

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KEDİ VE KÖPEKLERDE UZUN KEMİK KIRIKLARINDA MİNİMAL
İNVAZİV PLAK OSTEOSENTEZİ (MİPO) UYGULAMALARI**

Veteriner Hekim Mehmet Özyay BEDİZCİ

**VETERİNER CERRAHİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Barış KÜRÜM**

2018-KIRIKKALE

KABUL ve ONAY

Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Veteriner Cerrahi Yüksek Lisans Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 12/07/2018

Prof. Dr. Ertuğrul ELMA
Kırıkkale Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Cerrahi Anabilim Dalı
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Sırrı AVKİ
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Cerrahi Anabilim Dalı
Jüri Üyesi

Doç. Dr. Barış KÜRÜM
Kırıkkale Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Cerrahi Anabilim Dalı
Jüri Üyesi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Kabul ve Onay	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	iv-v
Simgeler ve Kısaltmalar	vi
Şekiller	vii-viii
Tablo ve Çizelgeler	ix
ÖZET	1
SUMMARY	2
1. GİRİŞ	3-22
1.1. Kırık ve Kırık İyileşmesi	3-10
1.2. Kırıklarda Uygulanan Tedavi Yöntemlerine Genel Bakış	10-12
1.3. MİPO Fikri Nasıl Doğdu? Biyolojik Osteosentez	12-13
1.4. MİPO'nin Tarihçesi	14-15
1.5. MİPO'nde Uygun Vaka Seçimi	15-16
1.6. MİPO'nin Uygulanışı	16-21
1.7. MİPO'nin Avantajları ve Kullanımının Sınırları	21-22
2. GEREÇ VE YÖNTEM	23-33
2.1. Gereç	23-25
2.1.1. Hayvan Materyali	23
2.1.2. Tanı ve Postoperatif Takipte Kullanılan Gereçler	23
2.1.3. Anestezi, Analjezi ve Antibiyotik Tedavisinde Kullanılan Gereçler	23-24
2.1.4. MİPO Tekniğinde Kullanılan Gereçler	25
2.2. Yöntem	25-33
2.2.1. Preoperatif Verilerin Toplanması ve Vaka Seçimi	25-26
2.2.2. Genel Anestezi ve MİPO'nin Uygulanması	27-32
2.2.2.1. Femur Kırığına MİPO'nin Uygulanması	27-28
2.2.2.2. Tibia Kırığına MİPO'nin Uygulanması	28-29
2.2.2.3. Antebrachium Kırığına MİPO'nin Uygulanması	29-32
2.2.3. Postoperatif Bakım, MİPO ve Kırık İyileşmesi Verilerinin Toplanması	32-33
2.2.4. İntraoperatif ve Postoperatif Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	33
3. BULGULAR	34-38
3.1. Klinik ve Radyografik Muayene Bulguları	34-35
3.2. İntraoperatif ve Postoperatif Bulgular	35-38
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	39-43
KAYNAKLAR	44-47
ÖZGEÇMİŞ	48

ÖNSÖZ

Kırık ve kırık iyileşmesi, veteriner ortopedi ve travmatoloji biliminin öncelikli ilgi alanlarından birisidir. Bu ilgi sayesinde, özellikle küçük hayvanlarda, ekstremite kırıklarının tedavisine yönelik çok sayıda osteosentez tekniği tanımlanmıştır. Kedi veya köpeklerde bir kırık vakasının tedavisi planlanırken, kırık uçlarını emin bir şekilde karşı karşıya getirerek tespit edecek en uygun tekniğin uygulanması ve böylelikle hastanın en kısa sürede yeniden yürümesi hedeflenir. Günümüze kadar ortaya konulmuş ve farklı tespit materyallerinin kullanıldığı çok sayıda osteosentez tekniği arasından, bir hasta için en uygun olanın seçilmesi, klinik ortopedi açısından kritik bir süreçtir. Nitekim bazı osteosentez teknikleri, kırılan bir ekstremite kemiğinde yapısal bütünlüğün yeniden oluşturulması yönünden oldukça güvenilir olmasına karşın, uygulandığı kemik ve etrafındaki yumuşak dokulara verdiği zararlar yönünden ciddi komplikasyonlara yol açabilmektedir. Diğer yandan, kemik ve etrafındaki dokular için zararsız gibi görünen bir teknik de, kırık stabilizasyonu yönünden yetersiz olabildiği için kırık iyileşmesinde beklenen sonuçlara ulaşmak mümkün olmamaktadır.

Son yıllarda yapılan veteriner ortopedi çalışmaları incelendiğinde, hem belirli limitler dâhilinde güvenilir bir osteosenteze olanak tanıyan, hem de uygulanırken kırık iyileşmesinin şekilleneceği mikro ortama ve bölge damarlarına zarar vermeyen yeni bir osteosentez tekniğinin öne çıktığı izlenmektedir. Minimal invaziv plak osteosentezi (MİPO) adı verilen bu tekniğin temel felsefesi, kırık iyileşmesine öncülük edecek kırık hematoma ve kırık fragmentlerini besleyen kan damarlarına zarar vermeksizin bir plak osteosentezi gerçekleştirmektir. Diğer bir ifade ile “aç fakat dokunma” (open but don't touch) prensibini temel alan MİPO tekniği, diğer “biyolojik osteosentez” teknikleri ile kıyaslandığında, hayvanların kısa sürede yeniden yürümesine olanak tanıdığı için giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışma ile MİPO'nin kedi ve köpeklerin uzun kemik kırıklarında uygulanabilirliği ele alınarak, bu teknik ile ulaşılan kırık iyileşmesinin, radyolojik ve yürüme-ağırlık yüklenebilme ölçütleri rehberliğinde ortaya konulması amaçlandı.

Araştırma konusunun seçiminde ve araştırmanın uygun vakalar üzerinde kurgulanarak yürütülmesinde katkısını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Barış KÜRÜM'e, çalışmalarım sırasında bilgi ve desteğini hep hissettiğim Prof. Dr. Ertuğrul ELMA, Prof. Dr. Zeynep PEKCAN ve Dr. Öğr. Üyesi Ali KUMANDAŞ ve Dr. Öğr. Üyesi Birkan KARSLI'ya, klinik uygulamalar ve elde edilen verilerin yorumlanması sırasında katkı veren Prof. Dr. Sırrı AVKİ ve iş ortağım Uzm. Vet. Hekim Alkan KUŞCU'ya ve gösterdikleri sabır nedeniyle eşim Mehtap, kızım Özgü ve oğlum Uzay BEDİZCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.



SİMGELER ve KISALTMALAR

MİPO	Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi
MİSP	Minimal İnvaziv Stabilizasyon Plağı
LCP	Kilitli Kompresyon Plağı (Locked Compression Plate)
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASIF	Association for the Study of Internal Fixation
ORİF	Open Reduction Internal Fixation (Açık Redüksiyon-İnternal Fikzasyon)
DCP	Dynamic Compression Plate (Dinamik Kompresyon Plağı)
LC-DCP	Limited-Contact Dynamic Compression Plate (Sınırlı Temaslı Dinamik Kompresyon Plağı)
LISS	Less Invasive Stabilization System (Az İnvaziv Stabilizasyon Sistemi)
IM	Kas İçi
IV	İntra Venöz
SC	Deri Altı
cm	Santimetre
VPD	Vida-Plak Dansiditesi
PKD	Plak-Köprüleme Dansiditesi
PFD	Plak-Fragment Dansiditesi
SD	Standart Deviasyon
♂	Erkek
♀	Dişi

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 1.1. Uzun ekstremite kemiği kırıklarının fragmentasyon şekline göre sınıflandırılması	3
Şekil 1.2. Uzun ekstremite kemiklerinde kırık oluşumuna yol açan farklı kuvvet doğrultuları	4
Şekil 1.3. Kırık iyileşmesi evreleri ve bu evrelerin total iyileşme içindeki yoğunlukları	5
Şekil 1.4. Alçılı bandaj eşliğinde elde edilen bir sekonder kırık iyileşmesinin radyografik görünümü	8
Şekil 1.5. Primer kırık iyileşmesi	8
Şekil 1.6. Kırık iyileşmesi evrelerinin (yangı, tamir ve remodelizasyon) klinik pratik esas alınarak sınıflandırılması	9
Şekil 1.7. Uzun bir ekstremite kemiğinde morfolojik bölümleri ile ilişkilendirilmiş kan dolaşımının şematik görünümü	10
Şekil 1.8. Çalışma mesafesinin kısa (A) ya da uzun (B) olması durumunda stresin plak üzerindeki dağılımı	17
Şekil 1.9. Kapalı redüksiyona yardımcı olmak ve anatomik eksen düzlüğünü garanti altına almak için MİPO'nde geçici intramedüller pin uygulanması	19
Şekil 1.10. Kapalı redüksiyona yardımcı olmak için MİPO'nde geçici olarak sirküler eksternal fikzator kullanılması	19
Şekil 1.11. MİPO'nde kırık redüksiyonunda, proksimal ve distal fragmentleri kavramak ve hizalamayı manüple etmek için plak giriş ensizyonları vasıtasıyla ya da perkütanöz olarak redüksiyon penslerinin kullanılışı	20
Şekil 1.12. MİPO'nde <i>os humerus</i> (1), <i>radius</i> (2), <i>femur</i> (3) ve <i>tibia</i> (4)'ya cerrahi yaklaşım ve plağın yerleştirilmesinin şematize görünümü	21

Şekil 2.1.	Çalışmada pre ve postoperatif süreçte kullanılan röntgen cihazı	24
Şekil 2.2.	Çalışmada intraoperatif süreçte kullanılan röntgen cihazı	24
Şekil 2.3.	Çalışmada kullanılan anestezi cihazı	24
Şekil 2.4.	Çalışmada kullanılan plak osteosentezi setindeki el aletleri	25
Şekil 2.5.	MİPO’nde kullanılan farklı kalınlık ve uzunluktaki titanyum plaklar ve korteks vidaları	25
Şekil 2.6.	Çalışmaya dâhil edilen vakaların pre ve postoperatif izlenmesinde kullanılan vaka takip formu	26
Şekil 2.7.	Sağ femur diyafizinde transversal kırık tespit edilen kedide (1 numaralı vaka) kırığın pre ve postoperatif radyografik görüntüsü ile aşamalar halinde MİPO’nin uygulanışı	29
Şekil 2.8.	Radyografik olarak sol tibia diyafizinde parçalı oblik kırık tespit edilen 4 aylık Kangal ırkı köpekte (2 numaralı vaka) aşamalar halinde MİPO’nin uygulanışı	30
Şekil 2.9.	Radyografik olarak sol radius diyafizinde transversal kırık tespit edilen 2 yaşlı Pointer ırkı köpekte (7 numaralı vaka) aşamalar halinde MİPO’nin uygulanışı	31
Şekil 3.1.	MİPO uygulanan 7 vakanın preoperatif muayene sırasında elde edilen radyografik görüntüleri	35
Şekil 3.2.	MİPO uygulanan 1 (A), 3 (B), 4 (C) ve 6 (D) numaralı vakalarda, kırık iyileşmesinin postoperatif 0, 7, 14, 30 ve 45. günlerde yapılan radyografik değerlendirmelerinden elde edilen görüntüler	38

TABLO ve ÇİZELGELER

	Sayfa
Tablo 2.1. Çalışmaya dâhil edilen vakaların pre ve postoperatif izlenmesinde kullanılan vaka takip formu	24
Tablo 3.1. Çalışmaya dâhil edilen vakaların anamnez ve kırığa ait verileri	34
Tablo 3.2. MİPO uygulanan vakalardan elde edilen intraoperatif ve postoperatif veriler	36
Tablo 3.3. Postoperatif dönemde kırık iyileşmesinin radyografik ve yürüme/ağırlık yüklenebilme ölçütlerine göre değerlendirmesinden elde edilen skorlar (\pm SD)	37

ÖZET

Kedi ve Köpeklerde Uzun Kemik Kırıklarında Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO) Uygulamaları

Sunulan çalışmada, kedi ve köpeklerin ekstremitelerindeki uzun kemik kırıklarında, minimal invaziv plak osteosentezi (MİPO) ile tedavinin, radyolojik ve yürüme-ağırlık yüklenebilme ölçütleri rehberliğinde değerlendirilmesi amaçlandı. Bu amaçla, kliniğimize ekstremitelerindeki uzun kemik kırıkları şikâyeti ile getirilen 6 köpek (2 diyafizer tibia, 3 diyafizer radius, 1 diyafizer antebrachium kırığı) ve 1 kedi (diyafizer femur kırığı) kullanıldı. Butorfanol-propofol-sevofluran protokolü ile genel anesteziye alınan vakalarda, kapalı redüksiyon ile kırık uçları karşı karşıya getirildikten sonra, aseptik koşullarda oluşturulan epiperiostal tünelden ilerletilen kilitli plak, ilgili kemiğe vidalanarak yerleştirildi. Plagın ilerletildiği tünelin proksimal ve distal deri açıklıkları emilebilir sentetik bir dikiş materyali ile kapatıldı. Vakaların tümünde 5 gün süre ile IM yoldan antibiyoterapi uygulandı. Kırık iyileşmesi postoperatif 0 (anesteziden çıkan hastanın ayağa kalktığı an), 7, 14, 30 ve 45. günlerde radyografik muayene ile yürüme ve ağırlık yüklenebilme skorlamaları yapılarak değerlendirildi. Vakaların hiç birisinde operasyon bölgesinde enfeksiyon veya vidaların gevşeyerek plak stabilizasyonunun ortadan kalkması gibi bir komplikasyon ile karşılaşılmadı. Hastaların anesteziden uyandıktan itibaren destek almadan ayağa kalkabildikleri ve ağırlık yüklenebildikleri izlendi. Ondördüncü gün kontrollerinden itibaren tüm vakaların sağlıklı bir şekilde yürüyebildiği gözlemlendi. Yedi vaka için ortalama radyografik kaynama süresinin 47.42 (± 4.98) gün olduğu tespit edildi. Sonuç olarak MİPO tekniğinin, kedi ve köpeklerin uzun kemiklerinde oluşan diyafizer kırıkların tedavisinde, geleneksel plak ile osteosentez yöntemlerine alternatif olabileceği düşünüldü.

Anahtar Sözcükler: kedi, köpek, MİPO, kırık iyileşmesi

SUMMARY

Application of Minimal Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) in Dog and Cats for Long Bone Fractures

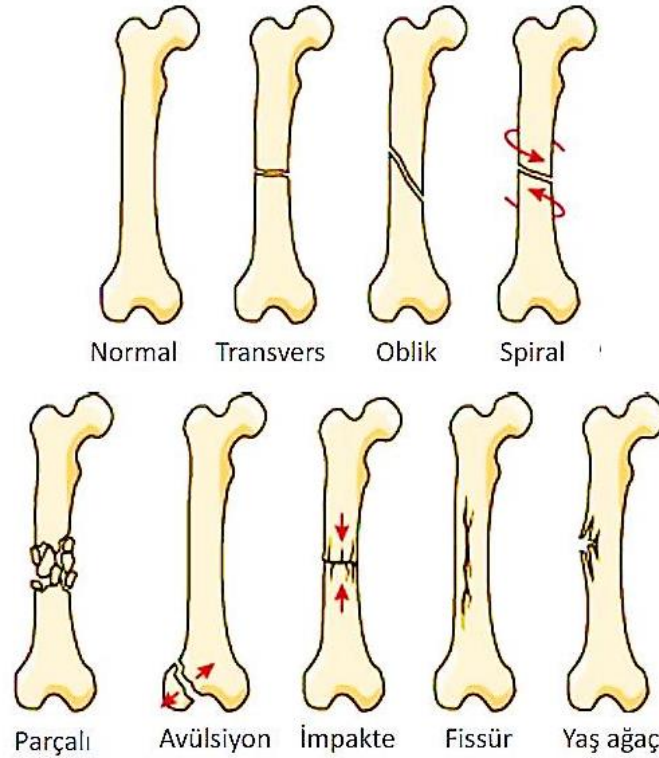
In this study, it was aimed to evaluate the treatment of long bone fractures in extremities of cats and dogs by minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO), guided by radiological and walking-weight bearing criteria. For this purpose, 6 dogs (2 diaphyseal tibia, 3 diaphyseal radius and 1 diaphyseal antebrachium fractures) and 1 cat (diaphyseal femur fracture) brought to our clinic with complaints of long bone fractures in their extremities were used. After general anesthesia with butorphanol-propofol-sevoflurane protocol, the fragments were confronted with closed reduction, and a locked compression plate was placed epiperiostally via the created tunnel in aseptic conditions. The proximal and distal skin openings of the epiperiostal tunnel through which the plate was advanced were closed with an absorbable synthetic suture material. All cases were treated with IM antibiotics for 5 days. Fracture healing was assessed postoperatively at 0 (the time when the animal was recovered from anaesthesia and reaced in standing position), 7, 14, 30 and 45 days by radiographic examination and walking-weight bearing scales. In none of the cases, there was no complications such as infection in operation area or disrupted plate stabilization due to screw loosening. It has been observed that all patients can stand and load weight without receiving support from the time of anesthesia recovery. From the controls made on the 14th day, it was observed that all the cases could walk in healthy steps. The average time for radiographic union of 7 cases were found to be 47.42 (\pm 4.98) days. As a result, MIPO technique was considered to be an alternative to traditional plate osteosynthesis methods in the treatment of diaphyseal fractures in long bones of cats and dogs.

Key Words: cat, dog, MIPO, fracure healing

1. GİRİŞ

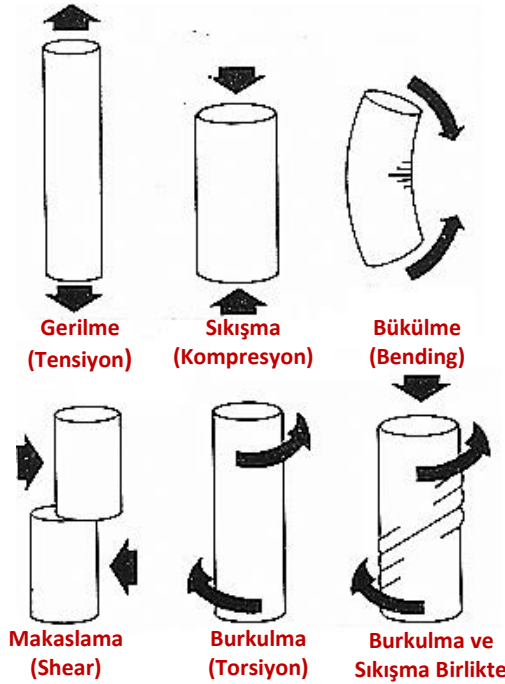
1.1. Kırık ve Kırık İyileşmesi

Dıştan ya da içten etkiyen kuvvetler ile kemik dokusunda anatomik bütünlüğün bozulmasına “kırık” denir. Travmanın niteliği, şiddeti ve nereye lokalize olduğuna bağlı olarak bir kırığın “açık ya da kapalı”, “tam ya da tam olmayan” ve “tek ya da çok parçalı” kırık şeklinde sınıflandırılması mümkündür. Fragmentasyonun kemik dokusunun neresinde lokalize olduğu referans alındığında ise; kırıklar “epifizer”, “diyafizer”, “proksimal diyafizer”, distal diyafizer” ve “suprakondiler” kırık şeklinde sınıflandırılır. Ekstremitelerdeki uzun kemiklerin kırıkları, fragmentasyon çizgisinin seyrine göre “transversal”, “oblik”, “spiral”, “parçalı”, “avülsiyon”, “teleskopik (dişlenmiş veya impakte)”, “fissür” ve “yaş ağaç” şeklinde (Şekil 1.1) isimlendirilir (Aslanbey 1990, Piermattei ve ark. 2006a, Aydın 2018).



