



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KÖPEKLERDE UZUN KEMİK KIRIKLARININ  
SAĞALTIMINDA MİNİMAL İNVAZİV PLAK  
OSTEOSENTEZİ (MİPO) YÖNTEMİNİN KLİNİK VE  
RADYOGRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Volkan ÖZDEMİR**

**CERRAHİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Ümit KAYA**

**ANKARA  
2019**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÖPEKLERDE UZUN KEMİK KIRIKLARININ  
SAĞALTIMINDA MİNİMAL İNVAZİV PLAK  
OSTEOSENTEZİ (MİPO) YÖNTEMİNİN KLİNİK VE  
RADYOGRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Volkan ÖZDEMİR**

**CERRAHİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. Ümit KAYA**

**ANKARA  
2019**

## ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Yüksek Lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Köpeklerde Uzun Kemik Kırıklarının Sağaltımında Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO) Yönteminin Klinik ve Radyografik Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Volkan ÖZDEMİR

Tarih: 29.08.2019

İmza:



## KABUL VE ONAY

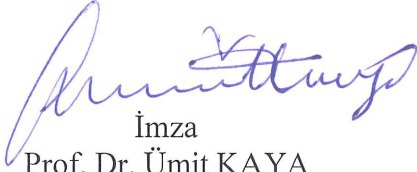
Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Cerrahi Anabilim Dalında  
Volkan ÖZDEMİR tarafından hazırlanan  
“ Köpeklerde Uzun Kemik Kırıklarının Sağaltımında Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi  
(MİPO)  
Yönteminin Klinik ve Radyografik Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması  
Aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak  
OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 29.08.2019



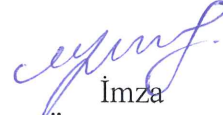
İmza

Prof. Dr. Ömer BEŞALTI  
Ankara Üni.Vet.Fak. Cerrahi Anabilim Dalı  
Jüri Başkanı



İmza

Prof. Dr. Ümit KAYA  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
(Danışman)



İmza

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Volkan  
YAPRAKÇI  
Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner  
Fakültesi

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza

Prof.Dr.Mehmet AKAN  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

# İÇİNDEKİLER

<b>Etik Beyan</b>	ii
<b>Kabul ve Onay</b>	iii
<b>İçindekiler</b>	iv
<b>Önsöz</b>	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Çizelgeler	x
<b>1. GİRİŞ</b>	1
1.1. Anatomi	1
1.1.1. Humerus	1
1.1.2. Antebrachium	3
1.1.3. Femur	6
1.1.4. Tibia	8
1.2. Kırık iyileşmesi	11
1.3. Biyolojik osteosentez	15
1.4. Minimal invaziv osteosentez	16
1.4.1. Biyolojik fiksasyon ve minimal invaziv plak osteosentezi (Mipo)	17
1.4.2. Cerrahi planlama	21
1.4.2.1. Hastanın pozisyonu	22
1.4.2.2. İmplant seçimi	22
1.4.2.2.1. Plak ve vida tipi	23
1.4.2.2.1.1. Konvansiyonel plaklar	23
1.4.2.2.1.2. Kilitli plaklar	23
1.4.2.2.1.3. Hibrid vida uygulaması	25
1.4.2.2.2. Plak boyu	27
1.4.2.2.3. Vidaların yerleşimi	28
1.4.2.2.4. Vida sayısı	30
1.4.2.3. Ensizyon	30
1.4.2.4. Redüksiyon	32
1.4.2.4.1. İndirekt redüksiyon teknikleri	32

1.4.2.4.2. Direkt redüksiyon teknikleri	34
1.5. Köpeklerde MİPO için operatif yaklaşımlar	35
<b>2. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	41
2.1. Gereç	41
2.1.1. Çalışma materyalini oluşturan olgular	41
2.1.2 Çalışmada kullanılan aletler	41
2.1.3. Kırık değerlendirilmesi	41
2.1.4. Mekanik faktörler	42
2.1.5. Klinik faktörler	45
2.2. Yöntem	45
2.2.1. Operasyon öncesi hazırlık	45
2.2.2. Anestezi ve operasyon bölgesinin hazırlığı	45
2.2.3. Operasyon bölgesine yaklaşım	46
<b>3. BULGULAR</b>	51
3.1. Çalışmada kullanılan hayvanlara ait bilgiler	51
3.2. Çalışmada kullanılan hayvanların kırık bulguları	53
3.3. Operasyon sonrası dönem ve komplikasyonlar	54
<b>4.TARTIŞMA</b>	58
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	60
<b>ÖZET</b>	61
<b>SUMMARY</b>	62
<b>KAYNAKLAR</b>	63
<b>EKLER</b>	66
EK 1: Etik Kurul Yazısı	66
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	67

## ÖNSÖZ

Köpeklerde, çoğunlukla trafik kazaları, ateşli silah yaralanmaları ve küt travmalar sonucu şekillenen uzun kemik kırıklarının sağaltımı amacıyla günümüze kadar gelen süreçte birçok uygulama ve teknik denenmiştir. Bu uygulamalardan birisi olan plak uygulamasının minimal invaziv teknik ile uygulanması kırık hattının biyolojik ortamının korunması ve iyileşmenin daha hızlı şekillenmesini amaçlayan biyolojik osteosentez için çok iyi bir örnek oluşturur.

Bu çalışmada, köpeklerde uzun kemik kırıklarının sağaltımı için kullanılan minimal invaziv plak uygulaması ve biyolojik osteosentez ve bu uygulamaların iyileşme sürecine katkısı ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

Bu tez çalışmasının konu seçiminde ve hazırlanmasında yardımcı olan ve hiçbir desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Ümit KAYA'ya, tez hazırlama sürecindeki yardımlarından dolayı, Cerrahi Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri ve Araştırma Görevlilerine teşekkür ederim.

