89 ± 0.03 olması, olgularda kullanılan plak uzunluğunun literatür veriler (21, 99) ile benzerlik göstermektedir.

MİPO'da vidalar, proksimal ve distal giriş ensizyonlarından mümkün olan en az sayıda (her bir fragmente en az iki) yerleştirilir (40, 48, 99-101). Kırık hattının proksimali ve distalindeki kırığa en yakın vidalar arasındaki uzaklık "çalışma mesafesi" olarak adlandırılır. Bu mesafenin kısa olması, kırık hattında hareketin az olmasına aynı zamanda bu aralıkta plağa aşırı yük bindiği için plak kırılma riskini de artırır. Bu durum özellikle çalışma mesafesi zaten kısa olan transversal ve kısa oblik kırıklarda önem taşır. Çalışma mesafesinin uzun olması ise stresin plakta daha uzun bir fragmente dağılmasını sağlar. Bu, hem tespitin kaynamayı uyaracak kadar esnek olmasını sağlar, hem de plak kırılma riskini azaltır (40, 55, 99). Yapılan çalışmada bu bilgiyle uyumlu olarak, optimal "çalışma mesafesini" elde edebilmek için, plağın kırık hattına en uzağındaki vida deliklerine olguların tümünde 2 adet bikortikal vida yerleştirildi (uzun oblik diyafizer kırığı olan 10 delikli plak uygulanan bir olgu hariç). Bu sayede stresin plak boyunca dağılması sağlanarak plak kırılması riski en aza indirilmeye çalışıldı.

MİPO'da esnek tespit elde etmek için uzun bir plak ile birlikte her bir fragmente en az iki vida olacak şekilde bir tespit kullanılır (40, 48, 99-101). Stoffel *ve ark.* (97), vida sayısının artırılmasının sadece rotasyonel stabiliteyi artırdığını bildirmişlerdir. Weiss *ve ark.* (103) tarafından yapılan bir araştırma, yapının çökme dayanıklılığının altı vidalı sekiz delikli plak uygulamasına kıyasla, dört vidalı on delikli plak uygulamasında daha büyük olduğunu ortaya koymuştur. Guiot ve Dejardin'in (44), 36 kedi ve köpeğin 36 tibia kırığı üzerinde MİPO uyguladığı bir çalışmada, plak-vida dansitesini 0,15-0,64 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da plak vida dansidite ortalamasının, yukarıdaki literatür verileri ile benzer şekilde 0.54 olduğu tespit edildi.

Sunulan çalışmada tartışılması gereken önemli bir nokta, MİPO tekniğinin kemik iyileşme zamanını klasik plaklamaya göre olumlu yönde etkileyip etkilemediğidir. Boone *ve ark.* (18)'nin kedi köpeklerin tibia kırıkları üzerine yaptığı retrospektif bir çalışmada, açık redüksiyon teknikleri ve konvansiyonel plaklamada elde edilen kırık iyileşme zamanı ortalamasının yetişkinlerde yaklaşık 133 gençlerde ise 70 gün olduğu bildirilmiştir (18). Kedi ve köpeklerin tibia kırıklarının MİPO ile tedavi edildiği çalışmalarda, klinik kemik iyileşmesinin ortalama 36-45 gün olduğu bildirilmiştir (44, 92). Yapılan çalışmada, olguların radyografik kontrolleri sonrası belirlenen kırık iyileşme süresi ortalaması, yapılan çalışmalara uyumlu olarak 43.75 gün olarak belirlendi.

Yapılan çalışmalarda MİPO sonrası kedi ve köpeklere ilgili ekstremitede postoperatif şişkinliği kontrol etmek ve operasyon yarasını oto-travmadan korumak için ekstremiteye 1-5 gün süreyle modifiye Robert-Jones bandaj uygulaması ve Elizabeth yakalık kullanımı yanında 6- 8 hafta boyunca hayvanların tasmalı kontrollü yürüyüş egzersizinin gerekli olduğu bildirilmiştir (44, 48, 92). Bizim çalışmamızda operasyon sonrası ilgili ekstremiteye cerrahi bölgeyi enfeksiyondan korumak için 10 gün süreyle desteksiz pansuman uygulandı. Burada destek materyali kullanılmadığı için ilgili ekstremitte eklemleri herhangi bir hareket kısıtlamasına maruz bırakılmadı. Bu sayede olguların hiç birinde eklem sertleşmesi komplikasyonu ile karşılaşmadı.