Şekil 1.1. Uzun ekstremitelerde kırıklarının fragmentasyon şekline göre sınıflandırılması (Aydın, 2018).

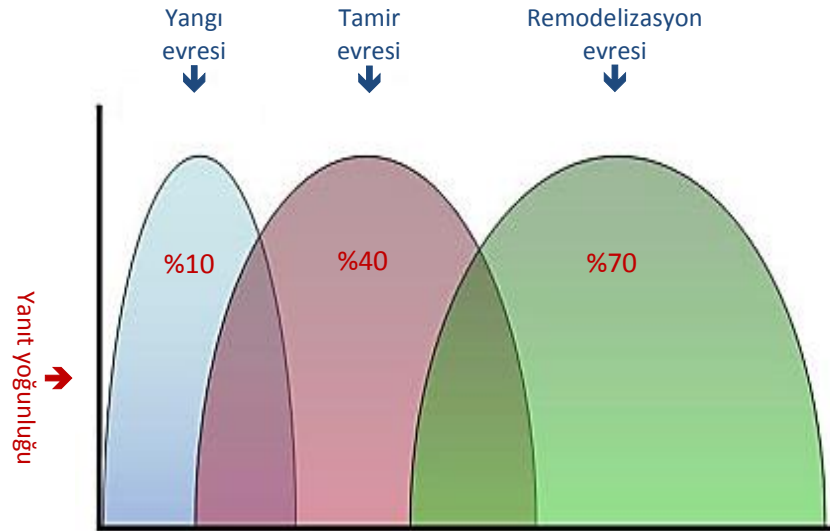
Oluşum nedenlerine göre kırıkları, travmatik kırıklar, patolojik kırıklar ve stres kırıkları olmak üzere 3 ana başlık altında toplamak mümkündür. Özellikle kedi ve köpek gibi hayvanlarda başta trafik kazaları olmak üzere yüksekten düşme, sadizm darpları, hayvanların birbirlerine uyguladıkları travmalar (ısıрма, tekmeleme, boynuzlama vb), ekstremitelerin bir yere sıkışması, ateşli silah yaralanması ve göçük altında kalma travmatik yolla oluşan kırıklara yol açan ana sebeplerdir. Patolojik kırıklarda, kemikte dokunun direncini azaltan tümör, raşitizm, osteomalazi ya da osteomyelitis gibi bir hastalık mevcuttur ve kırık çoğu zaman basit bir travma nedeniyle veya bazen travma olmaksızın kendiliğinden meydana gelir. Stres kırıklarında ise tek ve yüksek şiddetli bir travma olmamasına karşın, sürekli tekrar eden düşük şiddetli travmaların oluşturduğu materyal (kemik) yorgunluğu neticesinde, çoğunlukla fissür ya da tam bir kırığın şekillenmesi söz konusudur. Sebebi ne olursa olsun bir kemiğin kırılabilmesi için dıştan etkiyen ya da vücudun içinden kaynaklanan (vücut ağırlığının taşınması veya kas ve ligamentlerin çekmesi gibi) kuvvetlerin etkisi söz konusudur. Bu kuvvetlerin doğrultusu (Şekil 1.2), şiddeti, hızı ve kemik üzerine etkiye süresi; kırığın fragmentasyon şekli ve lokalizasyonu üzerinde etkili olur (Aslanbey 1990, Piermattei ve ark. 2006a).



Şekil 1.2. Uzun ekstremitte kemiklerinde kırık oluşumuna yol açan farklı kuvvet doğrultuları (Aydın, 2018).

Kırık oluşumunu takiben ortaya çıkan belirtilerin saptanması, erken tanı ve uygun bir tedavinin gerçekleştirilmesi yönünden önemlidir. Genel olarak her kırık vakasında, kırığa özgü semptomlar (krepitasyon, anormal oynaklık, deformasyon, ekstremitte boyunda kısalma ve anormal postür gibi) yanında, kırık oluşumuna yol açan travmadan kaynaklanan genel semptomlar da (ağrı ve duyarlılık, hematoma, ekimoz ve fonksiyon bozukluğu gibi) izlenir (Aslanbey 1990, Piermattei ve ark. 2006a). Ancak kesin tanının oluşturulmasında geleneksel radyografik muayenenin önemi oldukça fazladır. Kırığın yeri, şekli, niteliği, fragmentasyon durumu, kırığa çıkık veya başka bir patolojik durumun eşlik edip etmediği gibi kritik bilgiler ancak bu yolla elde edilebilir. Diğer yandan kırığa uygulanan redüksiyon ve/veya stabilizasyonun başarısı ve ilerleyen süreçte kırık iyileşmesinin takibi de radyolojik inceleme ile anlaşılabilir (Guiot ve Déjardin, 2012).

Kırık iyileşmesi, temelde bağ dokusu iyileşmesinin bir türü olmakla birlikte, oldukça komplike bir olaydır. Kemik dokusunda kırık oluşumunu izleyerek, bozulan kemik bütünlüğünün yeniden sağlanmasına yönelik bir dizi rejeneratif değişiklik hemen başlar. Kırık olduğu andan itibaren başlayan kırık iyileşmesi süreci, birbirinden çok kesin sınırlar ile ayrılamayan; ancak meydana gelen biyolojik değişiklikler bakımından bir diğerinden farklılaşan 3 evrede (yangı, tamir ve remodelizasyon evreleri) ele alınır (Şekil 1.3) (Altunatmaz 2004, Aydın 2018).



Şekil 1.3. Kırık iyileşmesi evreleri ve bu evrelerin total iyileşme içindeki yoğunlukları (Aydın, 2018).

Kırık oluşumunu takiben ilk 3-4 günlük süreyi kapsayan yangı evresinde, kırık uçları arasında bir hematoma oluşur. Oluşan hematoma hacmi, kırığın şiddeti, şekillendiği bölge yanında ilgili kemik dokusu içinde ve etrafındaki damarların yoğunluğu ile değişkenlik gösterebilir. Hematom, periost tarafından veya periost yırtılmışsa henüz sağlam kalan yumuşak dokular tarafından bir kapsül gibi sarılır. Oluşan bu hematoma kırık iyileşmesi açısından son derece önemlidir. Hematom içindeki mezenşimal hücreler, tamir evresinde fibröz kallusa dönüşecek olan granülasyon dokusunun temelini oluşturur. Dolayısıyla kırık hematoma boşalması ya da uzaklaştırılması, kemik iyileşmesinde gecikme ya da kırık uçlarının kaynamaması gibi bazı sorunlara neden olabilir. Diğer yandan, kırık hematoma, sağladığı gerginlik sayesinde, kırık uçlarının az da olsa birarada tutulmasına yardımcı olur. Yangı evresinde, kırık uçlarda 1-5 mm arasında nekroz gelişir. Nekrotik kemik uçlarından ve kırık hematoma bulunan ölü hücrelerden salınan inflamatuvar mediatörler kapiller membran permeabilitesini artırarak yangı hücrelerinin kırık bölgesine gelmesine yol açarlar (polimorf çekirdekli lökositler, makrofaj ve lenfositler). Kırık hematoma pıhtılaşmasını izleyerek, hematoma içindeki hematopoetik hücreler dönüşüme uğrayarak (fibroblast, fibrosit ve osteoprogenitör hücrelere dönüşüm) fibröz bir granülasyon dokusu oluşmaya başlar. Hematopoetik hücrelerden salınan büyüme faktörleri (trombosit-kökenli büyüme faktörü, insülin-benzeri büyüme faktörü-II, kemik morfojenik proteini ve dönüştürücü büyüme faktörü- β gibi) granülasyon dokusu oluşumunu teşvik eder (Aslanbey 1990, Altunatmaz 2004, Piermattei ve ark. 2006a, Aydın 2018).

Bölgedeki yangı hücreleri nekrotik dokuları rezorbe ederken, dönüşüme uğrayarak şekillenen fibroblastlar bölgede “tamir evresini” başlatır. Tamir evresinde ilk 48 saat içinde periost, endeost ve kırığa yakın yerlerdeki Havers kanallarının tabakalarından hücre proliferasyonu başlar. Hücre proliferasyonu sonucu kırık uçlardaki boşluklar hücrelerle dolar. Kırık hattına dolan hücreler kemiğin hücresel devamlılığının onarımına yardım eder. Proliferasyonla birlikte önce kondroblastlar ve ardından osteoblastlar gelişerek sırasıyla kartilajenöz ve ossöz kallus oluşur. Osteoblastların osteosite dönüşmesiyle intramembranöz veya endokondral kemikleşme şekillenir ve böylelikle kemik devamlılığı sağlanmış olur (rezorbe olan nekrotik kemiğin yerini yeni kemik dokusu alır). Tamir döneminde kırık uçları arasında ve

çevresinde sert kemiğimsi bir doku gelişmesi 2-6 hafta arasında gerçekleşir. Ossöz kallusun oluşabilmesi için kırık bölgesinde alkalen fosfataz enzim aktivitesinin artması önemlidir. Artan alkalen fosfataz aktivitesi, başlangıçta travma nedeniyle asidik karakterdeki iyileşme ortamı pH'sını, alkalik duruma getirir ve bu sayede iyonize haldeki kalsiyum iyonları yavaş yavaş kireç tuzları halini alarak kallusun sertleşmesini sağlar. Kırık uçları arasında yeterli stabilizasyonun sağlanmadığı durumlarda, interfragmenter hareketlerin devam etmesi ile bölgede aktif yangı ve yıkımlanma da devam eder. Asidik pH'nın sürekliliği anlamına gelen bu durumda, kalsiyum kireçleri oluşamayacağı için fibröz kallus evresinden, ossöz kallus evresine geçiş gerçekleşmez. Fragmentler arasında kemikleşmiş bir köprü olması 6-12 haftada gerçekleşir. 12-26 haftada kallus dokusu giderek olgunlaşır ve 6-12 ayda fragmentler arası kortikal kaynama tamamlanmış olur. Bu şekilde kallus formasyonu ile belirginleşen kırık iyileşmesine “indirekt”, “kalluslu” veya “sekonder” kırık iyileşmesi (Şekil 1.4) adı verilir. İnternal fiksasyon yardımıyla kusursuz bir anatomik redüksiyon yapılan kırıklarda veya fissür gibi ayrılmamış kırıklarda kallus formasyonu gelişmeksizin doğrudan kortikal uçların birbirine kaynaması ile iyileşme gerçekleşir. Buna da “direkt”, “kallussuz” veya “primer” kırık iyileşmesi (Şekil 1.5) denir (Aslanbey 1990, Altunatmaz 2004, Piermattei ve ark. 2006a, Aydın 2018).

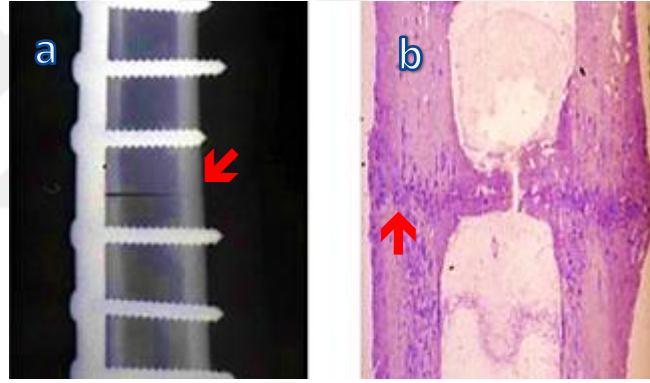
Bundan sonraki aşamada kırık iyileşme bölgesinde, 1-2 sene süren bir remodelizasyon ya da yeniden şekillenme evresi hâkimiyet kurar. Bu evrede, kırık çevresinde korteksten taşan fazla kemik dokuları rezorbe olur, medüller kanal açılır ve normal kemik yapısı kazanılır. Remodelizasyon Wolff yasasına göre olur. Bu yasaya göre normalin dışında bir konveksite ve konkavite kalmışsa, konveks tarafta gerilme ve kemik rezorbsiyonu (osteoklastik aktivite), konkav tarafta sıkışma ve yeni kemik yapımı (osteoblastik aktivite) meydana gelir. Remodelizasyon evresi, tamir evresinin sonlarına doğru başlar, kırık kaynadıktan sonra yıllarca devam edebilir (Aslanbey 1990, Altunatmaz 2004, Piermattei ve ark. 2006a, Aydın 2018).

Kırık iyileşmesi kronolojik yönden bir bütün olarak düşünüldüğünde; yangı, tamir ve remodelizasyon evrelerinin, bu bütün içinde temsil ettikleri yoğunluklar sırasıyla %10, % 40 ve %70'dir (Şekil 1.3). Özellikle yangı evresinin; kırık uçlarının hareket etmeye devam etmesi veya kırık bölgesinin enfekte olması gibi nedenlerle

gereğinden fazla uzaması, tamir ve remodelizasyon evrelerinin de gecikmesine ya da hiç ortaya çıkmamasına yol açar (Aydın 2018).

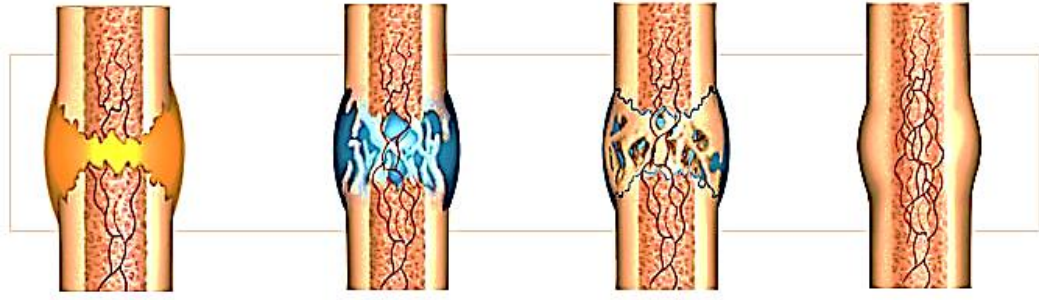


Şekil 1.4. Alçılı bandaj eşliğinde elde edilen bir sekonder kırık iyileşmesinin radyografik görünümü; a: fragmentleri deplase olmuş bir kırığın başlangıç görüntüsü, b: kartilajenöz kallus oluşumun izlendiği evre ve c: endosteal ve periosteal kallus ile köprülenmiş kırık hattının görünüşü (Aydın, 2018).



Şekil 1.5. Primer kırık iyileşmesi; a: internal fizkasyon uygulanmış bir kırıkta, kırık iyileşmesi tamamlanmış olmasına karşın, uzak kortekste radyografik olarak endosteal veya periosteal bir kallusun yokluğu (oklar), b: primer kırık iyileşmesinin histapatolojik görünümü (Aydın, 2018).

Kırık iyileşmesinin yukarıda anlatılan evreleri, klinik pratik öne çıkarıldığında, “yangı → yumuşak kallus → sert kallus → remodelizasyon” şeklinde de isimlendirilebilir (Şekil 1.6). Uygulanan tedavi ve hastanın bireysel iyileşme potansiyeline göre ortaya çıkış zamanı değişmekle birlikte, kırık tedavisi için uygulanmış tespit materyallerinin uzaklaştırılabileceği dönem sert kallus evresidir (Aydın 2018).



Yangı

Kırık oluşumunun hemen ardından bölgede hematoma şekillenir. Hematom içine makrofaj ve lökositler göç ederek debris temizler ve iyileşmeyi başlatacak pro-inflamatuvar ajanları salgılamaya başlar.

Yumuşak Kallus

Bölgede hüküm süren yangı, hücre dönüşüm ve bölünmesi ile yeni damar oluşumunu tetikler. Yeni oluşan hücreler arasında, kollajen ve proteoglikan üreterek fibrokartilajenöz (yumuşak) kallus oluşmasını sağlayan kondrositlerin sayısı giderek artar.

Sert Kallus

Yumuşak kallus içinde bazı hücreler osteoblastlara dönüşür. Osteoblastik aktivitenin artmasıyla endokondral ossifikasyon şekillenmeye başlar ve fibrokartilajenöz kallus, ossöz (sert, kemiğimsi) kallusa dönüşür.

Remodelizasyon

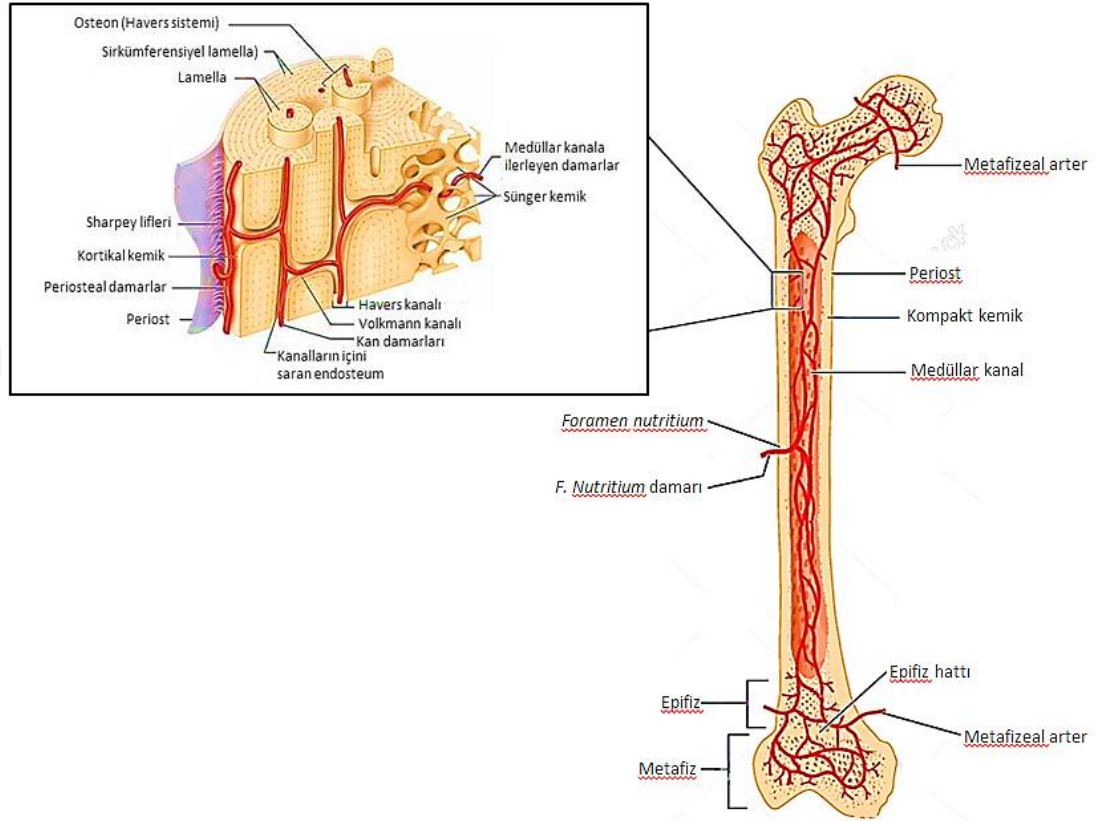
Tam anlamıyla kemik dokusuna benzemeyen ossöz kallus, zamanla daha mukavemetli ve yapısal organizasyonu yüksek olan kortikal kemiğe dönüşür. Kemik, remodelizasyon yeteneği sürekli aktif olduğu için, skar oluşmadan iyileşebilen nadir dokulardan birisidir.