## SİMGELER VE KISALTMALAR

a	Arter
LCP	Kilitli kompresyon plağı
lig	ligamentum
m	musculus
MIPO	Minimal invaziv plak osteosentezi
n	Nervus
OBDNT	Aç fakat dokunma
ORIF	Açık redüksiyon ve internal fiksasyon
proc	Proccesus
TARPO	Transartiküler perkütan plak osteosentezi
v	Vena



## ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Humerusun kaudal görüntüsü ve anterioposterior radyografisi	1
Şekil 1.2. Humerusun lateral görüntüsü ve mediolateral radyografisi	2
Şekil 1.3. Humerusun derin kasları	3
Şekil 1.4. Radiusun kaudal, ulnanın kranial yüzü, anterioposterior radyografi	4
Şekil 1.5. Fascia antebrachia ile kranial görüntü	5
Şekil 1.6. Femurun lateral yüzü ve mediolateral radyografi	6
Şekil 1.7. Femur kranial görüntüsü ve anterioposterior radyografi	7
Şekil 1.8. Superficial kasların lateral görüntüsü	8
Şekil 1.9. Tibia kranial yüzü ve anterioposterior radyografi	9
Şekil 1.10. Tibia lateral yüzü ve mediolateral Radyografi	10
Şekil 1.11. Os Cruris Kasları	11
Şekil 1.12. Klasik kırık iyileşmesinin şematik görünümü	13
Şekil 1.13. LISS plak sistemi ve rehberi	19
Şekil 1.14. Kilitli plak	24
Şekil 1.15. Combine delikli LCP plağı	25
Şekil 1.16. Vida çeşitleri	26
Şekil 1.17. İmplant seçimi	27
Şekil 1.18. Plakta çalışma mesafesi	28
Şekil 1.19. Collinear klemp	34
Şekil 1.20. Humerusa lateral minimal invaziv plak osteosentezi yaklaşımı	36
Şekil 1.21. Radiusa kranyomedial minimal invaziv plak osteosentezi yaklaşımı	37
Şekil 1.22. Femura lateral minimal invaziv plak osteosentezi yaklaşımı	39
Şekil 1.23. Tibiaya medialden minimal invaziv plak osteosentezi yaklaşımı	40
Şekil 2.1. Mekanik faktör skalası	43

<b>Şekil 2.2.</b> Tibiada medial, radius-ulnada kranialateral yüzeyden MİPO operatif yaklaşım ensizyonları	46
<b>Şekil 2.3.</b> Alt ve üst ensizyonlardan sonra kemiğe paralel plak yerleştirilecek tünelin oluşturulması	47
<b>Şekil 2.4.</b> Redüksiyon amaçlı traksiyon uygulamak için radius distaline transversal pin uygulaması	47
<b>Şekil 2.5.</b> Mipo amaçlı redüksiyon sağlandıktan sonra plağın yerleştirilmesi	48
<b>Şekil 2.6.</b> Mipo amaçlı açılan ensizyonlardan vida deliklerine vida uygulaması	48
<b>Şekil 2.7.</b> Mipo uygulamasında vida deliklerine vida uygulaması ile operasyonun sonlandırılması	49
<b>Şekil 2.8.</b> Mipo uygulama kırık iyileşmesini takiben vidaların uzaklaştırılması sonrası plak alımı	50
<b>Şekil 3.1.</b> Kırıkların kemiklere göre dağılımı	52
<b>Şekil 3.2.</b> Kırıkların oluşum sebeplerine göre dağılımı	52
<b>Şekil 3.3.</b> Olgu no 1'in operasyon öncesi, ve plak alındıktan sonrası radyografileri	53
<b>Şekil 3.4.</b> Olgu no 5'in operasyon öncesi ve plak alındıktan sonrası radyografileri	54
<b>Şekil 3.5.</b> Olgu no 4'ün operasyon öncesi ve MİPO sonrası radyografileri	56
<b>Şekil 3.6.</b> Olgu no 7'nin 10. gün radyografileri	57

## ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Biyolojik faktör skalası	44
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan hayvanlara ait bilgiler	51



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Anatomi

### 1.1.1. Humerus

Ön extremitenin üst ucunda scapulanın cavitas glenoidalis ile omuz eklemine oluşturan caput humeriye sahiptir. Caput humerinin ön tarafında tuberculum majus lateral de, tuberculum minus medialde yer alır. Caput humeri arka ve alt kısmında collum humeriye oluşturur. Tuberculum majusa m.supraspinatus tutunur. Dış yüzüne m.infraspinatus yapışır. M.biceps brachiiinin tendosu, tuberculum majus ve minus arasında bulunan sulcus intertubercularisten geçer (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



**Şekil 1.1.** A: humerusun kaudal görüntüsü B: Humerusun anteroposterior radyografisi (Evans ve Lahunta, 2013).

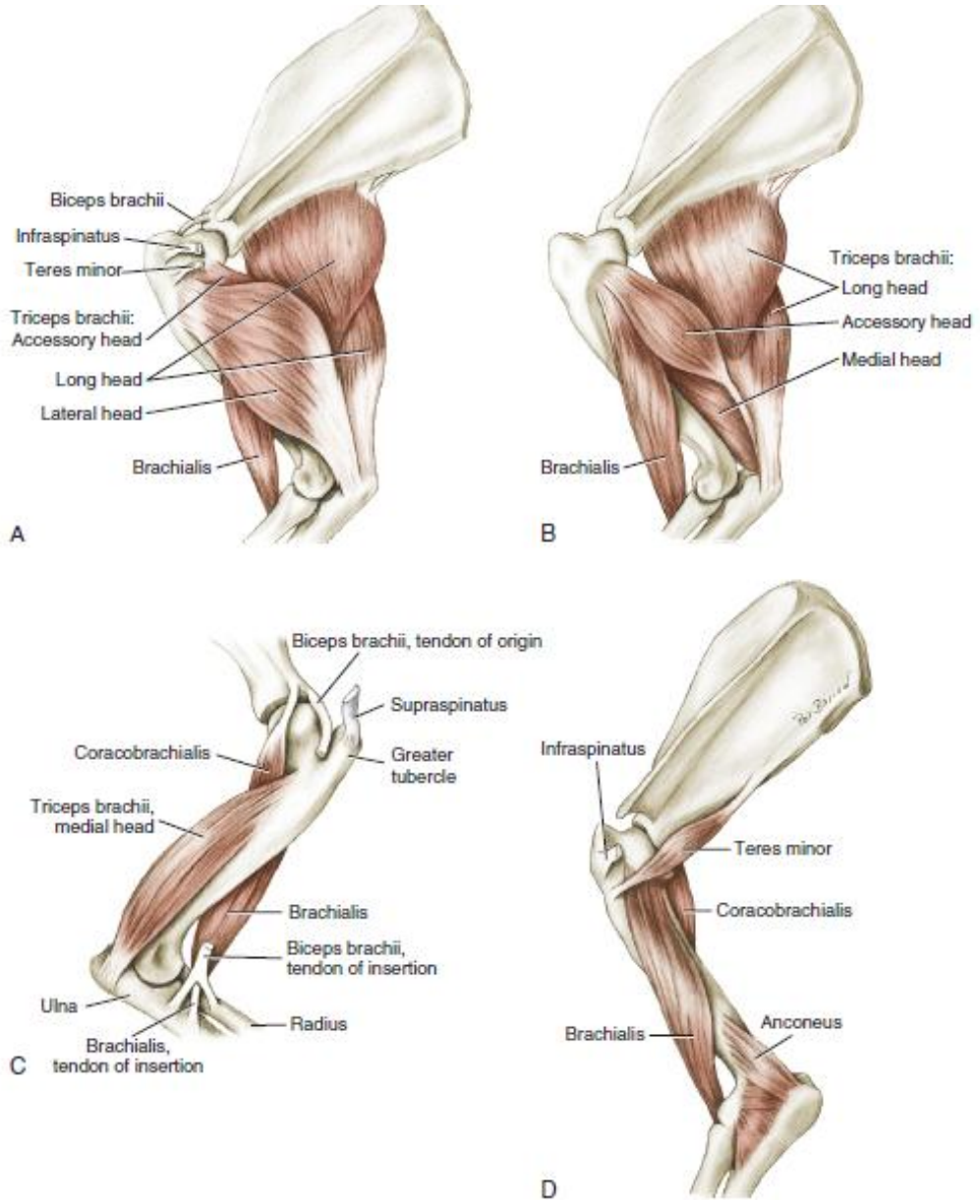
Humerusun gövdesini oluşturan corpus humeri, üzerinde tuberositas teres major, sulcus m.brachialis ve tuberositas deltoidea olarak isimlendirilen üç önemli oluşumu