MİPO ile klasik plaklamanın postoperatif ağrı yönünden karşılaştırıldığı bir çalışmada (102), MİPO tekniğinde kemik fragmentlerinin manipulasyonunun sınırlı deri ensizyonundan yapılması dolayısıyla postoperatif dönemde hastada daha az

ağrının oluştuğu bildirilmiştir. Bu bilgiyle uyumlu olarak sunulan araştırmada da vakaların tümünün postoperatif 1. günden itibaren kendi başlarına ayağa kalkabildikleri ve ilgili bacağa ağırlık vererek yürüyebildikleri gözlemlendi.

Anatomik redüksiyonun hedeflendiği konvansiyonel plaklama ile MİPO tekniği operasyon süresi bakımından kıyaslandığında, konvansiyonel plaklamanın önemli oranda daha uzun sürdüğü yapılan araştırmalarla gösterilmiştir. Johnson *ve ark.* (52), kedi ve köpeklerde parçalı femur kırıklarının klasik plaklama ortalama süresinin 191 dakika olduğunu, Schmökel *ve ark.* (92) ise, parçalı tibia kırıklarında MİPO tekniği uygulaması süresinin ortalama 59 dakika olduğunu rapor etmişlerdir. Bu bilgiler ile uyumlu olarak sunulan araştırmada, operasyon süresi ortalamasının 64 dk olduğu belirlendi. MİPO'da operasyon süresinin kısa olması; intraoperatif enfeksiyon riski ve anesteziye bağlı olası komplikasyonlar açısından bu tekniğin üstün olduğunu düşündürdü.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yedi vakanın sekiz tibiasında yapılan çalışmada; kırık iyileşmesinin fonksiyonel ve radyolojik olarak takibinde kullandığımız “dururken ağırlık yüklenebilme”, “yürümenin değerlendirilmesi”, “ağrının değerlendirilmesi” ve “radyolojik” değerlendirmelerden elde edilen skorlara bakıldığında, ekstra-artiküler tibia kırıklarında MİPO tekniğinin ORİF yöntemi ile gerçekleştirilen klasik plaklamaya göre belirgin derecede üstün olduğunu söylemek mümkündür. MİPO tekniği, kırık hattını açmadan minimal invaziv bir cerrahi ile kırık bölgesinde daha az kan dolaşımı hasarı, düşük enfeksiyon riski ve hızlı kemik iyileşmesi sağlamaktadır.

Köpeklerin postoperatif süreçte tasmalı dar alan egzersizleri ile aktivitelerinin kısıtlanması, ensizyon hattının oto-travmadan korunması için tibianın desteksiz pansumana alınması ve Elizabeth yakalığının takılması önemlidir.

MİPO sonrası olguların tümünün ilgili ekstremitelerini kullanabilmesinin ilgili ekstremitedeki eklem sertliği komplikasyonunun yaşanmamasında önemli olduğunu söylemek mümkündür.

Çalışmada kullanılan LCP klitli plak uygulamasında, vidaların sıkıştırıldıkça plağın kemikten belli mesafede uzaklaşması, plağın periostal dolaşıma zarar vermemesinin kemik iyileşmesini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Sonuç olarak, MİPO tekniğinin, köpeklerde ekstra-artiküler tibia kırıklarının sağaltımında düşük komplikasyon oranı ve hızlı iyileşme süresi sayesinde ORİF ile gerçekleştirilen klasik plaklamadan daha üstün bir teknik olduğu kanısına varıldı.