Şekil 1.6. Kırık iyileşmesi evrelerinin (yangı, tamir ve remodelizasyon) klinik pratik esas alınarak sınıflandırılması (Aydın, 2018).

Kırık iyileşmesinin zamanında ve eksiksiz olarak ortaya çıkabilmesi, ancak kırık şekillenen kemiğin vasküler desteğinin bozulmamış olması ile mümkündür. Kırık bölgesindeki nekrotik artıkların resorpsiyonu, oluşan defektlerin doldurulması, olası bakterilerin fagosite edilmesi, metabolizmanın enerji/oksijen ihtiyaçlarının desteklenmesi ve nihai olarak metabolizma artıklarının uzaklaştırılması gibi kritik hücresel işlevler için kan dolaşımı desteği elzemdir. Uzun bir ekstremitte kemiğinde afferent, efferent ve intermediate (arayüz) dolaşım olmak üzere 3 farklı damar sistemi vardır (Şekil 1.7). Afferent ve efferent damar sistemi, ana *foramen nutritium* damarı ile metafizeal ve kas bileşim yerlerindeki periosteal arterlerden köken alır. Kortikal kemik içindeki kan dolaşımı, Havers sistemi ve Volkman kanalları içindeki çok küçük çaplı damarlardan oluşur ve afferent ve efferent damarlar arasında bir arayüz gibi geçiş sağlar (Priour ve Summer-Smith 1984, Aslanbey 1990).

Uzun bir kemikte diyafizer bir kırık şekillendiğinde, medüller afferent damar sisteminin bütünlüğü bozulur. Bu durum kemiğin birden fazla bölgesinde aynı anda meydana gelecek olursa, kortikal kemik avasküler duruma gelebilir. Diğer taraftan, damar sistemi ve lokal kan dolaşımı osteosentez maksadıyla kullanılan materyallerin yerleştirilmesi ya da kırık bölgesine invaziv cerrahi yaklaşımlar sırasında da bozulabilir. Özellikle intramedüller çivileme ve çok delikli bir plağın vidalanması

sırasında meydana gelebilecek damar hasarları akılda tutulmalıdır. Rijit plak osteosentezi uygulanmış kemiklerde, kemik plak temas yüzeyinde, periostun venöz dolaşımı sekteye uğrayabilir (Prieur ve Summer-Smith 1984).



Şekil 1.7. Uzun bir ekstremite kemiğinin morfolojik bölümleri ile ilişkilendirilmiş kan dolaşımının şematik görünümü (Prieur ve Summer-Smith 1984'den modifiye).

1.2. Kırıklarda Uygulanan Tedavi Yöntemlerine Genel Bakış

Kedi ve köpeklerin ekstremitelerinde oluşan kırıkların tedavisi için günümüze kadar açık ya da kapalı redüksiyonu esas alan çok sayıda teknik tanımlanmıştır. Bu tekniklerden bazılarında internal fiksasyon bazılarında ise eksternal fiksasyon yapılarak fragmentler arası stabilizasyon sağlanmaktadır (Aslanbey 1990, Dudley ve ark. 1997, Piermattei ve ark. 2006a, Piermattei ve ark. 2006b). Tedavi yöntemi seçilirken akılda tutulacak ilk ilke; hayvanın genç ya da yaşlı, kırığın yeni veya eski, basit veya parçalı olmasına ya da kırığın ilgili kemikteki lokalizasyonuna göre en uygun yöntemin seçilmesidir. Örneğin bir çatlak ya da deplase olmamış basit bir kırık için açık redüksiyon eşliğinde bir plak osteosentezi ya da intramedüller çivileme uygulamak ne kadar gereksiz ise; açılı fragmentasyon gösteren ya da çok

parçalı bir kırığı da eksternal koaptasyon ile tedavi etmeye çalışmak o kadar yanlıştır. Osteosentezin, internal ya da eksternal fikzasyon ile yapılması planlanırken, fragmentlerin anatomik eksenlerinde ve rijit bir şekilde stabilizasyonuna olanak tanıyacak en uygun teknik ve materyal seçilir. Ancak bu seçim yapılırken, kemiğe fazladan travma ve stres oluşturacak ve onu fazladan delip yaralayarak zayıflatacak girişimlerden uzak durulmalıdır (Aslanbey 1990, Piermattei ve ark. 2006a).

Kedi ve köpeklerde ekstremitelerin uzun kemiklerinde oluşan kırıkların tedavisinde uygulanabilecek teknikleri genel bir yaklaşımla aşağıdaki başlıklar altında toplamak mümkündür (Johnson 2017):

- Eksternal koaptasyon (alçı ve atelli bandaj uygulamaları, Thomas ateli, Ehmer ve Velpau sargıları gibi)
- Eksternal fikzatorler (lineer, sirküler, semisirküler, hibrit, dinamik aksiyel eksternal fikzatorü gibi)
- İntramedüller fikzasyon (Steinmann, Kirchner, Rush ve Küncher çivileri, kilitli çivi gibi)
- Serklaj teli ile fikzasyon (özellikle *t. tibia* kırıklarında başvuru alan germe teli fikzasyonunu gibi)
- Plak ve vida fikzasyonu

Yukarıda başlıklar halinde verilen kırık tedavi yöntemlerinden bir kısmı, 1958 yılında Müller öncülüğünde kurulan “Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen” [(AO; ya da İngilizce adıyla “Association for the Study of Internal Fixation” (ASIF)] grubunun, kırıkların internal tespiti ile ilgili temel prensiplerine uygun olarak da kullanılabilir (Johnson ve ark. 1989, Hudson ve ark. 2009, Johnson 2017). AO prensiplerine göre yumuşak dokular korunarak gerçekleştirilen direkt redüksiyon, kırığa rijit bir fikzasyon uygulanarak garanti altına alınmalı ve böylelikle hastanın aktif hareketlere bir an önce başlaması sağlanmalıdır (Hudson ve ark. 2009). AO ölçütlerine göre hangi teknik ya da materyal kullanılırsa kullanılсын temel hedef interfragmenter kompresyondur ve primer kemik iyileşmesi ile sonuçlanması beklenen bu stabiliteye “mutlak stabilite” adı verilir (Perren 2002). İleriki yıllarda açık redüksiyon-internal fikzasyon (Open Reduction and Internal Fixation-ORİF) olarak da anılan AO ekolu; interfragmenter kompresyon teknikleri, kompresyon cihazları ve vidalandıkça kompresyon sağlayan dinamik kompresyon

plaklarının (DCP) geliştirilmesi ile daha da pekişmiştir. Osteosentez sonrası hastalar kısa sürede yürümeye başladığı için “kırık hastalığı” komplikasyonu son bulmuştur. DCP ile osteosentez uygulanan kemiklerin plak tespit yüzeyinde, periosteal dolaşımın mutlak kompresyon nedeniyle bozulması, bu kemiklerde osteoporoz veya osteonekroz ile sonuçlanabildiği için 1990’lı yıllarda korteks ile daha sınırlı temas alanı olan dinamik kompresyon plağı (LC-DCP- Limited-Contact Dynamic Compression Plate) geliştirilmiştir (Aslanbey 1990, Piermattei ve ark. 2006a, Hudson ve ark. 2009, Gönç ve ark. 2012, Johnson 2017).

1.3. MİPO Fikri Nasıl Doğdu? Biyolojik Osteosentez

Uzun kemiklerin artiküler olmayan kırıklarının sağaltımında farklı yöntemler tanımlanmış olsa da, en yaygın kullanılan yöntem açık redüksiyon ve internal fikzasyon (ORİF)’dur (Boone ve ark. 1986, Dudley ve ark. 1997, Boudrieau 2002, Nolte ve ark. 2005, Sarrau ve ark. 2007). ORİF’da, kırık fragmentleri doğrudan görülerek yerlerine yerleştirildiği için kusursuz bir anatomik redüksiyon ve mutlak bir stabilizasyon sağlandığı doğrudur. Ancak bunların tümü yapılırken meydana gelen cerrahi travmanın, kırık bölgesindeki dolaşım sistemini hasara uğratması ve dolayısıyla kırık iyileşmesinde problem veya komplikasyonlara yol açma olasılığı daima vardır (Gerber ve ark. 1990, Farouk ve ark. 1998, Perren 2002). Radius-ulna ve özellikle de tibia gibi uzun kemiklerin üstünü saran yumuşak dokuların göreceli azlığı, bu kemiklerin kırıklarında ORİF uygulanması durumunda, damar hasarının daha fazla olmasına ve kaynama yokluğu, osteomyelitis veya implanta bağlı fikzasyon kaybı gibi komplikasyonların yüksek oranlarda (\geq %18) ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Boone ve ark. 1986, Dudley ve ark. 1997, Nolte ve ark. 2005, Rovesti ve ark. 2007).

Yukarıda kısaca ele alınan ORİF kaynaklı olumsuzluklar, kırık iyileşmesinin biyolojik yönünü tekrar gündeme getirmiş ve maniplasyonları sırasında bu biyolojik ortama zarar vermeyecek veya göreceli olarak daha az zarar verecek yeni osteosentez yöntemleri geliştirilmiştir. Diğer bir ifade ile AO felsefesinin temel taşı olan “mutlak stabiliteden” taviz verilerek, kırık iyileşmesinin biyolojik sürekliliğine saygı gösteren, ılımlı ya da “ göreceli stabiliteyi” öne çıkaran osteosentez modelleri kullanılmaya başlanmıştır. Göreceli stabilitede, uygulanan osteosentez kırık uçları arasında bir miktar boşluk kalmasına ve dolayısıyla mikro hareketlere izin verir. Zira

interfragmenter kompresyonun mutlak olduğu durumlarda bile, fragment yüzeylerinde oluşan doğal resorbsiyon neticesinde bu boşluk oluşmaktadır. Kırık uçları arasındaki bu mikro hareket, kallus oluşumunu arttırmakta ve kallus gelişimi ile birlikte stabilite de gelişmektedir. Kısaca “aç ama dokunma” fikrini öne çıkaran “biyolojik osteosentez” 4 ilkeyi temel alır (Perren 2002, Altunatmaz 2004, Chao ve ark. 2012):

- iatrojenik yumuşak doku hasarını en aza indirmek
- kapalı redüksiyon tekniklerini kullanmak
- makul bir stabil fikzasyon sağlamak ve
- kırığı tedavi edilen ekstremitenin, fonksiyonlarına çabuk geri dönmesini sağlamak.

Biyolojik osteosentezde kırık hattı cerrahi yoldan ortaya çıkarılmadığı için, kırık hattında doğal olarak bulunan hematoma yerinde kalır. Kırık hematomunun varlığı, önce fibrokartilajenöz ardından da ossöz kallusu oluşturacak hücrelerin dönüşümü ve metabolik aktiviteleri için gerekli iskeletin korunduğu anlamına gelir. Biyolojik osteosentezde kırığın kusursuz 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. Bu yöntemde kırık bölgesine sınırlı bir bölgeden yaklaşılarak bölgedeki kan dolaşımı korunmuş olur. Biyolojik osteosentezde interfragmental vida ve serklaj teli dışında bütün fikzasyon materyallerini (plaklar, eksternal fikzatorler veya birbirine geçmeli kilitli çiviler) kullanmak mümkündür. Günümüzde biyolojik osteosentez için en çok yararlanılan fikzasyon yöntemleri arasında perkutan çivileme, vidaların plak üzerinde kilitlenmesini sağlayan kilitli plaklar ile farklı şekil ve işlevlerdeki eksternal fikzator ve kilitli intramedüller çivilerdir (Altunatmaz 2004, Yurdakul ve Sağlam 2009, Dejardin ve ark. 2012, Gönç ve ark. 2012, Kim ve ark. 2012, Yalız 2016). Kilitli plak-vida kompleksinin epiperiostal olarak yerleştirilen bir eksternal fikzator gibi kullanılması, diğer bir deyişle kırık hattı açılmadan kilitli plak ve vidalar ile kırığın köprülenmesi, minimal invaziv plak osteosentezi (MIPO) olarak isimlendirilir (Gerber ve ark. 1990, Gautier 2009, Altunatmaz 2004, Tong ve Bavonratanavech 2007, Yurdakul ve Sağlam 2009).

1.4. MİPO'nin Tarihçesi

Kırık sağaltımında “göreceli stabilite” prensibi ortopedistler arasında kabul görmeye başladıkça, plak osteosentezinde de biyolojik kırık iyileşmesine uygun tespit arayışları artmıştır. Bu arayışlar, geleneksel plak osteosentezinden başlayarak aşamalar halinde aşağıdaki gibi özetlenebilir (Johnson ve ark. 1998, Hudson ve ark. 2009, Chao ve ark. 2012, Gönç ve ark. 2012, Yalız 2016):

- Kırık tedavisinde plakların kullanılması 1800'lü yılların sonlarında başlamıştır. Bu ilk girişimler çoğunlukla enfeksiyon, hatalı kaynama, kaynama yokluğu veya sakat kalma ile sonuçlanmıştır.
- 1958 yılında ortopedik cerrahiye ilgi duyan bir grup İsviçreli bilim insanı AO'yu kurarak, kusursuz bir osteosentez için belirli prensiplere uymanın gerekli olduğunu ortaya koymuştur. AO'nun yayınladığı osteosentez teknikleri uzun seneler beşeri ve veteriner ortopedide altın standart olarak kabul görmüştür.
- Milenyum başlarında, kırık iyileşmesinin biyolojik yönünü kapsamlı olarak ortaya koyan çalışmalar arttıkça, AO'nun rijit fikzasyon ve interfragmenter kompresyon teorisi değişmeye başlamış, AO teknikleri ile yapılan osteosentezlerin, kırığı çok sağlam stabil hale getirdiği ancak yumuşak doku ve kemikte düşünülenenden fazla hasar oluşturduğu kabul görmüştür.
- Kırık iyileşmesinin biyolojik sürekliliğine saygılı osteosentez tekniği arayışları 2003 yılında hız kazanmıştır. İlk uygulamalardan birisi, dalgalı plak tekniğidir. Dalgalı plaklarda, plağın dalga şeklinde sahip olduğu eğimler yoluyla kırık bölgesine teması önlenerek, kemiğin kanlanması korunmaya çalışılmıştır.
- Daha sonraki yıllarda, özellikle uzun kemiklerin parçalı kırıkları için köprü-plaklama tekniği geliştirilmiştir. Bu teknikte eksen düzgünlüğü kapalı redüksiyon ile sağlandıktan sonra, kemiğe bilinen cerrahi yöntemler ile ulaşılarak dinamik kompresyon plağı (DCP) ile tespit sağlanmıştır.
- Kemiklere bilinen cerrahi yöntemler ile ulaşmanın, özellikle femur kırıklarında periosteal ve medüller dolaşımı bozduğu ortaya konularak,

femur kırıklarında küçük cerrahi kesilerden submusküler olarak ilerletilen plak ile osteosentez sağlanmıştır.

- Perkutan plaklama ile proksimal ve distal femur ile distal tibia kırıkları başarıyla tedavi edilmiştir.
- DCP'nin ardısına MİPO'nde kilitli plaklar kullanılmaya başlamış ve başı kilitlenen vidaların biyolojik osteosentezde daha güvenli bir stabilizasyon sağladığı kabul gördüğü için AO, distal femur ve proksimal tibia kırıklarının MİPO ile tedavisine yönelik "az invaziv stabilizasyon sistemi"ni (LISS-Less Invasive Stabilization System) imal etmiştir.
- Kilitli plaklardan farklı olarak hem kilitlenen hem de kompresyon yapmaya olanak tanıyan kombine delikli "kilitli kompresyon plakları" (LCP), MİPO uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Zira bu tür plaklarda, plağın şeklini kemik şekline senkronize etmeye gerek yoktur.
- Zamanla farklı kemikler ve bir kemiğin farklı morfolojik bölgeleri için MİPO'ne özel LCP'ler geliştirilmiştir. Bunlar içinde, fragmentasyon bölgesi hizasında vida delikleri bulunmayan minimal invaziv stabilizasyon plakları (MİSP) günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.5. MİPO'nde Uygun Vaka Seçimi

MİPO'ni her kırık vakasına uygulamak olası değildir. MİPO'nde, plağı etkin bir stabilizasyon sağlayacak şekilde uygulayabilmek için kırık hattının proksimal ya da distalinde en az 2 vidayı yerleştirecek kadar uzunluk olmalıdır. Dolayısıyla artiküler uzantıları olan ya da ekleme yakın kırıklarda MİPO uygun değildir. Artiküler kırıklarda anatomik redüksiyon ve sabit fizyasyona ihtiyaç duyulduğu için genellikle ORİF tercih edilmelidir. MİPO, küçük hayvanlarda kırık parçalarının kapalı redüksiyonu yönünden değerlendirildiğinde, *os antebrachium* ve *tibia* kırıkları, *os femur* ve *humeri* kırıklarına göre daha uygundur. Açık kırıklara, kırık hematomu zaten mevcudiyetini yitirmiş olduğu için MİPO uygulamak, MİPO'nden beklenen faydaların boşa çıkacağından gereksizdir. MİPO'nin temelini oluşturan kapalı redüksiyon ile fragmentlerin anatomik eksene getirilmesinin mümkün olmadığı eski

kırıklarda da MİPO uygulamak olanaksızdır (Hudson ve ark. 2009, Guiot ve DéJardin 2012, Yalız 2016).