bulundurur. M.brachialis, sulcus m. brachialis doldururken, tuberositas deltoideaya m. deltoideus; tuberositas teres majora ise m. teres major ve m. latissimus dorsi yapışır (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



**Şekil 1.2.** A: humerusun lateral görüntüsü B: humerusun mediolateral radyografisi (Evans ve Lahunta, 2013).

Humerusun alt kısmında bulunan medial ve lateral kondil şeklinde isimlendirilen iki yapının birleşmesiyle kemiğin distal bölümünde oluşan yapıya trochlea humeri denir, trochleanın caudalinde yer alan ve kasların yapıştığı çıkıntılara lateral ve medial epikondil adı verilir. Humerusun kondillerinin üst ve arka yüzünde yer alan derin çukurluğa fossa olecrani denir. Medial epikondilin arka kısmında yer alan m. flexor digitorum superficialis ve m. flexor carpi ulnaris; epicondilus lateralisten ise bacağın dorso lateralinde yer alan kasların m. extensor carpi radialis, m. extensor digitorum communis ve m. extensor carpi ulnaris orjin alır. Bu kaslar; n. ulnaris, n. radialis ve n. medianus tarafından innerve olurlar (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



**Şekil 1.3.** Humerusun derin kasları A: lateral görüntü B: triceps kasının kaldırılması sonucu görüntü C: m. Biceps brachii'nin kaldırılması sonucu medial görüntü D: m. triceps brachii kasının kaldırılması sonucu caudolateral görüntü (Evans ve Lahunta, 2013).

### 1.1.2. Antebrachium

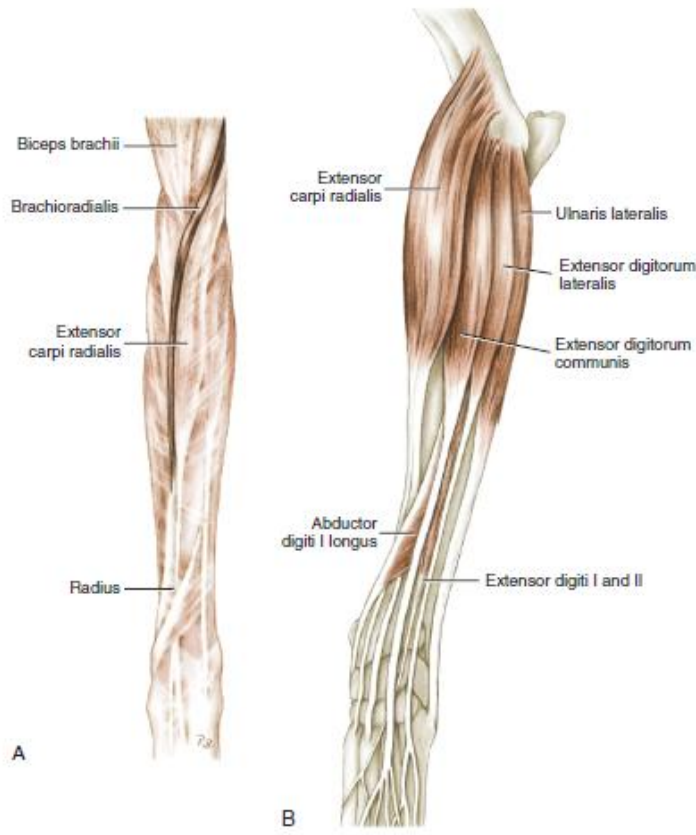
Antebrachium birbirinden ayrı ve paralel şekilde bulunan radius ve ulna kemiklerinden oluşur ve birbirleriyle üst ve alt uçlarında eklemleşmişlerdir. Radiusun üst ucu kalınlaşarak caput radii'yi oluşturur. Trochlea humeri için fovea capitis radii

olarak isimlendirilen eklem çukuru caput radii üzerinde bulunur. Arculatio cubiti olarak adlandırılan dirsek eklemi art. Humeroradialis, art. humeroulnaris ve art. radioulnaris proksimalis olarak isimlendirilen üç ayrı eklemden oluşur. Collum radii'nin ön ve iç tarafında yer alan tuberositas radii'ye m. biceps brachii ve m. brachialis tutunur (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



**Şekil 1.4.** A: sol radiusun kaudal yüzü, sol ulnanın cranial yüzü. B: anteroposterior radyografi (Evans ve Lahunta, 2013).

Radius distalinde alt uç genişleyerek makara şeklinde trochlea radii yapar, üzerindeki eklem yüzlerine fascies articularis carpea adı verilir. Bununla beraber radiusun lateralinde distale doğru uzanan proc. styloideus lateralis ve medial yüzünde ise proc. styloideus medialis yer alır. Bu bölgede yer alan eklem yüzü ulnanın incisura ulnarisine uyarak articulatio radioulnaris distalis şekillendirilir (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