7. KAYNAKLAR

1. **Aguila AZ, Manos JM, Orlansky AS** (2005): In vitro biomechanical comparison of limited contact dynamic compression plate and locking compression plate. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **18**, 220-226.
2. **Ahmad M, Nanda R, Bajva AS** (2007): Biomechanical testing of the locking compression plate: When does the distance between bone and implant significantly reduce construct stability, *Injury*, **38**, 358–364.
3. **Akman Ş, Göğüş A, Şener N, Bilgiç B, Aksoy B** (2001): Sıçan tibia kırıkları sonrası uygulanan diklofenak-sodyum'un kırık kaynaması üzerine etkileri: Deneysel çalışma. *Hacettepe Ortop Derg.*, **11**, 55-60.
4. **Altunatmaz K** (2004): Kırık iyileşmesinin biyolojisi ve biyolojik osteosentez. *İstanbul Üniv Vet Fak Dergisi*, **30 (1)**, 141-147.
5. **Arens S, Kraft C, Schlegel U** (1999): Susceptibility to local infection in biological internal fixation: Experimental study of open vs minimally invasive plate osteosynthesis in abbts. *Arch Orthop Trauma Surg.*, **119**, 82–85.
6. **Aron DN, Dewey CW** (1992): Application and postoperative management of external skeletal fixators. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, **22**, 69–97.
7. **Aron, D.N, Palmer, R.H, Johnson, A.L** (1995): Biologic strategics and balanced concept for repair of highly comminuted long bone fractures. *Compcnd Cont Educ Pract Vet.*, **17 (1)**, 35-50.
8. **Bahadır A, Yıldız H** (2008): Veteriner Anatomi. Hareket Sistemi& İç organlar. 2. Baskı, Ezgi kitapevi, İstanbul, s: 1-293.
9. **Balcı V** (2005): Alt ekstremitte kırıklarının plak ile biyolojik tespiti. *Şişli eftar eğitim ve araştırma hastanesi*, Uzmanlık Tezi, İstanbul.
10. **Balkar F, Duygulu F** (2001): Kırık iyileşmesinde kırık hematomunun önemi; hematomun tekrar kırık hattına yerleştirilmesi: Deneysel çalışma, *Acta Orthop Trau. Turc.*, **35**, 252-259.
11. **Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA** (1998): Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury*, **29 (3)**, 3–6.
12. **Beale B** (2004): Orthopedic clinical techniques femur fracture repaire. *Clin Tech Small Anim Pract.*, **19**, 134-150.

13. **Beale BS, Pozzi A** (2012): Small animal practice. *Vet Clin North Am: Minimally Invasive Fracture Repair*, **42 (5)**, 1023-1044.
14. **Bergmann HM, Nolte I, Kramer S** (2007): Comparison of analgesic efficacy of preoperative or postoperative carprofen with or without preincisional mepivacaine epidural anesthesia in canine pelvic or femoral fracture repair. *Vet Surg.*, **36 (7)**, 623-632.
15. **Blatter G, Weber BG** (1990): Wave plate osteosynthesis as a salvage procedure. *Arch Orthop Trauma Surg.*, **109**, 330-3.
16. **Blokhuis TJ, Bruine JH, Brammer JA, Boer FC, Bakker FC, Patka P, Haarman HJ, Manoliu RA** (2001): The reliability of plain radiography in experimental fracture healing. *Skeletal Radiol.*, **30 (3)**, 151-156.
17. **Bolhofner BR, Carmen B, Clifford P** (1996): The results of open reduction and internal fixation of distal femur fractures using a biologic (indirect) reduction technique. *J Orthop Trauma*, **10**, 372-7.
18. **Boone EG, Johnson AL, Montavon P, Hohn HP** (1986): Fractures of the tibial diaphysis in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc.*, **188(1)**, 41-5.
19. **Borrelli J, Prickett W, Song E** (2002): Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: A human cadaveric study. *J Orthop Trauma*, **16**, 691-695.
20. **Buckwalter JA, Einhorn TA, Marsh JL** (2001): Bone and joint healing. In Bucholz RW, Heckman JD (ed). *Fractures in Adults Vol 1*, 5th edition. Lippincott Co, Philadelphia, p: 245-271.
21. **Cabassu JP** (2001): Elastic plate osteosynthesis of femoral shaft fractures in young dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **14**, 40-45.
22. **Claes L, Heitemeyer U, Krischak G** (1999): Fixation technique influences osteogenesis of comminuted fractures. *Clin Orthop Relat Res.*, **365**, 221-229.
23. **Collinge CA, Sanders RW** (2000): Percutaneous plating in the lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg.*, **8**, 211-216.
24. **Conell CN, Lane JM** (1992): Newest factors in fracture healing. *Clin Orthop.*, **277**, 297-311.