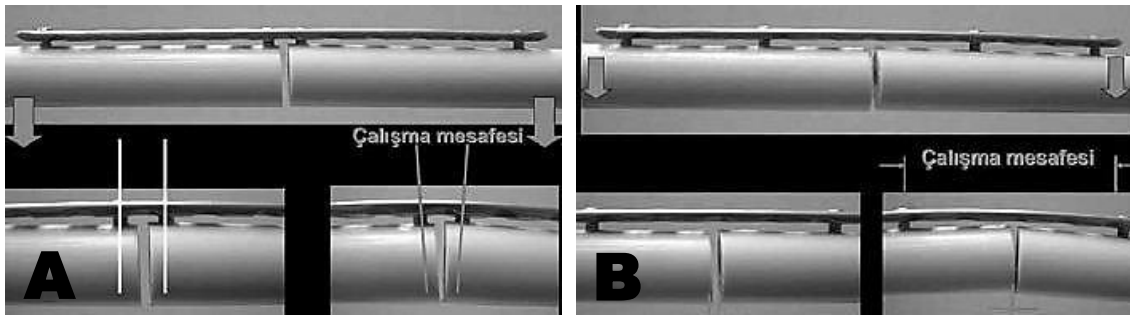
1.6. MİPO'nin Uygulanışı

Tıpkı hayvanların başka vücut bölgelerinde gerçekleştirilecek cerrahi girişimlerde olduğu gibi, tatminkâr sonuçlar elde edebilmek için osteosentez cerrahilerinde de çok iyi bir operasyon öncesi planlama yapılması zorunludur. Olası yumuşak doku hasarlarının gözden kaçırılmaması için sadece kırığın morfolojisi ile ilgili değil, oluşum şekli ve hastanın olası diğer sağlık problemleri de önceden soruşturulmalıdır. Böylelikle olası komplikasyonlar önlenerek başarı şansı artırılmış olur. MİPO'nin teknik olarak diğer osteosentez yöntemlerinden farklı olması, operasyon öncesi planlamayı daha önemli kılar. MİPO'nin temelini kapalı redüksiyon oluşturur. Kapalı redüksiyon, internal redüksiyona nazaran daha zordur ve intraoperatif dönemde skopi ya da sık sık geleneksel röntgenografik muayene gerekir (operasyon salonunda istendiği anda görüntü alabilecek teçhizat hazır bulundurulmalıdır). Bu nedenle hem cerrahi girişim süresini uzatmamak hem de x-ışını kullanımını asgaride tutmak için girişimin her aşaması dikkatlice planlanmış olmalıdır. MİPO'nde kırık şekillenen ekstremiteye ek olarak kontralateral sağlam ekstremitenin de radyografik görüntülerinin alınması, sürecin doğru bir şekilde planlanmasında gereklidir. Tespitte kullanılacak plak ve vida ebatlarının önceden belirlenmesinde sağlam kemiğin görüntülerinden yararlanılması, yaşanabilecek intraoperatif uyumsuzlukların önüne geçilmesi için kritik öneme sahiptir. Diğer taraftan, nörovasküler yapıların korunabilmesi bakımından, ORİF'e kıyasla MİPO'nin daha tehlikeli olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. MİPO öncesi cerrahi planlama aşağıdaki aşamaları içermelidir (Hudson ve ark. 2009, Baroncelli ve ark. 2012, Gönç ve ark. 2012, Guiot ve DéJardin 2012, Yalız 2016):

- İmplant seçimi
- Cerrahi ensizyon
- Redüksiyon seçimi
- Redüksiyonun korunması
- Redüksiyonun kontrolü
- Plak ve vidaları yerleştirerek tespit

MİPO’nde kullanılacak plağın seçimi hayvanın büyüklüğüne, kilosuna, kırığın yapısına ve lokalizasyonuna göre yönlendirilir. Bu amaçla geleneksel plaklardan yararlanılabileceği gibi son yıllarda daha yaygın kullanılan LCP veya MİSP’ndan da yararlanılabilir. MİPO’nde kullanılan plaklar, medülla dışına yerleştirilmiş bir çivi ya da subkutan bir eksternal fikzator gibi işlev göreceğinden; plağı seçerken boyunun tıpkı bir intramedüller çivi veya eksternal fikzator gibi biraz uzun olmasına özen gösterilmelidir. Diğer bir ifade ile plak uzunluğunun kemik uzunluğuna oranı [Plak-Köprüleme Dansiditesi (PKD)] 0.91 ± 0.05 ’in altında olmalıdır (Cabassu 2001, Schmökel ve ark. 2007, Tanaka 2007, Hudson ve ark. 2009, Gautier 2009, Yalız 2016). Plak boyunun olağandan uzun olması, plak ile vidalar arasındaki stres yüklenmesinin daha az olmasını sağlar ki bu da implant yetmezliği riskini azaltır. MİPO’nde plak perkutan olarak yerleştirildiğinden, boyunun uzun olması fazladan bir yumuşak doku hasarına neden olmaz (Gönç ve ark. 2012)

Kırık çizgisinin proksimal ve distaline yerleştirilmiş, kırık hattına en yakın vidalar arasındaki mesafe “çalışma mesafesi” olarak isimlendirilir. Bu mesafenin kısa olması, interfragmenter mobilitenin az olmasına; ancak bu aralıkta plağa aşırı yük binmesi nedeniyle plağın kırılma riskinin artmasına yol açar (Şekil 1.8A). Bu durum özellikle çalışma mesafesi zaten kısa olan transversal ve kısa oblik kırıklarda önemlidir. Plakdaki tüm deliklerin vida ile doldurulması bu stresi daha da artırır. Bu biyomekanik özellik vida tipinden bağımsızdır. Çalışma mesafesinin uzun olması ise stresin plakda daha uzun bir fragmente dağılmasını sağlayarak tespitin kaynamayı uyuracak kadar esnek olmasına yardımcı olur (Şekil 1.8B) (Gautier ve Sommer 2003, Gönç ve ark. 2012).



Şekil 1.8. Çalışma mesafesinin kısa (A) ya da uzun (B) olması durumunda stresin plak üzerindeki dağılımı (Gönç ve ark. 2012).

MİPO'nde esnek bir interfragmenter stabilite elde etmek için uzun bir plak ile birlikte mümkün olan en az sayıda (her bir fragmente en az iki) vida kullanılmalıdır. Osteoporotik kemiklerde bu sayı artırılabilir. Vida sayısının artırılması, sadece rotasyonel stabiliteyi artırır. Bu biyomekanik özellikler ışığında implant seçimi için şu prensipler uygulanabilir (Gautier ve Sommer 2003, Gautier 2009, Hudson ve ark. 2009):

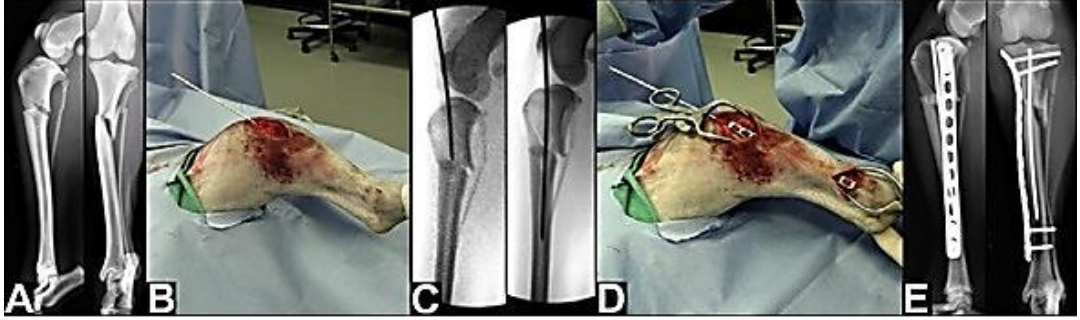
- Plak boyu parçalı kırıklarda kırık uzunluğunun üç katı, daha basit kırıklarda kırık uzunluğunun 8-10 katı olmalıdır. Mümkünse her fragment için beş vida deliği bulunmalıdır.
- Her fragmentte en az iki ya da üç vida kullanılması yeterlidir. Vidalar aralıklı olarak uygulanmalıdır. Distal veya proksimal diyafizer kırıklarda plak-vida dansitesinin (VPD: kullanılan vida sayısının plaktaki delik sayısına oranı) 0.40 olması esnek bir tespit için yeterlidir.

Gautier ve Sommer (2003), insanlarda kilitli plaklar kullanılarak MİPO uyguladıkları bir araştırmada, her bir ana kırık fragmenti için toplam 0.4 ile 0.5 VPD'li iki ya da üç vidanın yeterli olacağını rapor etmiştir. Guiot ve Déjardin ise (2011); 36 kedi ve köpeğin 36 tibia kırığı üzerinde MİPO uyguladıkları bir çalışmada, VPD'ni 0.15-0.64 olarak bulmuşlardır.

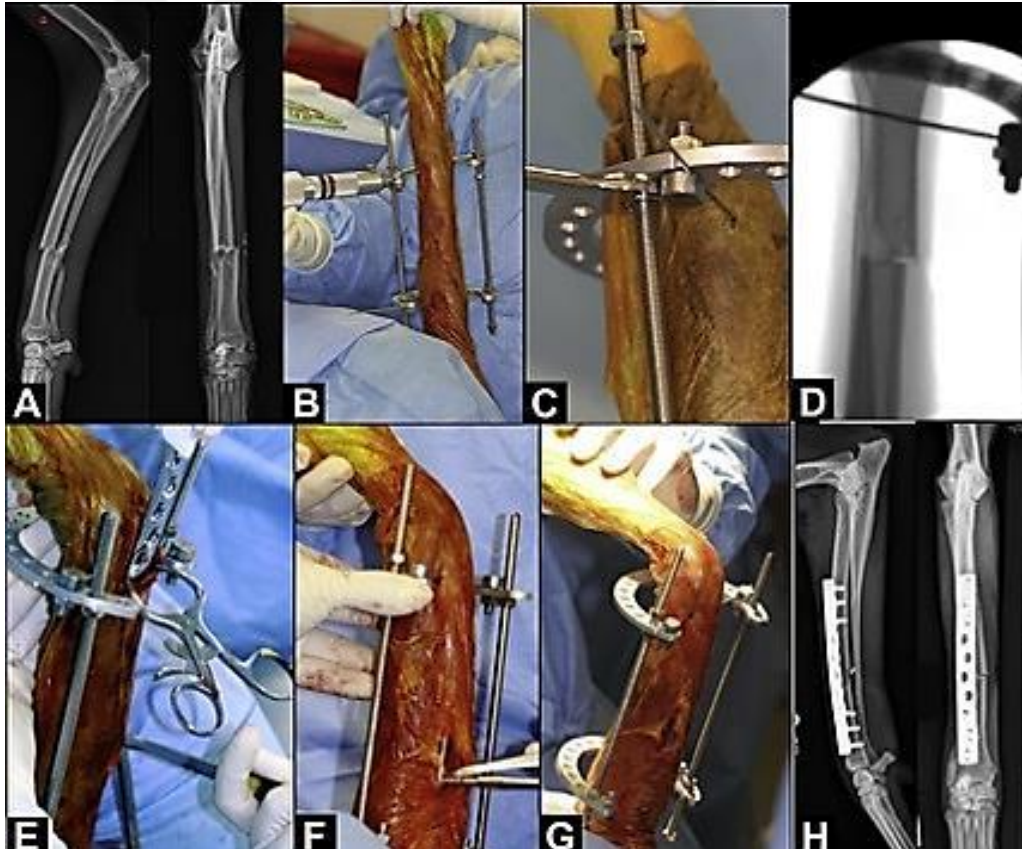
MİPO'nde kırık redüksiyonu, fragmentasyon bölgesi cerrahi yoldan açılmadan, diğer bir ifade ile "aç fakat dokunma" kuralından taviz vermeden gerçekleştirilir. Eğer var ise skopi eşliğinde, bulunmaması durumunda sık sık geleneksel radyografik görüntüler alınarak kırılan kemiğin anatomik eksen düzgünlüğü sağlanmaya çalışılır. MİPO'nde fragmentlerinin kapalı redüksiyonu için traksiyonu takiben proksimal ve distal fragmentleri el ile kavrayarak karşı karşıya getirme manevralarından yararlanılabileceği gibi; asılı bacak tekniği ya da bu işlem için özel olarak üretilmiş traksiyon masalarından faydalanılabilir (Rovesti ve ark. 2007, Peirone ve ark. 2012).

Medüller kanala zarar verme olasılığı nedeniyle zorunlu olmadıkça başvurulmaması önerilmekle birlikte, kırığın redüksiyonu ve redüksiyon sonrası hizalamasının garanti altına alınması amacıyla geçici intramedüller pin uygulamasına gidilebilir. Kemik fragmentleri stabil hale geldiğinde bu pin uzaklaştırılır (Şekil 1.9).

Benzer şekilde proksimal ve distal fragmentleri birbirine bağlayan sirküler/unilateral eksternal fikzatorlerden de yararlanılabilir (Şekil 1.10) (Peirone ve ark. 2012, Yalız 2016).

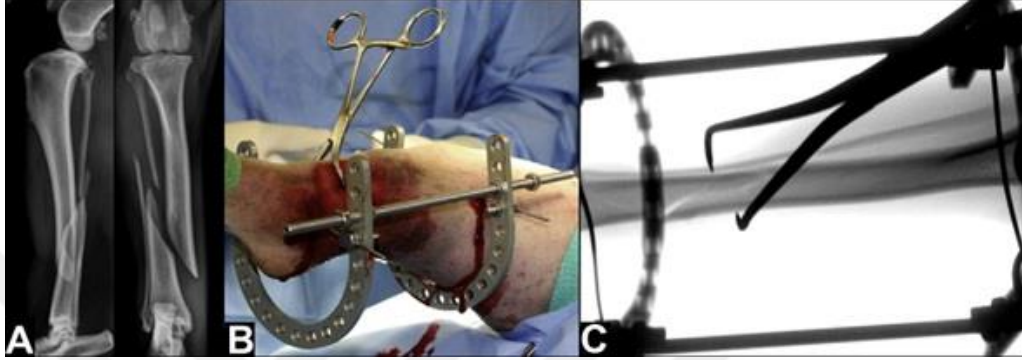


Şekil 1.9. Kapalı redüksiyona yardımcı olmak ve anatomik eksen düzlüğünü garanti altına almak için MİPO’nde geçici intramedüller pin uygulanması A) Proksimal tibia ve fibula kırığının preoperatif radyografisi, B) Tibia’ya normograd intramedüller pin uygulaması, C) Kırığın indirekt redüksiyonunu gösteren intraoperatif floroskopik görüntüler, D) MİPO tekniği ile plağın yerleştirilmesi, E) Postoperatif radyografik görüntü (Peirone ve ark. 2012).



Şekil 1.10. Kapalı redüksiyona yardımcı olmak için MİPO’nde geçici olarak sirküler eksternal fikzator kullanılması A) Radius ve ulna kırığının preoperatif radyografisi, B) Sirküler eksternal fikzatorün uygulanışı, C) Somunların sıkılarak kırık distraksiyonunun yapılması, D) Redüksiyonun floroskopik görüntüsü, E) MİPO’nde plağın yerleştirilmesi, F) Vidaların yerleştirilmesi, G) Eksen düzlüğünün kontrol edilmesi, H) Postoperatif radyografik görünüm (Peirone ve ark. 2012).

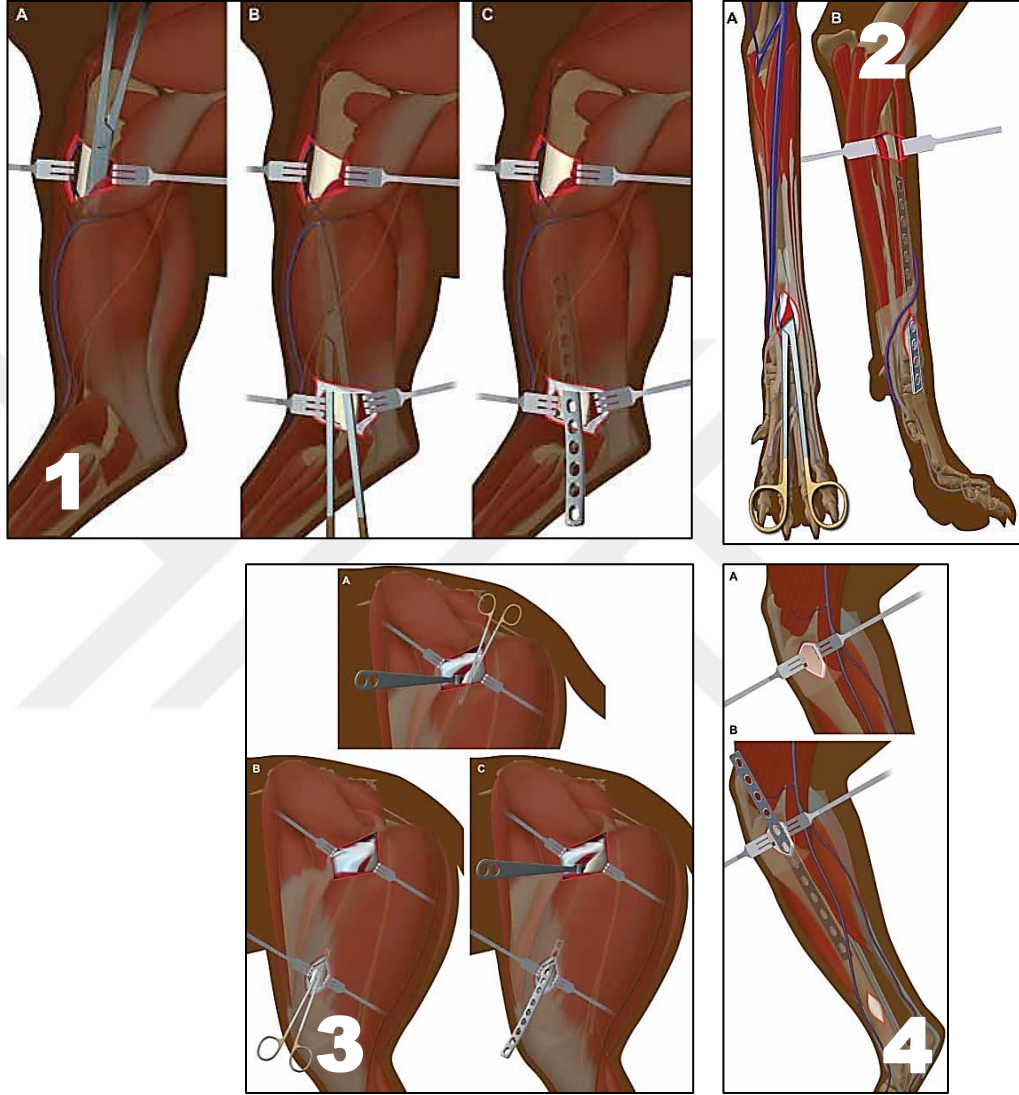
MİPO’da kırık redüksiyonunda, proksimal ve distal fragmentleri kavramak ve hizalamayı manüple etmek için plak giriş ensizyonları vasıtasıyla ya da perkütanöz olarak redüksiyon pensleri kullanılabilir. Bu yöntem, kas kütesinin doğru palpasyon tekniklerine olanak sağladığı distal ekstremite kırıklarında oldukça başarılıdır (Şekil 1.11) (Redfern ve ark. 2004, Peirone ve ark. 2012, Yalız 2016).