**Şekil 1.5.** A: fascia antebrachia ile kranial görüntü. B: superficial antebrachial kaslar (Evans ve Lahunta, 2013).

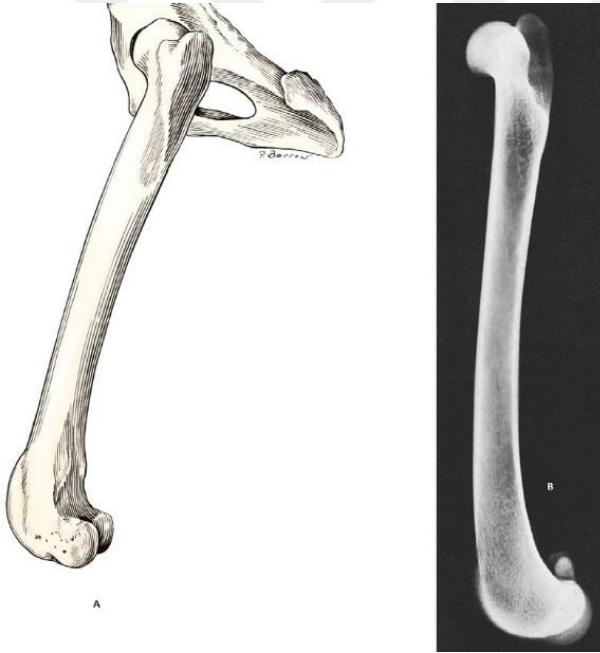
Ulna, antebrachiumu oluşturan radiustan daha ince bir kemiktir. Radius seviyesini aşarak olecranon denen dirsek çıkıntısını oluşturur. Olecranonun, m.triceps brachii'nin tutunduğu serbest ucuna da tuber olecrani adı verilir. Radius ile arasında oluşan boşluğa spatium interosseum antebrachii denir. Olecranonun eklem yüzünde, ekleme doğru uzanan çıkıntıya proc. anconeus adı verilir (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013; Nur, 2014).

M. anconeus ve m. tensor faciae antebrachii kasları, olecranona yapışır. Tuber olecraniiden karpal kemiklere doğru uzanan m. fleksor carpi ulnarisin caput ulnare kısmı tuber olecraniiden başlar. M. Brachioradialis, m.ekstensor carpi radialis, m. ekstensor digitorum communis ve lateralis, m. ekstensor carpi ulnaris, m. supinator, m. ekstensor carpi obliquus kasları bu bölgeden başlar. Bu kasların hepsini n. radialis innerve eder (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



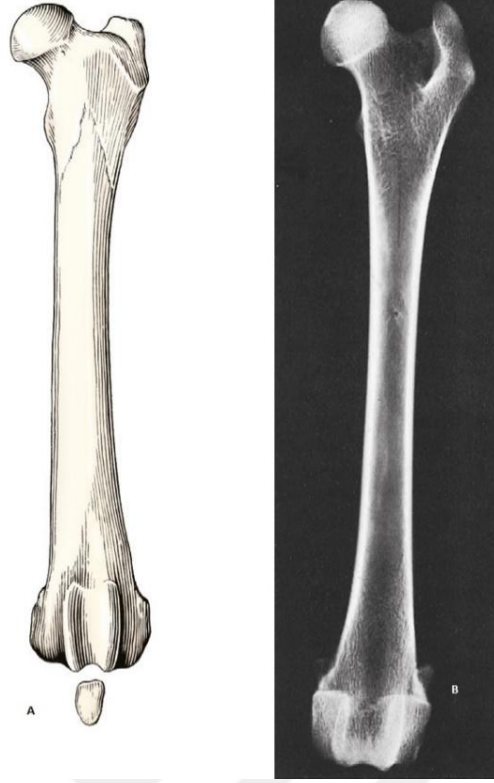
### 1.1.3. Femur

Femur, canlı sistemindeki en uzun, en sağlam, medüller kanalı en geniş olan ve en kalın kemiğidir. Femurun üst kısmında bulunan caput ossis femoris, acetabulum ile eklem yapar. Caputun dış tarafındaki çıkıntıya trochanter major denir. Caput femorisin ortasında veya alt kenarında yer alan ve lig. capitis ossis femorisin yapıştığı çukura fovea capitis femoris adı verilir. Collum femoris, caput femoris ile kas çıkıntıları arasında daralmış kısımdır. Bu çıkıntıya m. gluteus medius, m. gluteus profundus ve m. gluteus superficialis yapışır. Caputun distalinde collum femoriste bulunan küçük çıkıntı trochanter minördür ve bu çıkıntıya m. iliopsoas yapışır (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



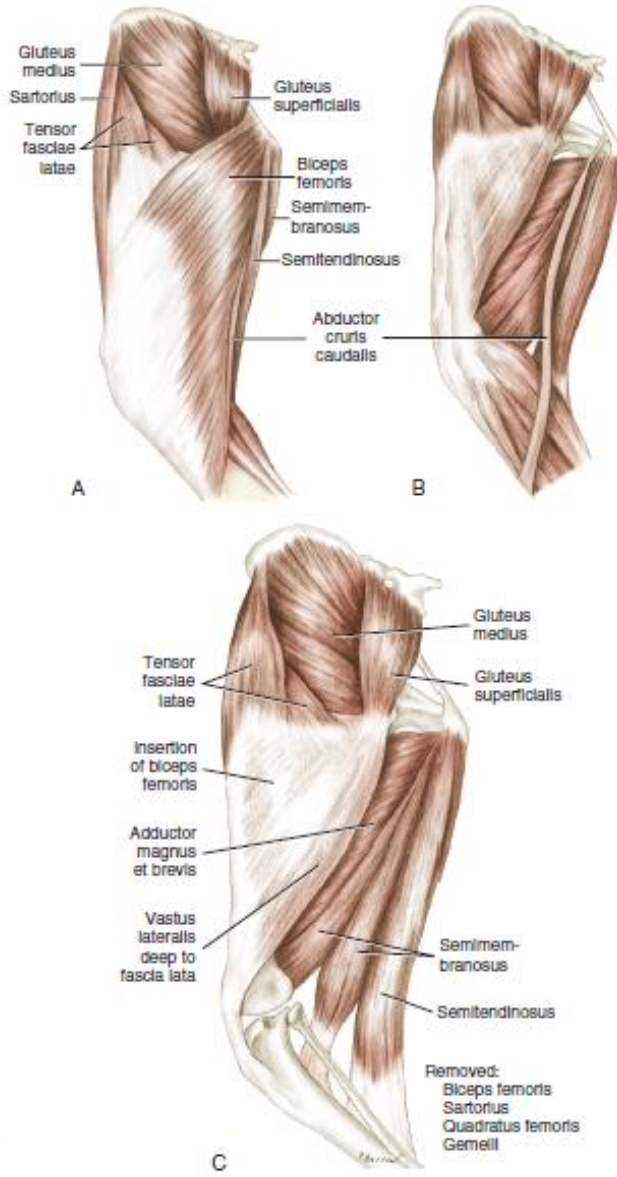
**Şekil 1.6.** A: sol femurun lateral yüzü. B: mediolateral radyografi (Evans ve Lahunta, 2013).