25. **Cross AR, Budsberg SC, Keefe TJ** (1997): Kinetic gait analysis assessment of meloxicam efficacy in a sodium urate-induced synovitis model in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, **58** (6), 626-631.
26. **Doğruloğlu H** (2009): Tibia diyafizer ve metafizer kırıklarda köprü placlama ile biyolojik içten tespit uygulamalarımız ve sonuçları. *Baltalimanı Metin Sabancı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi II. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Uzmanlık Tezi*, İstanbul.
27. **Dursun N** (1996): Veteriner Anatomi, Cilt 1, 3. Baskı, Medisan Yayınevi, Ankara, s: 59-65.
28. **Ege R** (2003): Travmatoloji. Kırıklar ve Eklem Yaralanmaları. Cilt 1, Bizim Büro Basımevi, İstanbul, s: 55-94.
29. **Egol KA, Kubiak EN, Fulkerson E** (2004): Biomechanics of locked plates and screws. *J Orthop Trauma*, **18**, 488-493.
30. **Einhorn T.A** (1995): Enhancement of fracture-healing. *JBJS*, **77**, 940-956.
31. **Einhorn TA** (1998): The cell and molecular biology of fracture healing. *Clin Orthop Relat Res.*, p: 7-21.
32. **Eugster S, Schawalder P, Gaschen F** (2004): A prospective study of postoperative surgical site infections in dogs and cats. *Vet Surg.*, **33**, 542-550.
33. **Evans HE, De Lahunta A** (2010): Miller's guide to the dissection of the dog. 7th edition, Philadelphia, Saunders, p: 47-48.
34. **Farouk O, Krettek T, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tseherne H** (1997): Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: Preliminary results of a cadaver injection study, *Injury*, **28**, 7- 12.
35. **Farouk O, Krettek C, Miclau T** (1998): Effects of percutaneous and conventional plating techniques on the blood supply to the femur. *Arch Orthop Trauma Surg.*, **117**, 438-441.
36. **Farouk O, Krettek C, Miclau T** (1999): Minimally invasive plate osteosynthesis: Does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique. *J Orthop Trauma*, **13**, 401-406.
37. **Field JR, Tornkvist H** (2001): Biological fracture fixation: A perspective. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **14**, 169-178.

- 38. Frigg R, Appenzeller A, Christensen R, Frenk A, Gilbert S, Schavan R** (2001): The development of the distal femur Less Invasive Stabilization System (LISS). *Injury*, **32** (3), 24-31.
- 39. Frost HM** (1989): The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop.*, **248**, 283-293.
- 40. Gautier E, Sommer C** (2003): Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury*, **34** (2), 63-76.
- 41. Gerber C, Mast JW, Ganz R** (1990): Biological internal fixation of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.*, **109**, 295-303.
- 42. Goesling T, Frenk A, Appenzeller A, Garapati R, Marti A, Krettek C** (2003): LISS PLT: Design, mechanical and biomechanical characteristics. *Injury*, **34** (1), 11-5.
- 43. Gönç U, K.K Teker, R. Tandoğan, A. Kayaalp** (2011): Minimal invaziv osteosentez: Temel prensipleri, cerrahi planlama ve redüksiyon yöntemleri. *Totbid Dergisi*, **11** (1), 1-14.
- 44. Guiot LP, Dejardin M** (2010): Prospective evaluation of minimally invasive plate osteosynthesis in 36 nonarticular tibial fractures in dogs and cats. *Small animal clinical sciences, veterinary surgery*, **40**, 171-182.
- 45. Hedequist DJ, Sink E** (2005): Technical aspects of bridge plating for pediatric femur fractures. *J Orthop Trauma*, **19**, 276-279.
- 46. Helfet DL, Shonnard PY, Levine D, Borrelli J Jr** (1997): Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury*, **28** (1), 42-7.
- 47. Henry SL** (2000): Supracondylar femur fractures treated percutaneously. *Clin Orthop Relat Res.*, **375**, 51-59.
- 48. Hudson CC, Pozzi A, Lewis DD** (2009): Minimally invasive plate osteosynthesis: Applications and techniques in dogs and cats. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **3**, 175-182.
- 49. Hulse D, Hyman B** (1993): Fracture biology and biomechanics. In: Slatter Textbook of Small Animal Surgery. 2th edition, Saunders company, Philadelphia, p: 1595-1603.
- 50. Hulse D, Hyman W, Nori M** (1997): Reduction in plate strain by addition of an intramedullary pin. *Vet Surg.*, **26**, 451-459.