Şekil 1.11. MİPO’nde kırık redüksiyonunda, proksimal ve distal fragmentleri kavramak ve hizalamayı manüple etmek için plak giriş ensizyonları vasıtasıyla ya da perkütanöz olarak redüksiyon penslerinin kullanılması A) Tibia ve fibulada uzun oblik kırığın preoperatif radyografisi, B) Kırık bölgesine perkütanöz redüksiyon forsepsinin uygulanışı, C) İntraoperatif floroskopik görüntü (Peirone ve ark. 2012).

Redüksiyonu izleyerek MİPO girişiminin son aşaması olan plağın yerleştirilmesi işlemine geçilir. Kedi ve köpeklerde ön ve arka ekstremitedeki her bir uzun kemik (*os humerus, femoris ve tibia ile ossa antebrachii,*) için, farklı giriş noktalarından oluşturulan proksimal ve distal birer deri ensizyonu, bu işlemin ilk aşamasıdır. 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. İki ensizyon girişi arasında, 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 1.12). Oluşturulan bu tünelden ilerletilen plak, konumu skopi ya da radyografi ile teyit edildikten sonra kemiğe vidalanır (her bir kırık fragmentine en az 2 kilitli vida bikortikal olarak yerleştirilecek şekilde). Vidalama öncesinde vida rehberi ile kemiğe bikortikal olarak açılan deliklerden yararlanılır. Yumuşak dokuların kapatılması rutin cerrahi işlemlerle gerçekleştirilir. Anatomik eksen düzgünlüğü, plak konumu ve vida pozisyonlarının gözden

geçirilmesi için postoperatif radyografilerden yararlanır (Pozzi ve Lewis 2009, Beale ve McCally 2012, Hudson ve ark. 2012, Hulse 2012, Guiot ve Déjardin 2012, Kowaleski 2012).



Şekil 1.12. MİPO’nde *os humerus* (1), *radius* (2), *femur* (3) ve *tibia* (4)’ya cerrahi yaklaşım ve plağın yerleştirilmesinin şematize görünümü (Pozzi ve Lewis 2009).

1.7. MİPO’nin Avantajları ve Kullanımının Sınırları

Diğer osteosentez tekniklerinde olduğu gibi MİPO tekniğinin de sunduğu önemli avantajlar yanında belirli kullanım sınırları vardır. MİPO tekniğinin son yıllarda giderek ilgi görmesine neden olan en önemli avantajı, fragmentasyon bölgesi açılarak kırık hematoma ve kemiği besleyen damarlara zarar verilmediği için ulaşılan, hızlı ve kontaminasyonsuz kırık iyileşmesidir. Tıpkı MİPO gibi kırık hattı ve bölgesel

damarlara yoğun hasar vermeyen geleneksel eksternal fikzasyon teknikleri ile kıyaslandığında MİPO tekniğinin daha üstün olduğu söylenebilir. Nitekim MİPO uygulamalarında, postoperatif bakım gereksinimi eksternal fikzasyon uygulamalarına göre daha azdır. Aynı şekilde, eksternal fikzasyon tekniklerinde ortaya çıkan pin dibi enfeksiyonu gibi olumsuzluklar, MİPO'nde söz konusu değildir. MİPO tekniğinin diğer bir avantajı uygulama süresinin diğer osteosentez tekniklerine görece kısa olmasıdır. Tecrübe kazandıkça giderek kısalan girişim süresi, operasyon bölgesi için olası kontaminasyon riskini daha da azaltır. Söz konusu avantajlarına karşın ekleme yakın kırıklarda ve açık redüksiyon ile tam anatomik redüksiyon gerektiren kırıklarda MİPO tekniğinin kullanımı sınırlanmaktadır. Diğer taraftan, MİPO uygulamalarında, kapalı redüksiyonun başarısını kontrol etmek için başvurulan skopi ya da röntgen cihazı kullanımından kaynaklanan fazladan radyasyon tehlikesi söz konusudur (Farouk ve ark. 1998, Collinge ve ark. 2000, Perren 2002, Schmökel ve ark. 2007).

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Gereçler

2.1.1. Hayvan Materyali

Araştırmanın hayvan materyalini, Kasım 2017-Mayıs 2018 tarihleri arasında Çanakkale Petcity Veteriner Kliniği'ne getirilen ve radyolojik olarak femur, tibia ya da antebrachium'da diyafizer kırık tespit edilen 6 köpek ile 1 kedi oluşturdu. Çalışmaya dâhil edilen hastalara ait veriler Tablo 2.1'de verildi.

2.1.2. Tanı ve Postoperatif Takipte Kullanılan Gereçler

Hastalarda ilk klinik muayene sırasında kırığın lokalizasyon ve şeklinin belirlenmesi ile postoperatif süreçteki radyografik takiplerde mobil röntgen cihazından (Eco Ray[®], model Orange 1060HF, 100 kV, Seul, Kore) yararlanıldı (Şekil 2.1). İntraoperatif süreçte, kapalı redüksiyon ve tespit implantının yerleştirilmesi işlemlerine rehberlik eden röntgen görüntüleri sabit röntgen ünitesi (Xgenus DeGötzen[®], 70 kV, Roma, İtalya) kullanılarak elde edildi (Şekil 2.2). Her iki cihazda da görüntünün alınmasında fosfor Plaklı kasetler (Fujifilm[®] CC kaset, FCR IP, Japonya), dijital görüntülerin oluşturulmasında ise bilgisayarlı röntgen işleme cihazı (Fujifilm[®] CR-IR, model 359, Japonya) kullanıldı.

2.1.3. Anestezi, Analjezi ve Antibiyotik Tedavisinde Kullanılan Gereçler

Köpek ve kedilerde premedikasyon amacıyla butorfanol (Butomidor[®], 10 mg/ml çözelti, İnterhas, İstanbul, Türkiye), genel anestezinin başlatılması amacıyla propofol (Propofol[®], % 1, 10 gr 20 ml 5 ampül, Fresenius Kabi, İsveç) ve genel anestezinin sürdürülmesi amacıyla sevofluran (Sojourn[®], 250 ml uçucu çözelti, Adeka, Türkiye) kullanıldı. İnhalasyon anestezisi için köpeklerde balonlu, kedilerde balonsuz endotrakeal tüp (Bıçakçılar, Türkiye) ve tek vaporizatörlü kapalı sistem inhalasyon anestezisi cihazından (ANS-200[®] Graphic Screen, ATESE, Türkiye) yararlanıldı (Şekil 2.3). Postoperatif analjezi oluşturmak amacıyla meloksikam (Maxicam[®] enj.

2.1.4. MİPO Tekniğinde Kullanılan Gereçler

MİPO’nde yumuşak doku operasyon seti ile birlikte plak osteosentezi setindeki el aletlerinden yararlanıldı (Şekil 2.4). MİPO uygulamalarında, kedi ve köpekler için farklı kalınlık ve uzunluklarda üretilmiş titanyum alaşımlı kilitli kompresyon plağı (LCP) veya minimal invaziv stabilizasyon plağı (MİSP) ve bu plaklara ait titanyum kilitli korteks vidaları (Ortho-Pet[®], Türkiye) kullanıldı (Şekil 2.5). Tüm vakalarda, cerrahi girişim sırasında oluşan ensizyonların dikilmesinde sentetik emilebilir dikiş ipi (Katsan[®], Poliglikolik asit cerrahi dikiş ipi, Türkiye) kullanıldı.



Şekil 2.4. Çalışmada kullanılan plak osteosentezi setindeki el aletleri.



Şekil 2.5. MİPO’nde kullanılan farklı kalınlık ve uzunluktaki titanyum plaklar [*minimal invaziv stabilizasyon plağı (MİSP)] ve korteks vidaları.

2.2. Yöntemler

2.2.1. Preoperatif Verilerin Toplanması ve Vaka Seçimi

Ekstremitelerindeki uzun kemiklerin kırığı şüphesi ile kliniğine getirilen kedi veya köpeklere radyografik muayene uygulanarak *os femur*, *tibia*, *radius* ya da *ulna*’sında kapalı diyafizer kırık belirlenen vakaların verileri, vaka kayıt formuna (Şekil 2.6) kayıt edildi. Radyografik muayeneler sırasında her vakada hem kırık olan hem de sağlam ekstremitede A/P ve M/L olmak üzere iki yönlü görüntüler alındı. Preoperatif dönemde uygun büyüklükteki plak ve vidaların belirlenmesinde, sağlam kemikten elde edilen radyografik görüntüler kullanıldı. Kırığın şekillenmesinin üzerinden 14

günden fazla süre geçmiş, kırığı açık olan ve proksimal/distal kırık fragmentlerinde güvenilir sağlamlıkta plak uygulaması için yeterli kemik uzunluğuna sahip olmayan (proksimal ve distal fragmentte en az 2 plak deliğine vidalama olanağı bulunmayan) vakalar çalışmaya dâhil edilmedi.



KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER CERRAHİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ (M. ÖZAY BEDİZCİ) VAKA TAKİP FORMU

Kedi ve Köpeklerde Uzun Kemik Kırıklarında Minimal İnvaziv Plak Osteosentez (MİPO) Uygulamaları					
Hasta sahibinin adı:			Hastanın yaşı:		
Hastanın türü ve cinsiyeti:			Hastanın beden ağırlığı:.....kg		
Hastanın ırkı:			Operasyon tarihi:		
Kırığın oluşum nedeni:					
Üzerinden geçen süre: gün				
Tipi:	Açık <input type="checkbox"/>	Kapalı <input type="checkbox"/>			
Kliniğe geliş şekli:	Bandajlı <input type="checkbox"/>	Açık <input type="checkbox"/>			
Fragment deplasmanı:	Belirgin <input type="checkbox"/>	Minimal <input type="checkbox"/>			
	Yok <input type="checkbox"/>				
Kırığın şekli ve lokalizasyonu →			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MİPO ↓					
Uygulanan kemiğin uzunluğu:					
Fragmentasyon uzunluğu:					
Kilitli plağın uzunluğu:					
Plakdaki delik sayısı:					
Kullanılan vida sayısı:					
Radyografik kaynama süresi:					
Postoperatif izleme günleri →			0. gün	7. gün	14. gün
			30. gün	45. gün	
"YÜRÜME ve AĞIRLIK YÜKLENEBİLME" PUANTAJI					
1 → ayakta duramıyor, taşınarak geldi					
2 → destekle ayakta durabiliyor ancak ilgili bacak askıda					
3 → destekle ayakta durabiliyor ve ilgili bacağına az da olsa basabiliyor					
4 → yürüyebiliyor ancak ilgili bacak askıda					
5 → yürüyebiliyor ancak ilgili bacağına basış süresi kısa					
6 → normal yürüyebiliyor ve ilgili bacağına basabiliyor					
"RADYOLOJİK" PUANTAJ					
1 → kırık hattı izleniyor, periostal/endostal kallus yok					
2 → kırık hattı kısmen izleniyor, periostal/endostal kallus kısmen mevcut					
3 → kırık hattı kısmen izleniyor, periostal/endostal kallus mevcut					
4 → kırık hattı izlenmiyor, periostal/endostal kallus mevcut					

Şekil 2.6. Çalışmaya dâhil edilen vakaların pre ve postoperatif izlenmesinde kullanılan vaka takip formu.

2.2.2. Genel Anestezi ve MİPO'nin Uygulanması

Vakalarda genel anestezi butorfanol-propofol-sevofloran protokolü ile oluşturuldu. Oniki saat önceden aç bırakılan hastalarda IM uygulama ile 0.1 mg/kg dozunda butorfanol enjekte edildikten 15 dakika sonra IV yoldan 5-15 mg/kg doz aralığında propofol verildi. Hasta entübasyona izin verir duruma geldiğinde, uygun çapta bir endotrakeal tüp (köpeklerde balonlu, kedilerde balonsuz) nefes borusuna yerleştirildi. Endotrakeal tüp bir konnektör yardımıyla anestezi cihazına bağlanarak hastaların spontan solunum ile saf oksijen içinde % 4 konsantrasyonunda sevofloran soluması sağlandı. Bölgenin operasyona hazırlanması, kırık bölgesinde fazladan travma oluşmasının önlenmesi amacıyla genel anestezi sonrasında yapıldı. İlgili ekstremiteler tıraş edildi. Hasta, operasyon masasına sırtüstü veya sağlam bacak üstte olacak şekilde yan yatırıldı. Bu aşamada 0.2 mg/kg dozunda meloksikam SC yolla verilerek intra ve postoperatif analjezi; 8 mg/kg dozunda klindamisin ve 9 mg/kg dozunda amoksisilin-klavulanik asit IM yoldan verilerek intraoperatif antibiyoterapi sağlandı. Tıraşlı bölge alkol ve povidon-iodine ile temizlendikten sonra ilgili ekstremiteler steril serviyetlerle sınırlandırılarak redüksiyon ve MİPO girişimlerine hazır hale getirildi.

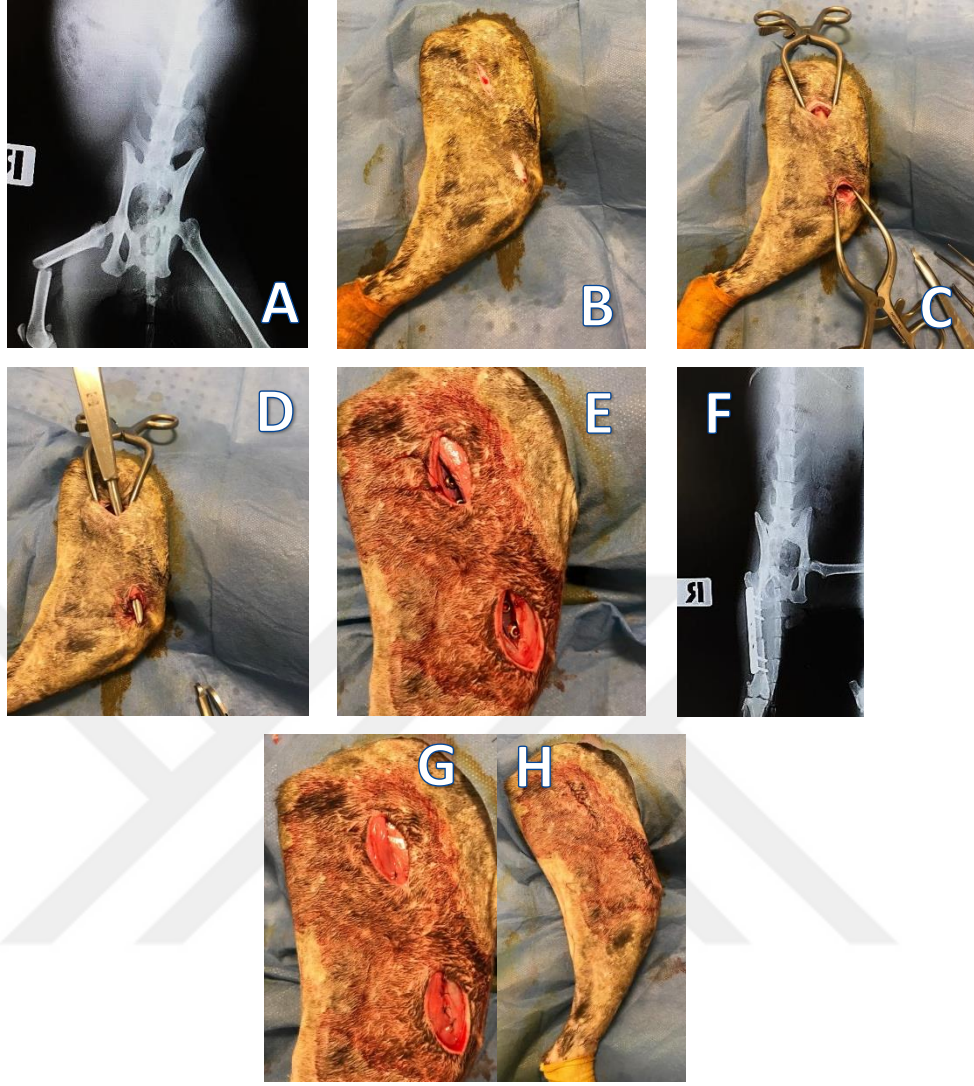
2.2.2.1. Femur Kırığına MİPO'nin Uygulanması

Diyafizer femur kırığına MİPO uygulamak için Kowaleski (2012) tarafından, femurun hem diyafizer hem de proksimal veya distal metafizer kırıkları için tanımlanmış yöntem esas alındı (Şekil 2.7.A-G). Kısaca bu yönteme göre, femur'un lateral ekseninde (*trochanter major* ile *art. genu* aralığında), osteosentezde kullanılmasına karar verilen plağın uzunluğuna eşit, epiperiosteal bir tünel oluşturulması hedeflendi. Bu amaçla *trochanter major*'un yaklaşık 1 cm distalinde ve *art. genu* lateralinde patella tabanının 1 cm latero-proksimalinde 2'şer cm uzunluğunda birer deri ensizyonu gerçekleştirildi (Şekil 2.7.B). Her iki ensizyon bölgesinde, deri altı bağ dokularının da diseksiyonunu takiben, önce süperfisial *fascia latae* ardından da *m. biceps femoris*'in kranial kenarı ensize edilerek profund *fascia latae* açığa çıkarıldı. Bu işlem proksimalde gerçekleştirilirken *n. sciaticus*'a zarar vermektan kaçınıldı. Proksimal ve distalde profund *fascia latae* ensize edilerek kaudale doğru deviye edildi ve *m. vastus lateralis* açığa çıkarıldı. *M. vastus lateralis*'in kraniale doğru retrakte edilmesi ile her iki ensizyon aralığında femur'un

periosteal yüzeyi açığa çıkarıldı (Şekil 2.7.C). Ekartör ile açık tutulan proksimaldeki ensizyon aralığından sokulan küt uçlu bir elevatör, femur eksenini boyunca distaldeki ensizyon açıklığına doğru ilerletilerek epiperiosteal bir tünel yaratıldı (Şekil 2.7.D). A/P ve M/L radyografide izlenen interfragmenter deplasman, pasif çekme ve fragmenter kompresyon manevraları yapılarak indirekt redüksiyon gerçekleştirildi. Kırık uçlarının tam olarak karşı karşıya gelip gelmediği radyografik olarak teyit edildi. Redüksiyonu takiben uygun uzunluktaki bir kilitli kompresyon plağı, yaratılan epiperiosteal tünele yerleştirildi ve kilitli kortikal vidalar kullanılarak, kırık hattındaki delikleri boş kalacak şekilde femur shaftına vidalandı (Şekil 2.7.E). Plak konumu ve vidaların yerleşimi radyografik olarak yeniden kontrol edildi (Şekil 2.7.F). Epiperiosteal tünelin proksimal ve distalindeki açıklıklar, önce kaslar ve *fascia latae* (Şekil 2.7.G) ardından da deri altı bağ dokusu ve deri (Şekil 2.7.H) dikilerek kapatıldı.