Femur arka yüzünde facies aspera denilen bölgeye m. pectineus ve m. adductor kasları yapışır. Bu yüzün alt kısmında bulunan, m. fleksor digitorum superficialis ve m. gastrocnemiusun caput lateralisinin başladığı bu bölge ise facies poplitea şeklinde isimlendirilir (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



**Şekil 1.7.** A. sol femur cranial görüntüsü B. anteriyoposterior radyografi (Evans ve Lahunta, 2013).

Femur distal ucu lateral ve medial kondil olmak üzere iki yuvarlak yumru tarafından oluşturulur. Diz ekleminin oluşumuna da katılan bu kondiller m. gastrocnemiinin eklemleşmesine izin veren bir eklem yüzü taşır. Lateral kondilin dış yüzeyindeki çukurlardan m. popliteus ve m. ekstensor digitorum longus köken alır. Kondillerin ön tarafında patella ile eklemleşen trochlea femoris yer bulunur (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013; Nur, 2014).



**Şekil 1.8.** A. superficial kasların lateral görüntüsü B. biceps femoris kaldırıldıktan sonra superficial kasların lateral görüntüsü C. internal obturator kasın kaldırılması sonucu derin kasların lateral görüntüsü (Evans ve Lahunta, 2013).

#### 1.1.4. Tibia

Tibia, fibula ile birlikte os cruris oluşturur. Tibia, proximal epifiz, diyafiz ve distal epifiz olmak üzere üç bölümden oluşur. Tibianın distal epifiz tarsal kemiklerle eklemlenir. Tibianın üst eklem yüzeyini, femurun lateral ve medial kondili ile

eklemleşmesi için tibia'nın proximal epifizinde yer alan iki düz kondilus oluşturur. Üst ucunun ön tarafında tuberositas tibia denilen çıkıntı bulunur ve buraya m. quadriceps femoris yapışır (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



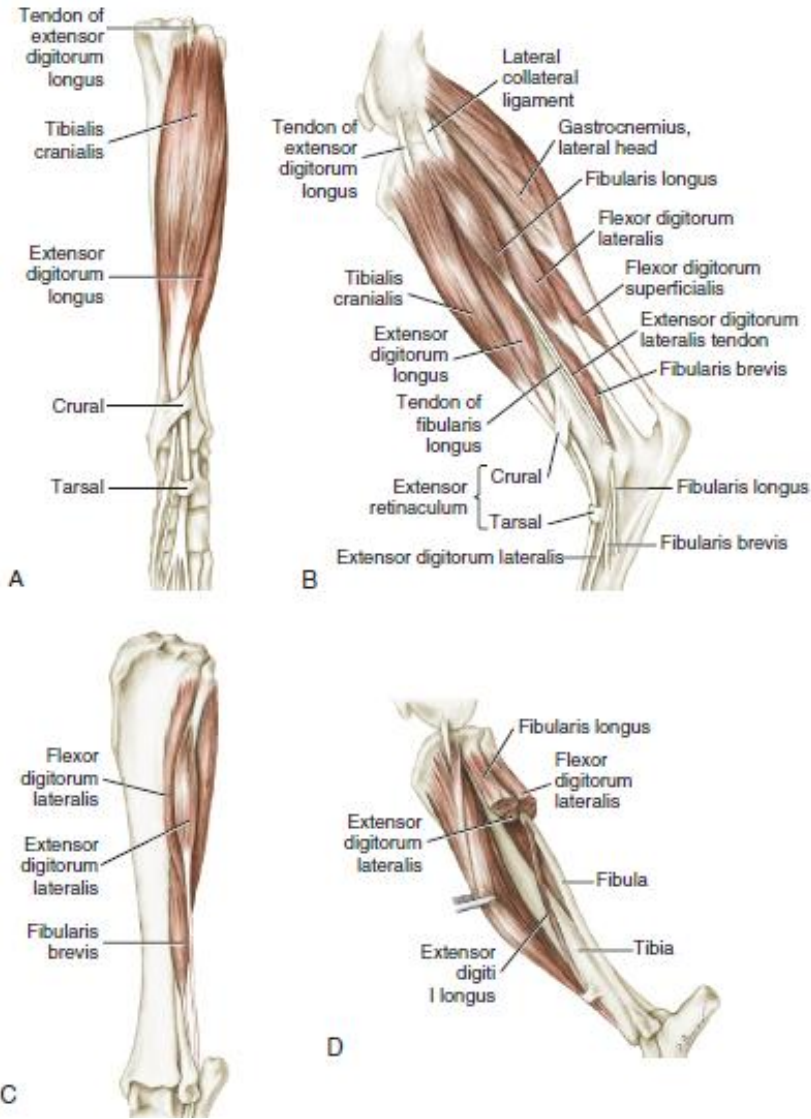
**Şekil 1.9.** A. sol tibia cranial yüzü B. anteroposterior radyografi (Evans ve Lahunta, 2013).

Tibia'nın diyafizer bölümünün kesiti üçgene benzer şekliyle, facies medialis, lateralis ve kaudalis olarak isimlendirilen üç yüzü vardır. Üç yüzey arasında özellikle kemiğin üst yarımında daha da belirginleşen margo cranialis, margo medialis ve margo lateralis denilen kenarlar bulunur. Margo cranialisin yanında, büyük ırklarda daha belirgin olarak izlenen ve m. semitendinosus, gracilis ve sartorius kaslarının sonlandığı kısımlar mevcuttur. Margo lateralisinde, proksimal kısmında m. fleksor hallucis longus yer alır (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013; Nur, 2014).



Şekil 1.10. A. sol tibia lateral yüzü B. mediolateral radyografi (Evans ve Lahunta, 2013).

Tibianın distal bölümünde, üzeri eklem yüzü ile kaplı cochlea tibia adı verilen bölüm bulunur. Cochleanın iç yüzeyinde uzayan çıkıntı malleolus medialis adını alır ve buraya m.fleksor digitorum longusun tendosu yapışır (Dursun, 2002; Evans ve Lahunta, 2013).



**Şekil 1.11.** Sol os cruris kaslar A. superficial kasların cranial görüntüsü B. süperficial kasların lateral görüntüsü C. derin kasların craniolateral görüntüsü D. derin kasların lateral görüntüsü (Evans ve Lahunta, 2013).

## 1.2. Kırık İyileşmesi

Kırık iyileşmesi, kırık oluşumu ile başlar ve skar formasyonu oluşturmaksızın gerçekleşen özelleşmiş bir yara iyileşmesi formudur (Schiller, 1988). Yumuşak dokudan farklı olmasının nedeni osteoblastların ve osteoklastların aktivasyonu ile yapılmış kalsifiye kemik dokusu oluşmasıdır (Montavon ve Voss, 2009).

Kırık oluşumunu takip eden sürede kemikteki bütünlüğün yeni baştan sağlanabilmesi için organizmada rejeneratif değişiklikler meydana gelir ve bunlar üç aşamadan oluşur (Gemmil ve Clements, 2016).