- 51. Johnson A.L, Eurell JAC, Losonsky JM, Egger EX (1998):** Biomechanics and biology of fracture healing with external skeletal fixation. *Compend Cont Educ Pract Vet.*, **20 (8)**, 487-501.
- 52. Johnson AL (2003):** Current concepts in fracture reduction. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **16**, 59-66.
- 53. Johnson AL, Houlton JEF, Vannini R (2007):** AO Principles of fracture Management in the Dog and Cat. *AO Publishing*, p: 72-98.
- 54. Keller MA, Voss K, Montavon PM (2005):** The compact unilock 2.0/2.4 system and its clinical application in small animal orthopedics. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **18**, 83-93.
- 55. Khong KS, Kotlanka R, Ghista DN (2007):** Mechanobiology. In: AO Manual of Fracture Management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO), Editors: Tong GO, Bavonratanavech S, Stuttgart, *Thieme*, p: 8-21.
- 56. Kinast C, Bolhofner BR, Mast JW, Ganz R (1989):** Subtrochanteric fractures of the femur: Results of treatment with the 95 degrees condylar blade-plate. *Clin Orthop Relat Res.*, **238**, 122-30.
- 57. König HE, Liebich HG (2015):** Veteriner Anatomi. Evcil Memeli Hayvanlar, 6. Baskı, Medipres, Malatya, s: 237-239.
- 58. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Bertram R, Holmes W, Tscherne H (1997):** Transarticular joint reconstruction and indirect plate osteosynthesis for complex distal supracondylar femoral fractures. *Injury*, **28 (1)**, 31-41.
- 59. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H (1997):** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury*, **28 (1)**, 20-30.
- 60. Leunig M, Hertel R, Siebenrock KA (2000):** The evolution of indirect reduction techniques for the treatment of fractures. *Clin Orthop Relat Res.*, **375**, 7-14.
- 61. Leung FKL (2007):** Implants. In: AO Manual of Fracture Management, Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO). Editors: Tong GO, Bavonratanavech S, Stuttgart, *Thieme*, p: 32-45.
- 62. Marcellin-Little DJ (1999):** Fracture treatment with circular external fixation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, **29**, 1153-1170.