2.2.2.2. Tibia Kırığına MİPO'nin Uygulanması

Diyafizer tibia kırığına MİPO uygulamak için Beale ve McCally (2012) tarafından tanımlanmış yöntemden yararlanıldı. MİPO için ilgili ekstremitenin medialinden yaklaşıldı (Şekil 2.8.A-H). Vakamın tibia büyüklüğüne göre seçilen plağın uzunluğu referans alınarak, tibianın proksimal ve distal uçları hizasında, yaklaşık 3 cm uzunluğunda iki adet deri ensizyonu gerçekleştirildi (Şekil 2.8.B). Her iki ensizyon bölgesinde, deri altı bağ dokularının da diseksiyonunu takiben (Şekil 2.8.C), küt uçlu uzun bir elevatör kullanılarak kemiğin periost yüzeyine bitişik epiperiosteal bir tünel oluşturuldu (Şekil 2.8.D). Radyografide izlenen interfragmenter deplasman, pasif çekme ve kompresyon manevraları yapılarak redükte edildi. Kırık uçlarının tam olarak karşı karşıya gelip gelmediği radyografik olarak da doğrulandı. Redüksiyonu takiben, kilitli kompresyon plağı, kırık bölgesi üzerinden kaydırılarak ilerletildi ve epiperiosteal tünele yerleştirildi (Şekil 2.8.E). Daha sonra kilitli kortikal vidalar kullanılarak (Şekil 2.8.F), kırık hattındaki delikleri boş kalacak şekilde tibia shaftına vidalandı (Şekil 2.8.G). Plak ve vida yerleşiminin doğruluğu radyografik olarak kontrol edildikten sonra (Şekil 2.8.H) deri altı dokular ve deri dikilerek kapatıldı.

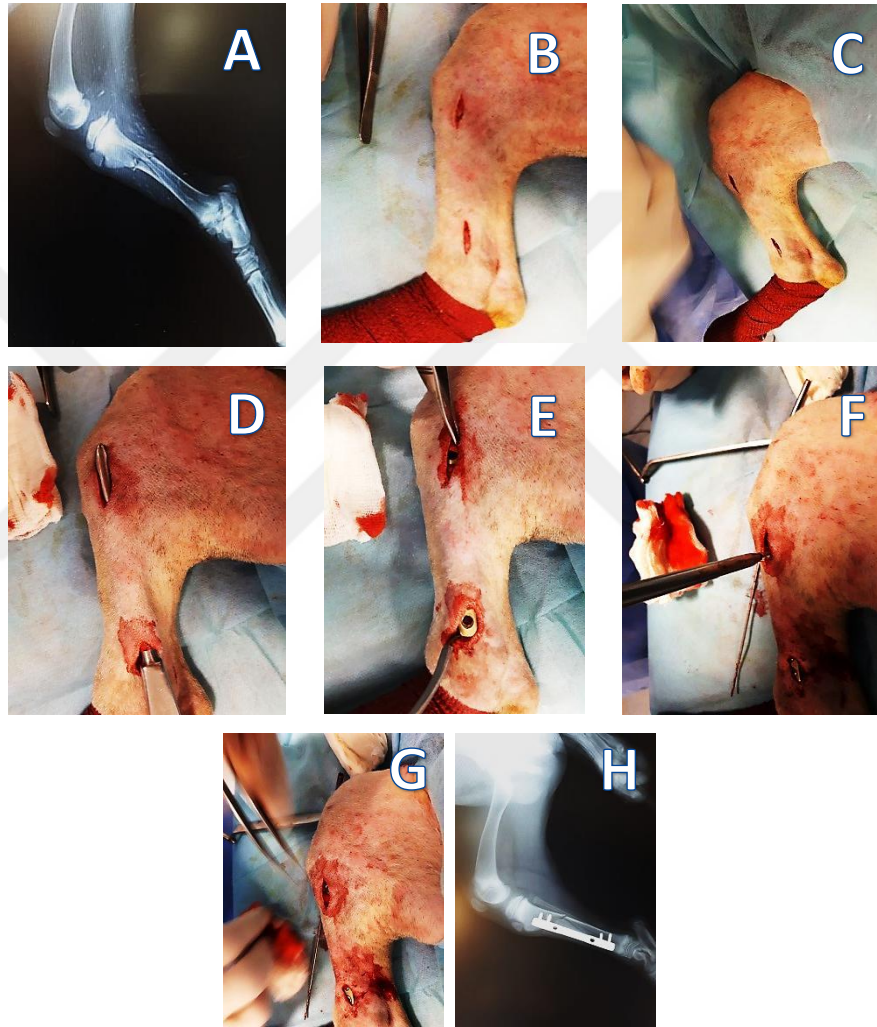


Şekil 2.7. Sağ femur diyafizinde transversal kırık tespit edilen kedide (1 numaralı vaka) kırığın pre (A) ve postoperatif (H) radyografik görüntüsü ile aşamalar halinde MIPO'nin uygulanışı: Lateral femur shaftı ekseninde, *trochanter majus* ile *art. genu* hizasında 2 cm uzunluğunda vertikal deri ensizyonlarının oluşturulması (B); deri ensizyonlarının *fascia latae* ve *m. biceps femoris*'e kadar ilerletilerek ensizyon aralıklarına otomatik ekartör yerleştirilmesi (C); proksimal ensizyon aralığından ilerletilen küt sondanın, distal ensizyon aralığından çıkarılması yoluyla femur eksenine paralel bir tünel oluşturulması (D); kırığın kapalı redüksiyonunu takiben tünel içine sokulan kilitli plağın, vidalar aracılığıyla femura tespit edilmesi (E); redüksiyon ve plak vida konumları radyografik olarak kontrol edildikten (F) sonra, *fascia latae* ve *m. biceps femoris*'deki ensizyon aralıklarının dikilerek kapatılması (F); proksimal ve distaldeki deri kesilerinin dikilmesi (G).

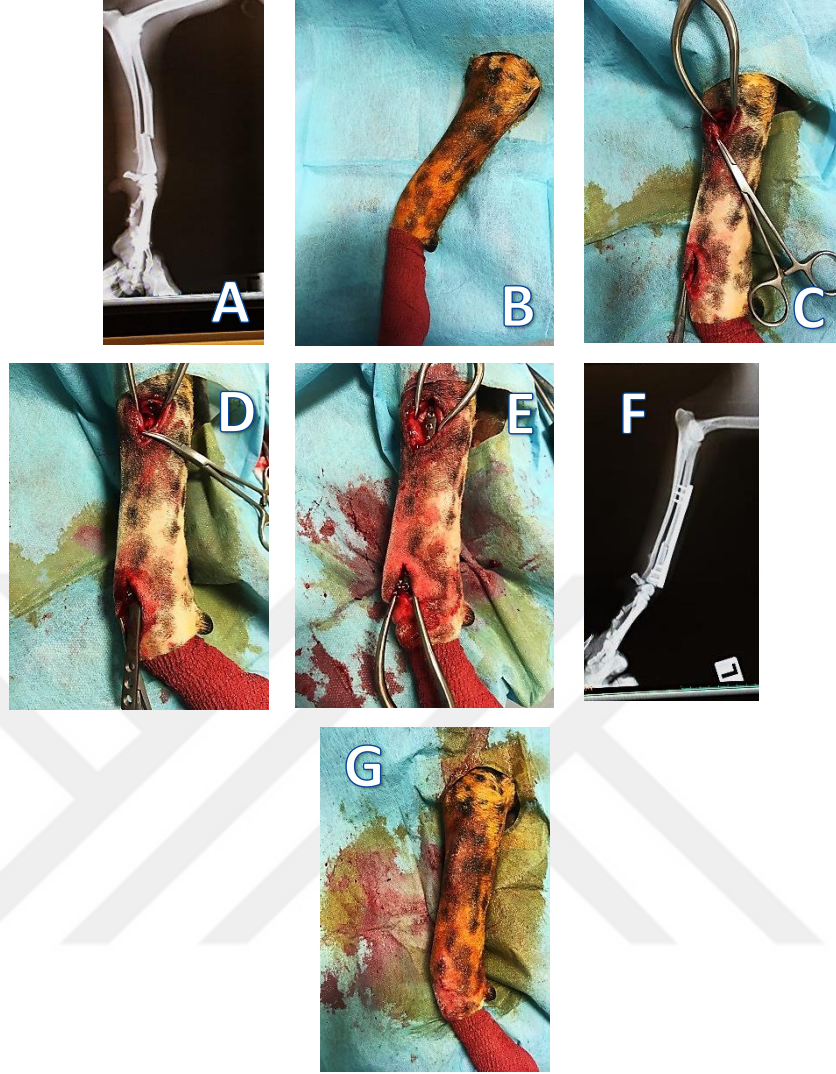
2.2.2.3. Antebrachium Kırığına MIPO'nin Uygulanması

Radius ve/veya ulnanın diyafizer kırığına MIPO uygulamak için Hudson ve ark. (2012)'nin tanımladığı cerrahi teknik kullanıldı. Radius ve ulnanın birlikte kırıldığı vakalarda, sadece radius'a MIPO uygulandı (Şekil 2.9.A-G). Radius'a kraniomedial yoldan yaklaşıldı (Şekil 2.9.B). Epiperiosteal tünel oluşturmak için 3 cm'lik ilk deri

ensizyonu distalden (karpal eklem bükümünün hem üstünden başlayarak) gerçekleştirildi. Deri ensizyonu, önce süperfisial ardından profund antebrachial fascia'ya doğru ilerletildikten sonra *m. extensor carpi radialis* ile *m. extensor digitorum communis* tendoları deviye edilerek radius'un distal gövdesine ulaşıldı. Bu aşamada sefalik nörovasküler demet, mediale doğru çekilerek zarar görmesi önlendi (Şekil 2.9.C).



Şekil 2.8. Radyografik olarak sol tibia diyafizinde parçalı oblik kırık tespit edilen (A) 4 aylık Kangal ırkı köpekte (2 numaralı vaka) aşamalar halinde MİPO'nin uygulanışı: Medial tibia shaftı ekseninde, uygulanacak plağın uzunluğu referans alınarak 3 cm uzunluğunda oluşturulmuş 2 deri ensizyonu (B); Her iki ensizyon bölgesinde, deri altı bağ dokusunda da diseke edilerek periosta ulaşılması (C); küt uçlu bir elevatör kullanılarak kemiğin periost yüzeyine bitişik epiperiostal bir tünel oluşturulması (D); kırığın kapalı redüksiyonunu takiben kilitli plağın tünel içine sokulması (E); kilitli plağın, kortikal vidalar (F) aracılığıyla femura tespit edilmesi (G); vida ve plak yerleşimlerinin radyografik olarak kontrol edilmesi (H).



Şekil 2.9. Radyografik olarak sol radius distal diyafizinde transversal kırık tespit edilen (A) 2 yaşlı Pointer ırkı köpekte (7 numaralı vaka) aşamalar halinde MİPO'nin uygulanışı: Radius shaftının kraniomedial ekseninde (B), uygulanacak plağın uzunluğu referans alınarak 3 cm uzunluğunda oluşturulmuş 2 deri ensizyonunu takiben, distalde *extensor carpi radialis* ile *extensor digitorum communis*, proksimalde de *extensor carpi radialis* ile *pronator teres* kasları arasından periosta ulaşılması (C); oluşturulan epiperiosteal tünel içine, kırığın kapalı redüksiyonunu takiben kilitli plağın ilerletilmesi (D); kortikal vidalar aracılığıyla radiusa tespit edilen kilitli plak (E); vida ve plak yerleşimlerinin radyografik olarak kontrol edilmesi (F) sonrasında proksimal ve distaldeki ensizyon aralıklarının dikilmesi (G).

Plağın ilerletileceği epiperiosteal tünelin proksimal çıkışı için dirsek ekleminin yaklaşık 3-4 cm cranialateralinde ikinci deri ensizyonu oluşturuldu (Şekil 2.9.C). Deri ensizyonu, *extensor carpi radialis* ile *pronator teres* kasları arasındaki *profund antebrachial fascia*'ya ulaşınca kadar ilerletildi. *Extensor carpi radialis* kası laterale doğru deviyeye edilerek radius gövdesi açığa çıkarıldı. İki ensizyon açıklığı

arasında, künt uçlu uzun bir elevatörün ilerletilmesiyle, radiusun periost yüzeyine bitişik epiperiostal bir tünel oluşturuldu (Şekil 2.9.C). Kırık uçlarındaki deplasman, pasif çekme ve kompresyon manevraları yapılarak redükte edildi. Kırık uçlarının tam olarak karşı karşıya gelip gelmediği radyografik olarak da doğrulandı. Redüksiyonu takiben, kilitli kompresyon plağı, epiperiosteal tünele yerleştirildi (Şekil 2.9.D). Daha sonra kilitli kortikal vidalar kullanılarak, kırık hattındaki delikleri boş kalacak şekilde radius'a vidalandı (Şekil 2.9.E). Plak ve vida yerleşiminin uygunluğu radyografik olarak kontrol edildikten sonra (Şekil 2.9.G) derialtı dokular ve deri dikilerek kapatıldı (Şekil 2.9.F).

2.2.3. Postoperatif Bakım, MİPO ve Kırık İyileşmesi Verilerinin Toplanması

Anesteziyen uyanan hayvanlara, ayakta desteksiz durur duruma geldiklerinde Elizabeth yakalığı takılarak operasyon bölgesi ile temasları kesildi. MİPO uygulanan ekstremitelere koruyucu pansumana alındı. Tüm vakalara postoperatif antibiyoterapi amacıyla 5 gün süreyle IM yoldan 8 mg/kg dozunda klindamisin ve 9 mg/kg dozunda amoksisilin-klavulanik asit uygulandı. Yine tüm vakalara postoperatif analjezi amacıyla 3 gün süreyle 0.2 mg/kg dozunda meloksikam SC yoldan uygulandı. Vakaların hareket etme veya yürümelerine bir kısıtlama getirilmedi. Postoperatif 7. günde Elizabeth yakalığı çıkarıldı.

Tüm vakalarda MİPO tekniğinin uygulanması sırasında osteosentez uygulanan kemiğin uzunluğu, fragmentasyon uzunluğu, kullanılan kilitli plağın uzunluğu ve delik sayısı ile kullanılan vida sayısı kayıt altına alındı (Şekil 2.6). Bu veriler kullanılarak her vaka için “vida-plak dansiditesi (kullanılan vida sayısının plaktaki delik sayısına oranı, VPD)”, “plak-köprüleme dansiditesi (kullanılan plak uzunluğunun kırılan kemik uzunluğuna oranı, PKD)” ve “plak-kırık dansiditesi (kullanılan plak uzunluğunun fragmentasyon hattının uzunluğuna oranı, PFD)” hesaplandı (Gautier 2009, Hudson ve ark. 2009, Guiot ve Déjardin 2011, Yalız 2016).

Kırık iyileşmesi, postoperatif 0 (anesteziyen çıkan hastanın ayağa kalktığı an), 7, 14, 30 ve 45. günlerde radyografik muayene ve yürüme/ağırlık yüklenebilme skorlamaları yapılarak değerlendirildi (Şekil 2.6). Kırık iyileşmesinin yürüme ve

ağırlık yüklenebilme ölçütlerine göre değerlendirilmesinde, Öztaş ve Avki (2015) tarafından kullanılan, 6 basamaklı “yürüme ve ağırlık yüklenebilme skorlama sisteminden” yararlanıldı. Kırık iyileşmesinin radyolojik gözlemlere dayanarak derecelendirilmesi amacıyla da, yine Öztaş ve Avki (2015) tarafından modifiye edilen 4 basamaklı derecelendirme sistemi kullanıldı (Şekil 2.6). Her vakada radyolojik olarak kırık hattında yeterli kallus izlendiği süre, vaka takip formunda kayıt altına alındı (Şekil 2.6).

2.2.4. İntraoperatif ve Postoperatif Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Çalışmada MİPO tekniğinin uygulanması sırasında kemik uzunluğu, fragmentasyon uzunluğu, kilitli plak uzunluğu, delik ve vida sayısı gibi intraoperatif veriler ile 0, 7, 14, 30 ve 45. günlerde radyografik muayene ve yürüme/ağırlık yüklenebilme skorlamalarından elde edilen postoperatif veriler, Windows yazılım tabanında çalışan Minitab istatistik programı (17.0 sürümü, Philadelphia) ile analiz edilerek ortalamaları (\pm SD) hesaplandı.

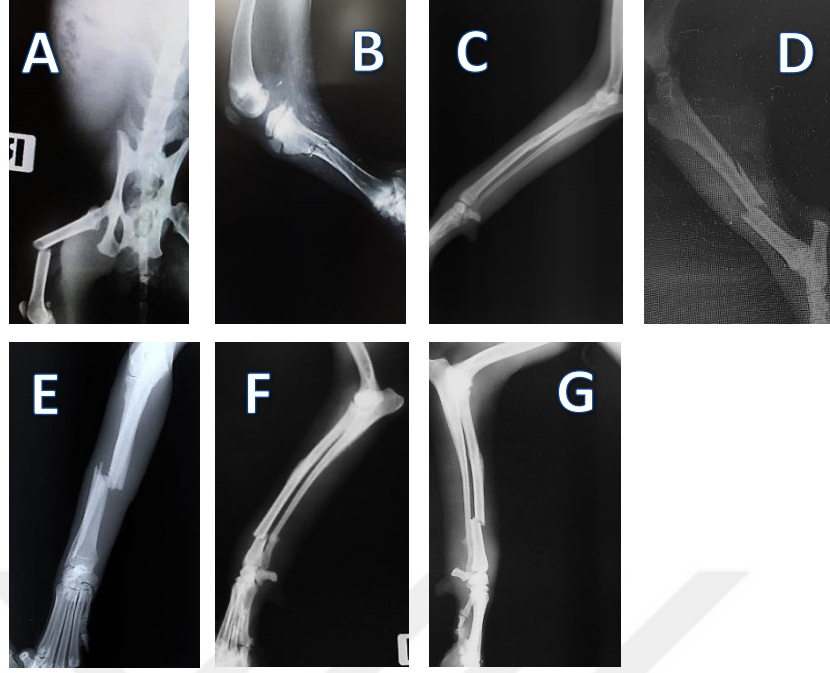
3. BULGULAR

3.1. Klinik ve Radyografik Muayene Bulguları

Çalışmaya dâhil edilen ve eşgal bilgileri gereç ve yöntem bölümünde verilen vakaların (Tablo 2.1), klinik muayene sırasında elde edilen anamnez, klinik ve radyografik tanı verileri Tablo 3.1 ve Şekil 3.1’de derlendi. Vakaların anamnezinde kırıkların 6’sının trafik kazası, birisinin ise yüksekte düşme sonucu şekillendiği öğrenildi (Tablo 3.1). Vakaların 3’ünde *os radius*, 2’sinde *os tibia*, 1’inde *ossa antebrachii* ve 1 vakada *os femoris*’in kırığı belirlendi (Şekil 3.1). Kırık oluşumu üzerinden 10 gün geçmiş 4 numaralı vaka (Şekil 3.1.D) haricinde hiçbir vaka kliniğe bandajlı olarak getirilmemiştir. Minimal deplasman izlenen 3 numaralı vaka (Şekil 3.1.C) haricinde tüm vakalarda fragment deplasmanı belirgin düzeyde idi. Yedi vaka içinde sadece 1’inde (4 numaralı vaka) parçalı kırık tespit edildi (Şekil 3.1.D). Hiçbir vakada kırık dışında başka bir hastalık tespit edilmedi.