- İnflamatuvar (yangı) dönemi
- Reperasyon (yenilenme) dönemi
- Remodelizasyon (yeniden şekillenme)

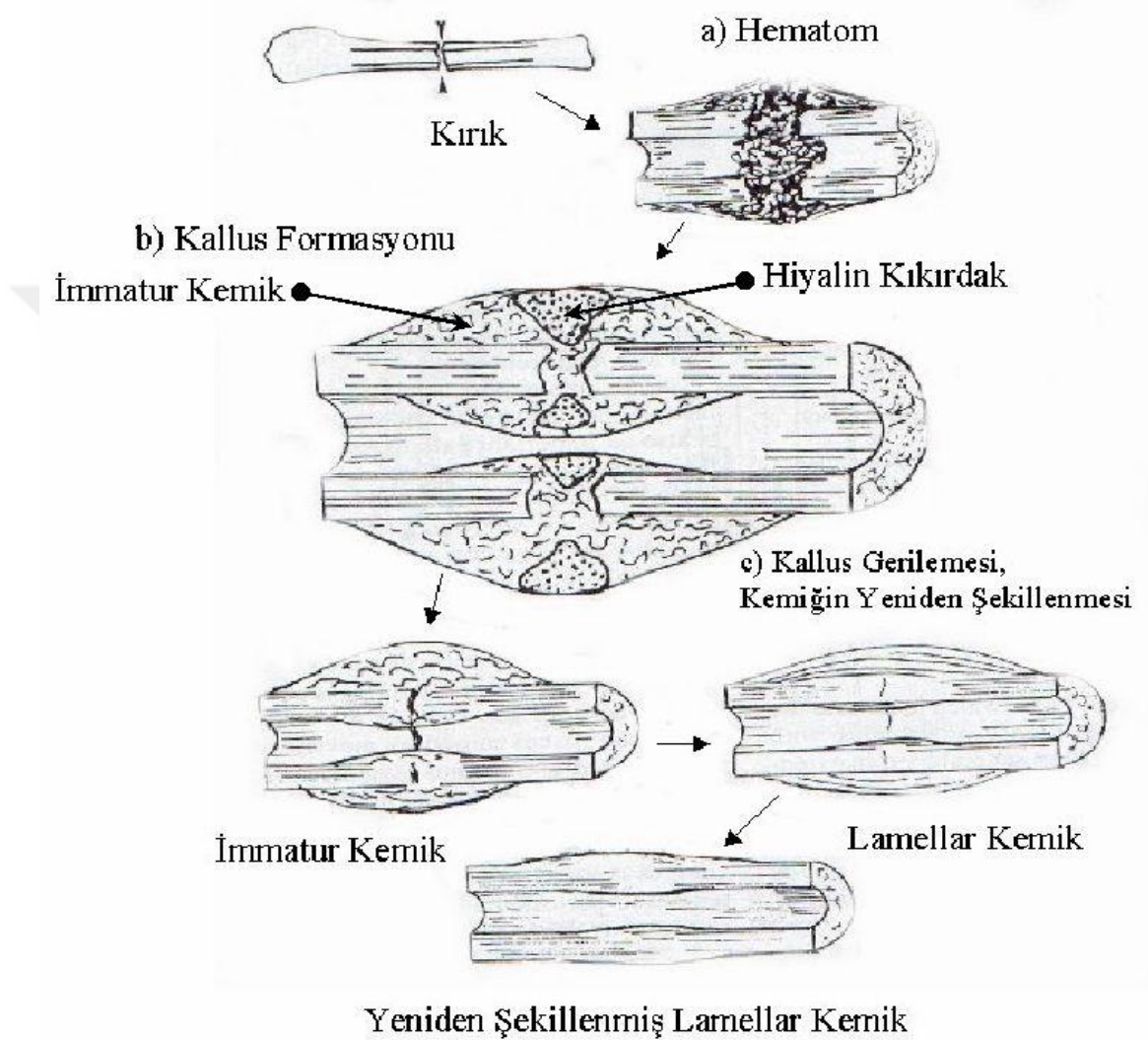
Bu dönemler birbiri ile ilişkilidir ve biri bitmeden diğeri başlayarak devam eder.

İnflamatuvar (yangı) dönemi; kırık oluşumu ile birlikte yangı başlar. Yangı kallus şekillenmesinde önemli bir rol oynar. Kırık uçlar arasında oluşan hematom, periost tarafından ya da periosta yırtılmış ise bölgedeki sağlam yumuşak dokular tarafından azda olsa mekanik bir stabilite oluşturur. Kırık hattına gelen fibroblastlarda kollajen salgılayarak kırık uçlarının birbirine bağlanmasını ve erken granülasyon dokusu oluşumunu başlatır. Kırık uçlarda başlayan nekroz ve kemik hematomunda bulunan ölü hücrelerden salınan inflamatuvar hücrelerin (polimorf çekirdekli lökositler, lenfosit ve makrofajlar) kırık bölgesine gelmesine yol açar. 2-3 hafta sürer (Gemmil ve Clements, 2016).

Reperasyon (yenilenme) döneminde inflamasyon hücreleri nekrotik dokuları rezorbe ederken fibroblastlar bölgeye ulaşarak yenilenme dönemini başlatırlar. Kırık bölgesinde ki pıhtıdan kaynaklanan fibrin ağları ve fibroblastlardan salgılanan kollajenlerin oluşturduğu erken granülasyon dokusuna bir hafta sonra osteoblast ve kondroblastların katılımıyla bol kollajen iplik içeren fibröz kallus şekillenir. Kırık hattındaki hücreler kemiğin onarımına yardımcı olur. Kırıkta ve kemik doku kondroblast ve osteoblastların gelişimiyle oluşur. Prokallus daha sonra hiyalin kırıktağa dönüşerek kırıkta kallus (geçici kallus) adını alır. Prokallus, yerini yavaş yavaş kemiksi kallusa bırakır. Bu aşamaya ulaşmak yaklaşık 4-6 haftalık bir süre alır (Gemmil ve Clements, 2016).



Remodelizasyon (yeniden şekillenme) dönemi; kırık, kallus ile bağlandığı zaman üçüncü dönem başlar. Oluşan kallus normal kemik iliği aşamasına ulaşıncaya kadar osteoklastlar tarafından yıkımlanır. Bunun sonucunda havers sistemi bulunan lamellar kemik yapısı şekillenir (Altunatmaz, 2004).



**Şekil 1.12.** Klasik kırık iyileşmesinin şematik görünümü, a) Kırık bölgesinde hematoma şekillenir, b) Hematomun kallus formasyonuna (immatur kemik ve nivalin kıkırdak) dönüşümü, c) Kallus immatur kemiğe dönüştükten sonra yeniden şekillenme aşamasının başlayıp ve uzun süre devam ettiği (Altunatmaz, 2004).