- 63. Mast J, Jakob R, Ganz R** (1989): Planning and reduction technique in fracture surgery. *Injury*, **34** (2), 63-76.
- 64. McKibbin B** (1978): The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Jt Surg.*, 60, 50-162.
- 65. Miclau T, Martin RE** (1997): The evolution of modern plate osteosynthesis. *Injury*, **28** (1), 3-6.
- 66. Muller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H** (1991): Manual of internal fixation. Ed(s): Muller ME; Allgower M, Schneider R, Willenegger H, 3th edition, Springer-Verlag, Berlin, **190**, 1-112.
- 67. Oh CW, Park BC, Kyung HS** (2003): Percutaneous plating for unstable tibial fractures. *J Orthop Sci.*, **8**, 166-169.
- 68. Oh JK, Oh CW, Jeon IH** (2005): Percutaneous plate stabilization of proximal tibial fractures. *J Trauma*, **59**, 431-437.
- 69. Oh CW, Oh JK, Kyung HS** (2006): Double plating of unstable proximal tibial fractures using minimally invasive percutaneous osteosynthesis technique. *Acta Orthop.*, **77**, 524-530.
- 70. Palmer RH, Hulse DA, Hyman WA** (1992): Principles of bone healing and biomechanics of external skeletal fixation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, **22**, 45-68.
- 71. Palmer RH** (1999): Biological osteosynthesis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, **29**, 1171-1185.
- 72. Peirone B, Rovesti G.L, Baroncelli A.B, Piras L** (2012): Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Fracture Reduction Techniques in Small Animals and Minimally Invasive Fracture Repair, *Veterinary Clinics of North America*, **42(5)**, 873-895.
- 73. Perren SM, Cordey J, Rahn BA, Gautier E, Schneider E** (1988): Early temporary porosis of bone induced by internal fixation implants: A reaction to necrosis, not to stress protection. *Clin Orthop Relat Res.*, **232**, 139-51.
- 74. Perren SM, Klaue K, Pohler O, Predieri M, Steinemann S, Gautier E** (1990): The limited contact dynamic compression plate (LC-DCP). *Arch Orthop Trauma Surg.*, **109**, 304-10.

- 75. Perren SM** (1991): The concept of biological plating using the limited contact-dynamic compression plate (LC-DCP): Scientific back ground, design and application, *Injury*, **22 (1)**, 1-41.
- 76. Perren SM, Ganz R** (1997): Biological internal fixation of fractures: The balance between biology and mechanics. *European Instructional Course Lectures*, **3**, 161-163.
- 77. Perren SM** (2002): Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: Choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg.*, **84**, 1093-1110.
- 78. Perren SM** (2003): Backgrounds of the technology of internal fixators. *Injury*, **34 (2)**, 1–3.
- 79. Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE** (2006): Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. Ed(s): Louis ST, 4th, Saunders Elsevier, 4(2), 31-42.
- 80. Post C, Guerrero T, Voss K** (2008): Temporary transarticular stabilization with a locking plate for medial shoulder luxation in a dog. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **21**, 166-170.
- 81. Pozzi A, Hudson CC, Lewis DD** (2008): Minimally invasive plate osteosynthesis: Initial clinical experience in 16 cases. *Vet Comp Orthop Traumatol* **22**, 175-182.
- 82. Pozzi A, Lewis DD** (2009): Surgical approaches for minimally invasive plate osteosynthesis in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **22**, 316-320.
- 83. Proteasa A, Dascalu R, Schuszler L, Sala A, Igna C** (2013): Assessment of long bone fractures healing outgoing minimally invasive plate osteosynthesis in dogs. *Veterinary Medicine*, **70 (2)**, 293-300.
- 84. Redfern DJ, Syed SU, Davies SJ** (2004): Fractures of the distal tibia: Minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury*, **35**, 615-620.
- 85. Reems MR, Beale BS, Hulse DA** (2003): Use of a plate-rod construct and principles of biological osteosynthesis for repair of diaphyseal fractures in dogs and cats: 47 cases (1994–2001). *J Am Vet Med Assoc*, **223**, 330-335.
- 86. Rovesti GL, Margini A, Cappellari F** (2006): Clinical application of intraoperative skeletal traction in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **19**, 14-19.