Tablo 3.1. Çalışmaya dâhil edilen vakaların anamnez ve kırığa ait verileri.

Vaka No	Türü ve radyografik olarak teşhis edilen kırık	Kırığın oluşum nedeni	Kırık oluşumunun üzerinden geçen süre (gün)	Kırık tipi (açık, kapalı)	Hastanın kliniğe geliş şekli (bandajlı, bandajsız)	Fragment deplasmanı (belirgin, minimal, yok)
1	Kedi, sağ femur diafizinde transversal kırık	Yüksekte düşme	1	Kapalı	Bandajsız	Belirgin
2	Köpek, sol tibia diafizinde oblik kırık	Trafik kazası	1	Kapalı	Bandajsız	Belirgin
3	Köpek, sağ radius diafizinde oblik kırık	Trafik kazası	2	Kapalı	Bandajsız	Minimal
4	Köpek, sağ tibia diafizinde parçalı kırık	Trafik kazası	10	Kapalı	Bandajlı	Belirgin
5	Köpek, sol antebrachium diafizinde oblik kırık	Trafik kazası	1	Kapalı	Bandajsız	Belirgin
6	Köpek, sağ antebrachium distal diafizinde transversal kırık	Trafik kazası	3	Kapalı	Bandajsız	Belirgin
7	Köpek, sol radius distal diafizinde transversal kırık	Trafik kazası	3	Kapalı	Bandajsız	Belirgin



Şekil 3.1. MİPO uygulanan 7 vakanın preoperatif muayene sırasında elde edilen radyografik görüntüleri [(A) sağ femur diafizinde transversal kırık tespit edilen 1 numaralı vaka; (B) sol tibia diafizinde oblik kırık belirlenen 2 numaralı vaka; (C) sağ radius diafizinde oblik kırık izlenen 3 nolu vaka; (D) sağ tibia diafizinde parçalı kırık tespit edilen 4 nolu vaka; (E) sol antibrachium diafizinde oblik kırık izlenen 5 numaralı vaka; (F) sağ antibrachium distal diafizinde transversal kırık belirlenen 6 nolu vaka; (G) sol radius distal diafizinde transversal kırık tespit edilen 7 nolu vaka].

3.1. İntraoperatif ve Postoperatif Bulgular

Çalışmaya dâhil edilen 7 vakada, MİPO amacıyla kullanılan plakların nitelik ve ebatları Tablo 3.2’de verildi. İki vakada (femur ve radius kırığı bulunan 1 ve 5 numaralı vakalar) kilitli kompresyon plağı (LCP) kullanılırken, diğerlerinde MİPO için özel üretilmiş ve orta hattında vida delikleri bulunmayan “minimal invaziv stabilizasyon plağı (MİSP)” kullanıldı. Vakaların birinde (2 numaralı vaka) proksimal ve distal fragmente 2’şer, diğerlerinde ise 3’er ya da proksimale 3 distale 2 adet bikortikal kilitli titanyum vidası yerleştirilmesi mümkün oldu.

MİPO ile elde edilen interfragmenter stabilitenin güvenilirliğini belirlemek için her bir vakada hesaplanan VPD (Vida-Plak Dansiditesi), PKD (Plak-Köprüleme Dansiditesi) ve PFD (Plak-Fragment Dansiditesi) değerleri (\pm SD) Tablo 3.2’de verildi. Yedi vaka için ortalama VPD değeri 0.78 (\pm 0.2); ortalama PKD değeri 0,74 (\pm 0,04) ve ortalama PFD değeri 8.8 (\pm 2.81) olarak belirlendi.

Vakaların postoperatif 0 (anesteziden çıkan hastanın ayağa kalktığı an), 7, 14, 30 ve 45. günlerde radyografik muayene ve yürüme/ağırlık yüklenebilme değerlendirmelerinden elde edilen skorların ortalamaları (\pm SD) Tablo 3.3’de verildi. Hiçbir vakada operasyon bölgesinde enfeksiyon veya vidaların gevşeyerek plak stabilizasyonunun ortadan kalkması gibi bir komplikasyon ile karşılaşılmadı. Hastaların anesteziden uyandıktan itibaren destek almadan ayağa kalkabildikleri ancak ilgili ekstremitesine basış süresinin kısa olduğu izlendi (Tablo 3.3). Ondördüncü gün kontrollerinden itibaren tüm vakaların sağlıklı bir şekilde yürüyebildiği ve MİPO uygulanan ekstremitesine basabildiği gözlemlendi (Tablo 3.3).

Tablo 3.2. MİPO uygulanan vakalardan elde edilen intraoperatif ve postoperatif veriler (**LCP:** Kilitli, Kompresyon Plakı; **MİSP:** Minimal İnvaziv Stabilizasyon Plakı; **VPD:** Vida-Plak Dansiditesi; **PKD:** Plak-Köprüleme Dansiditesi; **PFD:** Plak-Fragment Dansiditesi).

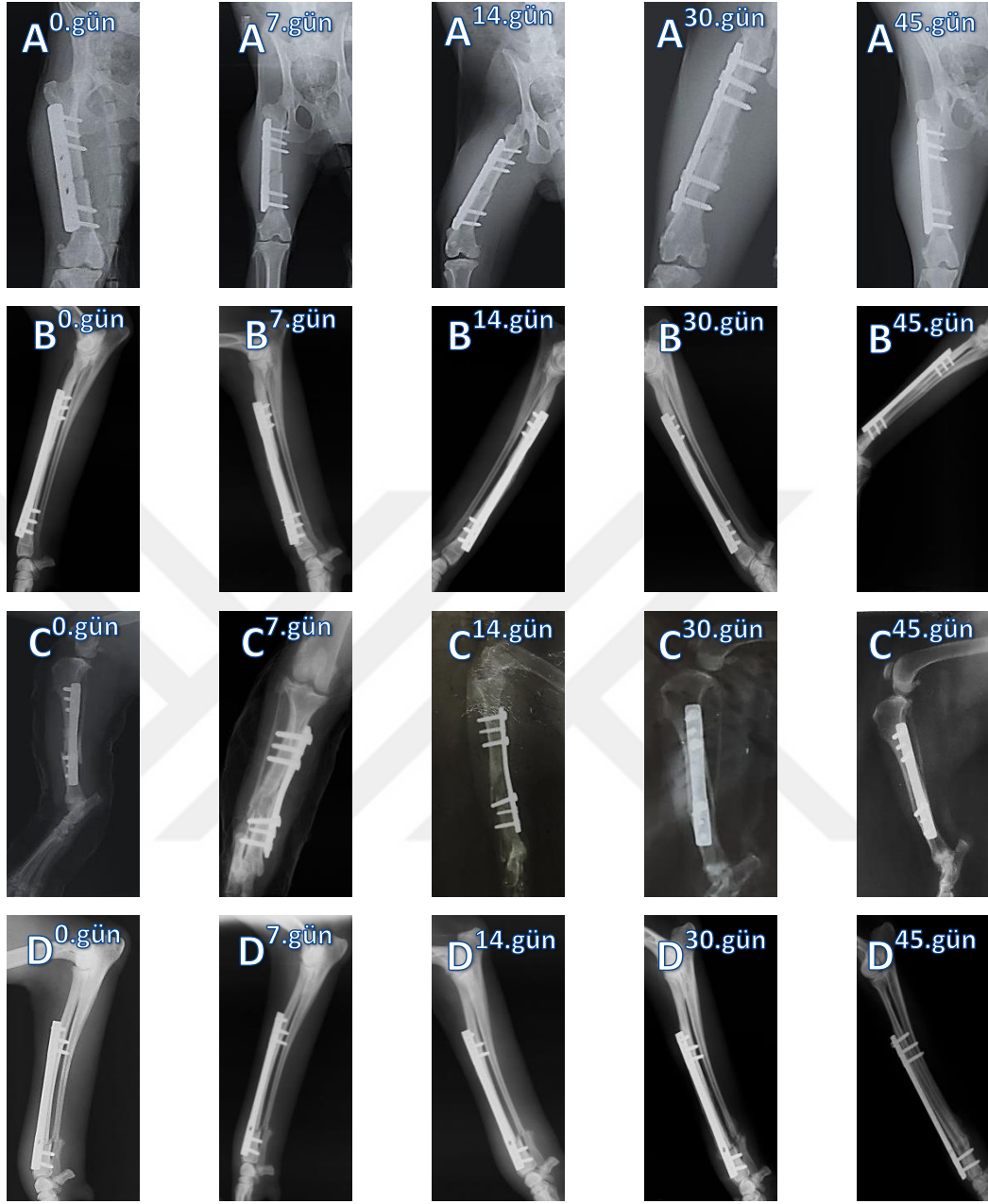
Vaka No	Kırığın tipi/ lokalisasyonu	Kullanılan Plak/ Plakın uzunluk (cm)/ kalınlık (cm) /delik sayısı	Kullanılan vida sayısı	Kemik uzunluğu (cm)	Fragment uzunluğu (cm)	VPD PKD PFD	Radyografik kaynama süresi (gün)
1	Diyafizer transversal femur kırığı	LCP/8/2.7/8	5	11.6	0.9	0.6 0.68 8.8	45
2	Diyafizer oblik tibia kırığı	MİSP/9.6/2.7/6	4	11.7	1.9	0.6 0.82 5	40
3	Diyafizer oblik radius kırığı	MİSP/12/2.7/6	6	16.5	1	1 0.72 12	45
4	Diyafizer parçalı tibia kırığı	MİSP/9.6/2.7/6	6	12.7	2.1	1 0.75 4.5	44
5	Diyafizer oblik radius kırığı	LCP/15.5/3.5/12	6	19.15	1.3	0.5 0.8 11.9	53
6	Distal diyafizer transversal antebrachium kırığı	MİSP/12/2.7/6	5	16.3	1.2	0.8 0.73 10	55
7	Distal diyafizer transversal radius kırığı	MİSP/12/2.7/6	6	16.3	1.2	1 0.73 10	50

Vakaların 0, 7, 14, 30 ve 45. günlerdeki radyografik değerlendirme skor ortalamaları (\pm SD) sırasıyla; 1 (\pm 0), 1.42 (\pm 0.20), 2.28 (\pm 0.18), 3.28 (\pm 0.18) ve 3.85 (\pm 0.14) puan olarak belirlendi (Tablo 3.3, Şekil 3.2). Yedi vaka için ortalama

radyografik kaynama süresinin 47.42 (± 4.98) gün olduğu tespit edildi (Tablo 3.3 ve Şekil 3.2). Vakaların hiç birinde kırık iyileşmesi ile ilgili bir komplikasyon izlenmedi.

Tablo 3.3. Postoperatif dönemde kırık iyileşmesinin radyografik ve yürüme/ağırlık yüklenebilme ölçütlerine göre değerlendirmesinden elde edilen skorlar (\pm SD).

	0. gün	7. gün	14. gün	30. gün	45. gün
“Yürüme ve ağırlık yüklenebilme” değerlendirmesi					
1→ayakta duramıyor, taşınarak geldi					
2→destekle ayakta durabiliyor ancak ilgili bacak askıda	4.85	5.85	6	6	6
3→destekle ayakta durabiliyor ve ilgili bacağına az da olsa basabiliyor	(± 0.14)	(± 0.14)	(± 0)	(± 0)	(± 0)
4→yürülebiliyor ancak ilgili bacak askıda					
5→yürülebiliyor ancak ilgili bacağına basış süresi kısa (aksak)					
6→normal yürülebiliyor ve ilgili bacağına basabiliyor					
“Radyolojik” değerlendirme					
1→kırık hattı izleniyor, periostal veya endostal kallus yok					
2→kırık hattı kısmen izleniyor, periostal ve endostal kallus kısmen mevcut	1	1.42	2.28	3.28	3.85
3→kırık hattı kısmen izleniyor, periostal ve endostal kallus mevcut	(± 0)	(± 0.20)	(± 0.18)	(± 0.18)	(± 0.14)
4→kırık hattı izlenmiyor, periostal ve endostal kallus mevcut					



Şekil 3.2. MİPO uygulanan 1 (A), 3 (B), 4 (C) ve 6 (D) numaralı vakalarda, kırık iyileşmesinin postoperatif 0, 7, 14, 30 ve 45. günlerde yapılan radyografik değerlendirmelerinden elde edilen görüntüler.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda kırık tedavisinde köklü değişimler olmuştur. Söz konusu değişimi, kırık tedavisinde, mekanik beklentilerin mi yoksa kırık iyileşmesinin biyolojik yönününün mü önemli olduğunu sorgulayan araştırmalar (Goodship ve Kenwright 1985, Perren 2002, Chao ve ark. 2012) tetiklemiştir. Uzun yıllardır kullanılagelen AO prensiplerine uygun plak osteosentezinin, kırılan kemiğe cerrahi yoldan ulaşılarak gerçekleştirilen redüksiyon ve sağladığı mutlak interfragmenter kompresyon nedeniyle kırık hematomu, kemiğin kan dolaşımı, çevre yumuşak dokular ve fragment uçlarına fazladan hasar verdiği ortaya konmuştur (Goodship ve Kenwright 1985, Perren 2002, Chao ve ark. 2012). Mutlak interfragmenter stabilite ile karşılaştırıldığında, kırık hattında oluşan iyileşme dokusunun, nitelik ve olgunlaşma bakımından, mikrohareketlere izin veren göreceli (esnek) stabilitede daha iyi olması (Goodship ve Kenwright 1985), bu düşüneyi daha da pekiştirmiştir. Bu gelişmeler kırık tedavisinde, perkutan çivileme, kilitli intramedüller çivileme ve eksternal fikzator ile tespit gibi biyolojik tedavi yöntemlerinin yeniden güncellik kazanmasına ve yeni biyolojik osteosentez tekniklerinin araştırılmasına yol açmıştır (Altunatmaz 2004, Yurdakul ve Sağlam 2009, Perren 2002, Chao ve ark. 2012, Dejardin ve ark. 2012, Kim ve ark. 2012, Gönç ve ark. 2012, Yalız 2016). MİPO, AO tekniğinde kullanılagelen plakların, fragmentasyon bölgesine müdahale edilmeksizin subkutan olarak yerleştirilen bir eksternal fikzator gibi kullanılması fikrinden doğmuştur (Chao ve ark. 2012). Klasik plak osteosentezinin, biyolojik kırık tedavisine uyarlanmış hali olan MİPO tekniğinin, insanlarda uzun ekstremite kemiklerinin kırıklarında başarılı sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır (Helfet ve ark. 1997, Gönç ve ark. 2012, Mahiroğulları ve ark. 2012). Sunulan çalışmada da, MİPO tekniğinin kedi ve köpeklerde ekstremite uzun kemik kırıklarında verdiği sonuçlar değerlendirilmiştir.

MİPO'nde kırık bölgesi ve etrafındaki damar ağı, ORİF temelli plaklamaya kıyasla ciddi miktarda korunur. MİPO'nin bu özelliği sayesinde, kırık iyileşmesinin hızlandığı ve kırık bölgesinin intra-operatif kontaminasyon olasılığının azaldığı yapılan çalışmalar (Farouk ve ark. 1998, Arens ve ark. 1999, Wagner ve Frigg 2006,

Baroncelli ve ark. 2012) ile ortaya konmuştur. Bu bilgilere paralel olarak, sunulan araştırmada da, MİPO tekniği kullanılarak tedaviye alınan 7 vakanın hiç birisinde, postoperatif dönemde herhangi bir bölgesel enfeksiyon ya da kırık iyileşmesi komplikasyonu ile karşılaşılmadı.

MİPO tekniği, kırık iyileşmesine öncülük edecek kırık hematomunun, kırık bölgesindeki varlığını ortadan kaldırmadan ve etrafındaki yumuşak dokular ile birlikte kemik dokusuna fazla zarar vermeden osteosentez uygulamayı hedefler (Altunatmaz 2004, Tong ve Bavonratanavech 2007, Gautier 2009, Yurdakul ve Sağlam 2009, Peirone ve ark. 2012). “Aç ama dokunma” sloganıyla (Hulse 2012) özetlenen bu hedefe ulaşmanın öncelikli koşulu MİPO’nin kapalı redüksiyon eşliğinde uygulanmasıdır (Perren 2002, Altunatmaz 2004, Redfern ve ark. 2004, Chao ve ark. 2012). MİPO sırasında kapalı redüksiyon amacıyla birçok teknik tanımlanmıştır. Bunlar arasında “traksiyon eşliğinde el manevraları ile karşı karşıya getirme”, “asılı bacakta el manevraları ile karşı karşıya getirme”, “geçici intramedüller pin” veya “geçici sirküler/unilateral eksternal fikzator” ile redüksiyon ve “perkutan kemik pensleri” ile redüksiyon gibi teknikler vardır (Redfern ve ark. 2004, Rovesti ve ark. 2007, Yurdakul ve Sağlam 2009, Peirone ve ark. 2012, Yalız 2016). Sunulan çalışmaya dâhil edilen 7 vakada, plak yerleştirilmeden önce, kırığın kapalı yoldan redüksiyonu için “traksiyon eşliğinde el manevraları ile karşı karşıya getirme” tekniğinden faydalanıldı. Üç numaralı vaka hariç 6 vakada belirgin düzeyde fragment deplasmanı bulunmasına rağmen, bu teknikle elde edilen anatomik eksen düzlüğünden, vakaların hiçbirisinde plak uygulamasına engel olacak şiddette bir sapma tespit edilmedi. Yedi vaka içinde fragment deplasmanı en ciddi boyutta olan 1 (Şekil 3.1.A) ve 5 numaralı (Şekil 3.1.E) vakalarda bile, söz konusu manevra ile kapalı redüksiyonun, MİPO tekniğinin beklentileri düzeyinde (Peirone ve ark. 2012) başarıya ulaştığı anlaşıldı. Nitekim Peirone ve ark. (2012), MİPO tekniğinde asıl hedefin, ORİF tekniğinde olduğu gibi kusursuz bir redüksiyon ve primer kemik iyileşmesi olmadığını; sekonder kemik iyileşmesine olanak tanıyacak düzeyde bir redüksiyonun yeterli olacağını vurgulamaktadır.