Kemik iyileşmesinin hızı ve kalitesi büyük ölçüde kırık bölgesine yeterli kan akışına ve kırık hattının stabilitesine ilişkilidir. Yetişkin hayvanların diyafizyal kemik



kalınlığının yaklaşık üçte ikisinin kan ihtiyacı intraosseöz arter tarafından, dış üçte birinin kan ihtiyacı ise ekstraosseöz olarak sağlanır. Genç hayvanlarda kemik beslenmesi ekstraosseöz olarak, kalın periosttan sağlanırken, diyafizer kemik kalınlığının sadece üçte biri intraosseöz arter aracılığı ile sağlanır (Gemmill ve Clements, 2016).

Kortikal kemik iyileşmesi, primer (doğrudan) ve sekonder (dolaylı) kemik iyileşmesi olarak sınıflandırılır. Primer iyileşmesi, ekstraosseöz kallus yokluğunda, kırık aralığının direkt osteonal olarak yeniden şekillenme ve köprülenmesi ile karakterizedir. Temaslı iyileşmesi ve aralıklı iyileşme primer kemik iyileşmesinin alt gruplarıdır. Primer kemik iyileşmesi kırık uçlarının anatomik redüksiyonu ve mutlak stabilite gerektirir. Çoğu kırık sekonder kemik iyileşmesi ile iyileşir. Sekonder kemik iyileşmesi, prekürsör dokuların transformasyonu sayesinde kemik oluşumu ile karakterizedir. Bir kırık aralığında mevcut olan ilk doku, kırık hematodur. Fibrokartilagenin daha sonra yavaşça granülasyon dokusunun yerini alır. Bunu takip eden yumuşak kallusun mineralizasyonu ve fibrokartilagenin endokondral salınımı, radyografilerde görünür hale gelen kemik kallusunun başlangıcını işaret eder. Kemiksel kallus kırılma aralığının içinde ve çevresinde bulunur. Son adım, başlangıçta örgütlenmemiş kemiğin birkaç ay süren bir işlem olan lameller kemiğe yeniden şekillenmesidir. Bu kademeli olarak dokuların kemiğe dönüşümünün amacı, kırılma bölgesinde stabiliteyi arttırmaktır. Parçalı kırıklarda; boşluklar, parçaların yer değiştirmesi sebebiyle paylaşılr ve bu nedenle instabiliteye tek kırılma boşluklarından daha toleranslıdır. Bir kırık bölgesindeki hareket, kemik doku oluşturma toleransını aşarsa, fragmanlar arası sürtünmeyi azaltmak için iki ana mekanizma mevcuttur. İlk olarak, kırılma uçları kırık boşluğunu genişletmek ve dolayısıyla bölgeler arası sürtünmeyi azaltmak için osteoklastlar tarafından absorbe edilir. Bu daha çok basit kırıklarda olur. İkincisi, yukarıdaki daha önce anlatılan kallus oluşumu, kırılma bölgesinde minimum miktarda hareketle aktive edilir (Perren, 2002).

### 1.3. Biyolojik Osteosentez

Kırıkların sağaltımında biyolojik osteosentez metodu; iyi bir fiksasyon yöntemiyle redüksiyon sağlayıp bölgedeki yumuşak dokuları koruyarak hızlı bir iyileşme sağlamayı amaçlar. Biyolojik iyileşmede travma sonucu kırık uçlarından kaynaklanan doğal damarsal dokulardaki hasardan başka vasküler bir bozukluk söz konusu değildir. Kırık iyileşmesindeki biyolojik potansiyelin korunması ile anatomik redüksiyon arasında bir dengeye gereksinim duyulur (Altunatmaz, 2004; Kaya, 2000).

Kemik iyileşmesi sırasında, biyolojik faktörlerin önemini gösteren bulguların artması kırık hattının korunmasını öne çıkarmıştır. Kırık hattı cerrahi olarak açılmadığından kırık hattındaki hematom bölgeden uzaklaştırılmadığından tamir hücreleri daha hızlı çalışır, büyüme faktörleri proteinler ve trombositler kırık iyileşmesini çabuklaştırırlar (Altunatmaz, 2004; Kaya, 2000).

Anatomik bütünlüğü sağlamak için öncelikle kırık parçalarının normal pozisyonuna getirilmesinden sonra fiksasyon materyaliyle hareketsizliği sağlanıp oluşan yükün kemiğe ve fiksasyon materyaline ortaklaşa dağılımın sağlanması amaçlanır (Altunatmaz, 2004; Kaya, 2000).

Burada en öncelikli hedef iyileşme süresini kısaltmak, harekete en kısa sürede başlatma ve maksimum hasta rahatlığı ile birlikte hastayı normal haline kavuşturmaktır (Altunatmaz, 2004; Kaya, 2000).

Biyolojik osteosentezin başarısı, hasta ve kırık tipine spesifik belirlenmiş stratejiler ve operasyon sırasında çevre dokuları daha az travmaya maruz bırakacak operatif yaklaşımı kullanmaya bağlıdır. Kırık iyileşmesi esnasında oluşabilecek vasküler lezyonları minimuma indirebilecek bir fiksasyon yöntemi seçilmelidir (Altunatmaz, 2004; Kaya, 2000).

Eksternal fiksator ve intramedüller çivi uygulamaları gibi kırığı düzlemsel destekleyen uygulamalar sonucu elde edilmiş başarılı sonuçlar; plaklarında aynı amaçla kullanılmasını gündeme getirmiştir. Kısa ensizyonlar ile indirect redüksiyon kullanılarak uzun kemiklerde gövdede uzatılmış uzun plakla kallus formasyonlu kırık iyileşmesi meydana geldiği görülmüştür (Altunatmaz, 2004; Kaya, 2000).

#### **1.4. Minimal İnvaziv Osteosentez**

Kırık bölgesindeki biyolojik ortamın korunmasının kırık iyileşme sürecindeki öneminin daha iyi anlaşılmasıyla geçtiğimiz 20 yılda internal fiksasyon yöntemleri ile kırık sağaltımında önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Mekanik stabilitenin ön plana çıktığı fiksasyon yöntemleri zamanla yerini biyolojik fiksasyonu destekleyen yöntemlere bırakmıştır. Bununla birlikte diğer cerrahi alanların yanında ortopedik travma cerrahisinde de minimal invaziv yöntemler daha çok tercih edilmeye başlanmıştır (Barnhart ve Maritato, 2019).