- 87. Ruedi TP, Sommer C, Leutenegger A** (1998): New techniques in indirect reduction of long bone fractures. *Clin Orthop Relat Res.*, **347**, 27-34.
- 88. Ruedi TP, Buckley R, Moran CG** (2007): AO principles of fracture management. Principles. *AO Publishing*, **1**, 199-210.
- 89. Schatzker J** (1995): Changes in the AO/ASIF principles and methods. *Injury*, **26 (2)**, 51-56.
- 90. Schenk RK** (2003): Biology of fracture repair. In Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG (ed). *Skeletal Trauma Vol 1*, Saunders Co, Philadelphia, p: 29-73.
- 91. Schmokel HG, Hurter K, Schawalder P** (2003): Percutaneous plating of tibial fractures in two dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **16**, 191-195.
- 92. Schmokel HG, Stein S, Radke H** (2007): Treatment of tibial fractures with plates using minimally invasive percutaneous osteosynthesis in dogs and cats. *J Small Anim Pract.*, **48**, 157-160.
- 93. Schutz M, Sudkamp NP** (2003): Revolution in plate osteosynthesis: New Internal Fixator Systems. *J Orthop.*, **8**, 252–258.
- 94. Schwandt CS, Montavon PM** (2005): Locking compression plate fixation of radial and tibial fractures in a young dog. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **18**, 194-198.
- 95. Siegel J, Tornetta P, Borrelli J Jr, Kregor P, Ricci WM** (2007): Locked and minimally invasive plating. *Instr Course Lect.*, **56**, 353-68.
- 96. Smith J, Berry G, Laflamme Y** (2007): Percutaneous insertion of a proximal humeral locking plate: An anatomic study. *Injury*, **38**, 206–211.
- 97. Stoffel K, Dieter U, Stachowiak G, Gachter A, Kuster MS** (2003): Biomechanical testing of the LCP-how can stability in locked internal fixators be controlled. *Injury*, **34 (2)**, 1-9.
- 98. Sürel YB, Zorer G, Uğurlu S** (1996): Kırık iyileşmesi ve periostun önemi. *Acta Orthop Trau Turc.*, **30 (4)**, 417-422.
- 99. Tanaka T** (2007): Decision making and preoperative planning. In: AO Manual of Fracture Management, Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO). Editors: Tong GO, Bavonratanavech S, Stuttgart, *Thieme*, **12**, 78-99.

- 100. Tepic S, Perren SM** (1995): The biomechanics of the PC-Fix internal fixator. *Injury*, **26 (2)**, 5-10.
- 101. Wagner M** (2003): General principles for the clinical use of the LCP. *Injury*, **34 (2)**, 31-42.
- 102. Wagner M, Frigg R** (2006): Internal fixators-concepts and cases using LCP and LISS. Georg Thieme Verlag, New York, *AO Publishing*, 1-57.
- 103. Weiss DB, Kaar SG, Frankenburg EP** (2008): Locked versus unlocked plating with respect to plate length in an ulna fracture model. *Bull NYU Hosp Jt Dis.*, **66**, 5-8.
- 104. Wenda K, Runkel M, Degreif J** (1997): Minimally invasive plate fixation in femoral shaft fractures. *Injury*, **28 (1)**, 13-19.
- 105. Wong EW, Lee EW** (2006): Percutaneous plating of lower limb long bone fractures. *Injury*, **37**, 543-553.
- 106. Ziran BH, Belangero W, Livani B** (2007): Percutaneous plating of the humerus with locked plating: Technique and Case Report. *J Trauma*, **63**, 205-210.

8. EKLER

(Ek-1:Tez çalışmasından üretilen kongre tebliği)



9. ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Nazife Diğdem YALIZ
Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul/ 29 Ekim 1990
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
T.C. Kimlik No :27607048600
Telefon No : 0554 831 47 37
Elektronik Posta : dgdm_ylz@hotmail.com



İletişim Adresi : Bahçelievler Mah. Öğretmenler Cad. Men Apt. No: 27/2,
Merkez/BURDUR

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise: Mimar Sinan Lisesi, 2009, Tekirdağ

Lisans: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Veteriner Fakültesi, 2014

Yüksek Lisans: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Veteriner Cerrahi Anabilim Dalı (*devam ediyor*)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl (Mesleki Deneyim):

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Kliniği 2014-
Paşa Veteriner Kliniği, Veteriner Muayenehane, Merkez/ BURDUR

Yayınları (SCI ve diğer makaleler):

1. Yalız, ND, Temizsoylu MD (2016): Treatment of tibial fractures with Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in dogs. 3th International VetIstanbul Group Congress. 17-20 May 2016, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, p:290.