Araştırmada MİPO uygulamaları sırasında 1 vakada proksimal ve distal fragmente 2’şer, diğerlerinde ise 3’er ya da proksimale 3 distale 2 adet bikortikal kilitli titanyum vidasının yerleştirilmesi mümkün oldu (Tablo 3.2). MİPO tekniğinin

başarısı için vaka seçiminin önemini vurgulayan araştırmalarda (Hudson ve ark. 2009, Guiot ve DéJardin 2011, Yalız 2016), proksimal ve distal fragmentlerin, en az 2'şer vida uygulamaya olanak tanıyacak uzunlukta olması, bir ön koşul olarak ileri sürülmektedir. Aynı araştırmalarda (Hudson ve ark. 2009, Guiot ve DéJardin 2011, Yalız 2016), plak üzerindeki deliklerin gereğinden fazla vida ile doldurulmasının da stabilite üzerinde bir etkisi olmamakla birlikte, kemiğe ve/veya kırık hematoma zarar vereceği için sakıncalı olduğuna dikkat çekilmektedir. Bu bilgi dikkate alındığında, çalışmada vaka seçiminin, MİPO için öngörülen asgari vida sayısı ölçütüne uyum sağladığı kanısına varıldı.

MİPO uygulamalarında, kullanılan vida sayısının MİPO ölçütlerine uygun olup olmadığının belirlenmesinde, uygulanmış vida sayısının plaktaki delik sayısına oranına, diğer bir ifade ile VPD'ne de bakılır. Zira MİPO'nde çok sayıda vida kullanılması önerilmez. Uzun kemiklerin distal veya proksimal diyafizer kırıklarda plak-vida dansitesinin 0.40 olması, MİPO tekniğinin hedeflediği göreceli tespit için yeterlidir (Gautier 2009, Hudson ve ark. 2009). Kedi ve köpeklerin non-artiküler tibia kırıklarında yapılan ve 36 vakadan oluşan bir araştırmada (Guiot ve DéJardin 2011), 0.15-0.64 aralığında VPD değerleri ile başarılı sonuçlar alındığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde köpeklerin 8 tibia kırığını MİPO ile tedavi eden Yalız (2016), ortalama 0.54 değerindeki VPD ile tedavide olumlu sonuçlar aldığını bildirmiştir. Sunulan araştırmada da, 7 vaka için ortalama VPD değeri 0.78 (± 0.2) olarak hesaplandı. Bu VPD değerinin, Guiot ve DéJardin (2011) ile Yalız (2016) tarafından rapor edilen değerlere yakın olmakla birlikte bir miktar yüksek olduğu dikkat çekti. Söz konusu farkın, sunulan çalışmaya dâhil edilen 2 vakada çok delikli LCP kullanılırken, çoğunluğu teşkil eden 5 vakada MİSP kullanılmış olmasından (Tablo 3.2) kaynaklandığı düşünüldü. Nitekim MİPO için özel olarak üretilmiş MİSP'nda, kırık hematoma zarar vermemek için plağın orta kısmında vida kullanılmayacağından doğal olarak vida delikleri de bulunmamaktadır (Şekil 2.5 *bkz* ★). Bu yapısal özellik, minimal invaziv stabilizasyon plaklarında VPD değerinin tüm uzunluğu boyunca vida delikleri bulunan diğer plaklara kıyasla artmasına yol açmaktadır.

MİPO'nde kırık hattını köprüleyecek şekilde, olabildiğince uzun plaklar kullanılır. Böylelikle plak vida arasındaki stres yükünün azalmasıyla implant

yetmezliği ihtimali azaltılmış olur. Bir vaka için seçilen plak uzunluğunun, kırık hattının köprülenmesi için yeterli olup olmadığına, plak uzunluğunun kemik uzunluğuna oranına bakılarak [plak köprüleme dansiditesi (PKD)] karar verilebilir ve PKD'nin ortalama olarak 0.91 ± 0.05 'den az olması arzu edilir. PKD değerinin bu düzeylerde olması, bir tarafta fizkasyonun kaynamayı uyaracak düzeyde esnek olmasını sağlarken, diğer yanda plağın kırılma olasılığını azaltır (Cabassu 2001, Tanaka 2007). Sunulan çalışmada, 7 vaka için PKD değerinin ortalama $0,74 (\pm 0,04)$ düzeyinde olması, yukarıdaki literatür veriler ışığında, MİPO tekniğine uygun plakların seçilmiş olduğu şeklinde yorumlandı.

MİPO uygulamalarında, seçilen plak uzunluğunun uygun olup olmadığı kontrol edilirken, plak uzunluğunun fragmentasyon uzunluğuna oranı da (PFD) dikkate alınır (Cabassu 2001, Schmökel ve ark. 2007, Tanaka 2007, Hudson ve ark. 2009, Gautier 2009, Yalız 2016). Gautier (2009), ideal bir MİPO için, parçalı kırıklarda uygulanacak plak uzunluğunun kırık çizgilerinin toplam uzunluğunun en az 2-3 katı; basit kırıklarda ise kırık hattı uzunluğunun en az 8-10 katı olması gerektiğini hesaplamıştır. Sunulan çalışmada, tüm vakalar birlikte ele alındığında ortalama PFD değeri $8.8 (\pm 2.81)$ olarak bulundu. Gautier (2009)'un verdiği bilgiler dikkate alınarak, vakalar bireysel olarak analiz edildiğinde; parçalı diyafizer tibia kırığı tespit edilen 4 numaralı vakada, seçilen plak uzunluğunun, kırık çizgilerinin toplam uzunluğundan 4.5 kat, tek çizgili basit kırık gözlenen diğer 6 olguda ise ortalama $9.64 (\pm 1.04)$ kat büyük olduğu anlaşıldı. Bu durum, çalışmada seçilen plak uzunluklarının, MİPO standartlarına göre (Cabassu 2001, Schmökel ve ark. 2007, Tanaka 2007, Hudson ve ark. 2009, Gautier 2009, Yalız 2016) uygun olduğu şeklinde değerlendirildi.

MİPO ile kırık tedavisi uygulanmış kedi ve köpeklerde, kırık iyileşmesinin postoperatif akıbeti hakkındaki bilgiler oldukça sınırlıdır. Ülkemizde yapılan 2 araştırmadan ilkinde (Yurdakul ve Sağlam 2009); MİPO uygulanan 11 vakada fonksiyonel kemik iyileşmesinin postoperatif 46-82. günlerde sağlandığı rapor edilmiştir. Yalız (2016) tarafından yapılan araştırmada ise; 7 köpeğe ait 8 tibia kırığının, MİPO'ni takiben 45-50. günlerde radyografik iyileşme gösterdiği bildirilmiştir. Kedi ve köpeklerde ekstremite kırıklarının MİPO ile tedavi edildiği başka çalışmalarda (Schmökel ve ark. 2007, Guiot ve DJardin 2011), klinik ve

radyografik yönden tatmin eden bir kemik iyileşmesinin 36-45. günlerde izlendiği belirlenmiştir. Reems ve ark. (2003); intramedllar çivi ile kalıcı kapalı redüksiyon ve kırık stabilizasyonu için de MİPO uyguladıkları 47 kedi ve köpekte, ortalama klinik iyileşme süresinin köpekler için 7.5 (± 2.7), kediler için ise 4.8 (± 1.3) hafta olduğunu gözlemiştir. Yukarıdaki literatür veriler ile uyumlu olarak bizim çalışmamızda da, postoperatif 14. günden itibaren tüm vakaların sağlıklı bir şekilde yürüyebildiği ve MİPO uygulanan ekstremitesine basabildiği izlendi. Diğer yandan ortalama radyografik kaynama süresinin ise 47.42 (± 4.98) gün olduğu tespit edildi. Bu bulgular, Boone ve ark. (1986)'nın kedi ve köpeklerde uzun kemik kırıklarında açık redüksiyon ve geleneksel plaklama ile elde edilen kırık iyileşme süresinin ortalama olarak yetişkinlerde 133, gençlerde ise 70 gün olduğu bilgisi ile birlikte değerlendirildiğinde, MİPO'nin kedi ve köpeklerde kırık iyileşmesini tatminkâr düzeyde hızlandırdığı şeklinde yorumlandı.

Sonuç olarak, kedi ve köpeklerin uzun ekstremitte kırıklarında MİPO ile tedavinin, geleneksel plak ile osteosentez yöntemlerine alternatif olabileceği, ancak MİPO'nin başarılı olabilmesi için uygun vaka seçimine dikkat edilmesinin önemli olduğu düşünüldü.

KAYNAKLAR

- ALTUNATMAZ K (2004) Kırıkların iyileşmesinin biyolojisi ve biyolojik osteosentez. *J Fac Vet Med Istanbul Univ*, 30(1), 141-147.
- 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 rabbits. *Arch Orthop Trauma Surg*, 119, 82–85.
- ASLANBEY D (1990) Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji, Maya Matbaacılık ve Yayıncılık, Ankara.
- AYDIN N (2018) Kırık iyileşmesi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ders notları, internet erişimi: <http://www.google.com.tr/url?sa>, erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.
- BARONCELLI AB, PEIRONE B, WINTER MD, REESE DJ, POZZI A (2012) Retrospective comparison between minimally invasive plate osteosynthesis and open plating for tibial fractures in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 25(5), 410-417.
- BEALE BS, MCCALLY R (2012) Minimally invasive plate osteosynthesis: tibia and fibula. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 1023–1044.
- BOONE EG, JOHNSON AL, MONTAVON P, HOHN RB (1986) Fractures of the tibial diaphysis in dogs and cats. *JAVMA*, 188, 41–45.
- BOUDRIEAU RJ (2002) Fractures of the tibia and fibula. In *Textbook of Small Animal Surgery*. Ed. DH SLATTER, 3rd edition, vol. 2, Philadelphia, PA, Saunders, pp 2144–2157.
- CABASSU JP (2001) Elastic plate osteosynthesis of femoral shaft fractures in young dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 14, 40-45.
- CHAO P, LEWIS DD, KOWALESKI MP, POZZI A (2012) Biomechanical concepts applicable to minimally invasive fracture repair in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 853-872.
- COLLINGE C, SANDERS R, DIPASQUALE T (2000) Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop Relat Res*, 375, 69–77.
- DEJARDIN LM, GUIOT LP, von PFEIL DJF (2012) Interlocking nails and minimally invasive osteosynthesis. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 935-962.
- DUDLEY M, JOHNSON AL, OLMSTEAD M, SMITH CW, SCHAEFFER DJ, ABBUEHL U (1997) Open reduction and bone plate stabilization, compared with closed reduction and external fixation, for treatment of comminuted tibial fractures: 47 cases (1980–1995) in dogs. *JAVMA*, 211, 1008–1012.
- FAROUK O, KRETTEK C, MICLAU T, SCHANDELMAIER P, TSCHERNE H (1998) Effects of percutaneous and conventional plating techniques on the blood supply to the femur. *Arch Orthop Trauma Surg*, 117, 438–441.

- GAUTIER E (2009) Bridge plating. *AO Dialogue*, 2, 24-27.
- GAUTIER E, SOMMER C (2003) Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury*, 34 (2), 63-76.
- GERBER C, MAST JW, GANZ R (1990) Biological internal fixation of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*, 109, 295–303.
- GOODSHIP AE, KENWRIGHT J (1985) The influence of induced micromovement upon the healing of experimental tibial fractures. *J Bone Joint Surg [Br]*, 67, 650-655.
- GÖNÇ U, TEKER KK, TANDOĞAN R, KAYAALP A (2012) Minimal invaziv osteosentez: temel prensipleri, cerrahi planlama ve redüksiyon yöntemleri. *TOTBİD Dergisi*, 11(1), 1-14.
- GUIOT LP, DÉJARDIN LM (2011) Prospective evaluation of minimally invasive plate osteosynthesis in 36 nonarticular tibial fractures in dogs and cats. *Vet Surg*, 40(2),171-182.
- GUIOT LP, DÉJARDIN LM (2012) Perioperative imaging in minimally invasive osteosynthesis in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 897-911.
- HELFET DL, SHONNARD PY, LEVINE D, BORRELLI JJ (1997) Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury*, 28 (1), 42-47.
- HUDSON CC, LEWIS DD, POZZI A (2012) Minimally invasive plate osteosynthesis in small animals: radius and ulna fractures. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 983-996.
- HUDSON CC, POZZI A, LEWIS DD (2009) Minimally invasive plate osteosynthesis: applications and techniques in dogs and cats. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 22(3), 175-182.
- HULSE D (2012) MIPO techniques for the humerus in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 975-982.
- JOHNSON AL (2017) Ortopedik Cerrahinin Temelleri ve Kırık Sağaltımı. In Küçük Hayvan Cerrahisi, Ed THERESA WELCH FOSSUM, 4. baskı çevirisi, Medipres, pp: 1033–1212.
- JOHNSON AL, KNELLER SK, WEIGEL RM (1989) Radial and tibial fracture repair with external skeletal fixation: effects of fracture type, reduction, and complications on healing. *Vet Surg*, 18, 367–372.
- JOHNSON AL, SMITH CW, SCHEFFER DJ (1998) Fragment reconstruction and bone plate fixation versus bridging plate fixation for treating highly comminuted femoral fractures in dogs: 35 cases (1987–1997). *JAVMA*, 213, 1157–1161.
- KIM SE, HUDSON CC, POZZI A (2012) Percutaneous pinning for fracture repair in dogs and cats. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 963-974.
- KOWALESKI MP (2012) Minimally invasive osteosynthesis techniques of the femur. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 997-1022.

MAHİROĞULLARI M, ÇAKMAK S, KÜRKLÜ M, DÖNMEZ F, KUŞKUCU M (2012) Proksimal femur kırıklarının tedavisinde minimal invaziv cerrahi ve kilitli plak uygulaması. *TOTBİD Dergisi*, 11(1), 49-54.

NOLTE DM, FUSCO JV, PETERSON ME (2005) Incidence of and predisposing factors for nonunion of fractures involving the appendicular skeleton in cats: 18 cases (1998–2002). *JAVMA*, 226, 77–82.

ÖZTAŞ E, AVKİ S (2015) Evaluation of Acrylic Pin External Fixation (APEF) System in Metacarpal Fractures of Newborn Calves: Cheap But Effective? *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 21(3), 433-436.

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 Br*, 84, 1093–1110.

PEIRONE B, ROVESTI GL, BARONCELLI AB, PIRAS L (2012) Minimally invasive plate osteosynthesis fracture reduction techniques in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 873-895.

PIERMATTEI DL, FLO GL, DECAMP CE (2006a) Brinker, Piermattei, and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair. 4th edition, Elsevier Saunders, pp 69-99.

PIERMATTEI DL, FLO GL, DECAMP CE (2006b) Fractures of the tibia and fibula. In Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair. Ed. L FARTHMAN, St. Louis, MO, Saunders Elsevier, pp 633–660.

POZZI A, LEWIS D (2009) Surgical approaches for minimally invasive plate osteosynthesis in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 22(4), 316-320.

PRIEUR WD, SUMMER-SMITH G (1984) General considerations. In Manuel of Internal Fixation in Small Animals, Ed. WO BRINKER, RB HOHN, WD PRIEUR, Springer-Verlag, Würzburg, Germany, pp 1-80.

REDFERN DJ, SYED SU, DAVIES SJM (2004) Fractures of the distal tibia: minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury*, 35, 615–620.

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). *JAVMA*, 223, 330–335.

ROVESTI GL, BOSIO A, MARCELLIN-LITTLE DJ (2007) Management of 49 antebrachial and crural fractures in dogs using circular external fixators. *J Small Anim Pract*, 48, 194–200.

SARRAU S, MEIGE F, AUTEFAGE A (2007) Treatment of femoral and tibial fractures in puppies by elastic plate osteosynthesis: a review of 17 cases. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 20, 51–58.

SCHMÖKEL HG, STEIN S, RADKE H, HURTER K, SCHAWALDER P (2007) Treatment of tibial fractures with plates using minimally invasive percutaneous osteosynthesis in dogs and cats. *J Small Anim Pract*, 48, 157–160.

TANAKA T (2007) Decision making and preoperative planning. In: AO Manual of Fracture Management, Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO). Editors: Tong GO, Bavonratanevech S, Stuttgart, Thieme, 12, 78-99.

TONG GO, BAVONRATANAVECH S (2007) Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) (1 ed), AO Publishing, Davos, Switzerland.

WAGNER M, FRIGG R (2006) Internal fixators-concepts and cases using LCP and LISS. Georg Thieme Verlag, New York, AO Publishing, 1-57.

YALIZ ND (2016) Köpeklerde Tibia Kırıklarının Minimal İnvaziv Plak Osteosentez (MİPO) ile Sağaltımı. Yüksek lisans Tezi. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

YURDAKUL M, SAğLAM M (2009) Kedi ve Köpeklerde ekstremitte uzun kemiklerinin diyafizer kırıklarının sağaltımında uygulanan biyolojik osteosentez tekniklerinin klinik değerlendirilmesi. *Ankara Univ Vet Fak Derg*, 56, 31-36.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Mehmet Özay BEDİZCİ
Doğum Yeri ve Yılı : İzmir / 02 Nisan 1979
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
T.C. Kimlik No : 42829510988
Telefon No : 0535 2893777
Elektronik Posta : ozaybedizci@hotmail.com
İletişim Adresi : Barbaros Mh. Sedir Sk. Loftnar Sit. J Blk. No: 1/2 Çanakkale



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise: İzmir Selma Yiğitalp Lisesi, 1996, İzmir
Lisans: Akdeniz Üniversitesi, Burdur Veteriner Fakültesi, 2003
Yüksek Lisans: Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner Cerrahi Anabilim Dalı (*devam ediyor*)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl (Mesleki Deneyim):

1. Akademi Veteriner Sağlık Merkezi, Antalya, 2003-2005.
2. Petcity Veteriner Kliniği, Çanakkale, 2006-devam ediyor.
3. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Deniz Kaplumbağaları Araştırma ve Uygulama Merkezi (gönüllü veteriner hekimliği hizmetleri), 2015-devam ediyor.
4. Lampedusa Turtle Group, Centro Soccorso Tartarughe Marine Lungomare Luigi Rizzo 92010 Lampedusa, AG, Italy, (gönüllü veteriner hekimliği hizmetleri), 2015-devam ediyor.

Yayınları:

1. Kuşcu AA, Bedizci MÖ, Avki S, Türütoğlu H (2014): Overlooked infection in a dog with degenerative discospondylitis and hip joint osteoarthritis: Ruminant originated brucellosis. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 20(6), 983-984.
2. Kuşcu AA, Bedizci MÖ, Avki S, Türütoğlu H (2014): Dejeneratif diskospondilitis ve koksafemoral osteoartritli bir köpekte gözden kaçan enfeksiyon: Ruminant kökenli brusellozis. *XIV. Ulusal Veteriner Cerrahi Kongresi*, Bildiri Özetleri Kitabı s:215-216, 23-26 Ekim, Antalya.
3. Sönmez B, Sert M, Kayıkçı S, Bedizci MÖ, Yalçın-Özdilek Ş (2017): A two-headed green sea turtle (*chelonina mydas*) hatchling on Samandağ beach, Turkey. *Russian Journal of Herpetology*, 24, 2, 158-162.