Minimal invaziv osteosentez, kemiğe yumuşak dokularda oluşturulan pencerelerden ulaşılarak, dokulara saygılı indirekt redüksiyon yöntemlerinin kullanıldığı, kırığın direkt redüksiyonunu gerektiren durumlarda bunun minimum ek travmaya sebep olarak yapıldığı bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde hastaların operasyon sonrası ağrı yönetimi daha rahat olmakla birlikte rehabilitasyon süreçleri daha kısa ve kolay olmakta, enfeksiyon riskleri azalmaktadır (Barnhart ve Maritato, 2019).

Özellikle kırık redüksiyonu için yapılacak operasyonlarda minimal invaziv yaklaşımların önemi oldukça artmaktadır. Çünkü bir kırık oluşumu sırasında etkilenen sadece kemik doku değildir, kemik ile birlikte bölge yumuşak dokularıda ciddi şekilde hasar görmektedir. Kırık iyileşme sürecinde bölgedeki yumuşak dokular oldukça önemlidir. Kırık oluşumunun ardından kemik beslenmesi için kan tedarikinin önemli bir kısmı çevre yumuşak dokularından sağlanır. Operasyon sırasında, hali hazırda kırık oluşumu sırasında belli ölçüde hasar görmüş olan yumuşak dokular üzerinde

oluşturulacak ek travmanın iyileşme sürecini olumsuz yönde etkileme ihtimali yüksektir. Kırık operasyonları sonrası karşılaşılan en önemli komplikasyonlar kırığın kaynamaması ve enfeksiyon şekillenmesidir. Söz edilen bu komplikasyonların oluşmasının en önemli nedeni operasyon esnasında kırık bölgesi yumuşak dokularında meydana gelen ek hasardır. Minimal invaziv girişimler bu travmayı mümkün olduğunca azaltmayı hedeflemektedir (Barnhart ve Maritato, 2019).

#### **1.4.1. Biyolojik Fiksasyon ve Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MIPO)**

Kırıkların sağaltımı için “göreceli stabilizasyon” tanımının ortaya atılması, plakla gerçekleştirilen osteosentezlerde biyolojik fiksasyon yöntemlerinin daha çok tercih edilmesini gündeme getirmiştir. Bu kavram dahilindeki ilk örneklerinden bir tanesi Blatter ve Weber’e ait dalgalı plak uygulamasıdır. Bu teknik, kırık hattında plağın dalga şeklinde eğilendirilmesiyle kırık bölgesine kan akımının korunmasını amaçlanmaktadır. Plağa dalga şeklinin verilmesi aynı zamanda plak üzerine binen yükü azaltmakta ve gerekli görülmesi halinde plağın altına greft uygulanabilmesine izin vermektedir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

İntramedüller çivi uygulamalarının zor olduğu bölgelerde, parçalı kırıkların plak ile osteosentezinde biyolojik redüksiyon amacıyla köprü plak uygulaması geliştirmiştir. Kinast ve ark. (1989) ve Mast ve ark. (1989), kırığın indirekt redüksiyonu ile kırık hattı çevresinde yumuşak doku hasarını minimuma indirerek kırık parçalarını plak ile köprüleme yöntemini tanımlamışlardır. Bu çalışmalarda her ne kadar klasik uzun ensizyonlar kullanılmışsa da, kırıkların özellikle medialinde yumuşak doku diseksiyonunun yapılmamış olması sebebi ile kırık bölgesindeki kan dolaşımı korumayı başarmışlardır. Bu yöntem sayesinde parçalı kırıklarda kaynamama oranlarının azaldığı bildirilmişlerdir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Farouk ve ark. (1998), kadavralarda yaptıkları çalışmada, femura yaklaşım sırasında lateral ensizyonun linea aspera diseksiyonuna bağlı periosteal ve medüller kan dolaşımının bozulduğu, küçük ensizyonlar ile yapılan perkütan submusküler plak

uygulamalarının ise böyle bir etkisinin olmadığı sonucuna varmışlardır. Söz konusu bu çalışmalar biyolojik redüksiyonun bir sonraki aşaması olan MİPO tekniğinin gelişmesine olanak sağlayan ilk bulguları ortaya koymuştur (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Krettek ve ark. (1997), minimal invaziv plak osteosentezini ilk defa proksimal ve distal femur kırıklarının sağaltmak amacıyla uygulamışlardır. Aynı dönemde Helfet ve ark. (1997), distal tibia kırıklarının sağaltımı için MİPO'yu kullanmışlardır. Borrelli ve ark. (2002), ise perkütan plak uygulaması ile distal tibiada kırıklarında periosteal dolaşımın daha az etkilendiğini göstermişlerdir. Bu çalışmalarla ortaya konan başarılı sonuçlar minimal invaziv plak osteosentezinin daha popüler olmasını ve daha çok tercih edilmesini sağlamıştır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Kilitli plakların kullanılmaya başlanması MİPO tekniğinin gelişmesine katkı sağlamıştır. PC-Fix'in geliştirilmesiyle kilitli vidaların biyolojik avantajları ortaya konulmuş ve AO'nun geliştirdiği distal femur ve tibianın proksimaline MİPO tekniğiyle uygulanabilen Less invasive stabilization system (LISS) üretilmiştir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

LISS, kilitli vidaların kullanıldığı bir sistemdir ve plaktan çok internal fiksator olarak işlevi görmektedir. Kilitli vidaların kullanımı, plak - vida arayüzünde stabiliteyi arttırmakta ve plak ile kemiğin birbirine temas etmemesini sağlamaktadır. Bu periosteal dolaşımın korunmasını sağlamaktadır. LISS'de perkütan uygulamalarda kolaylık sağlayan bir rehber bulunur. Bu rehber yardımıyla self - tapping vidalar küçük ensizyonlardan perkütan olarak uygulanabilmektedir. Kilitli vidaların özellikle kemiğin diyafizinde tek korteksten geçecek şekilde uygulanabilmesi MİPO için bir avantaj oluşturur. Bütün bu avantajları sayesinde MİPO tekniği özellikle proksimal tibia ve distal femur kırıklarında sıklıkla uygulanmaya başlamış olu başarılı erken dönem klinik sonuçlar elde edilmiştir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).



**Şekil 1.13.** LISS plak sistemi ve rehberi (DePuy Synthes, 2016).

Kilitli kompresyon plakları (LCP)'nın geliştirilmesi internal fiksatorlerin 3. jenerasyonunun başlangıcı olmuştur. Bu plaklar, kilitli ve geleneksel vidaların kullanılabilirdiği kombine vida deliklerini bulundurur (Şekil 1.15.). Kırık hattında redüksiyon kaybına neden olmadığı için kilitli vidalar ile LCP'de plağın kemiğin anatomik yapısına tam uyum sağlayacak şekilde eğilmesine ihtiyaç duyulmaz. Bu özellikle birlikte kilitli vidaların mekanik ve biyolojik avantajları kilitli kompresyon plaklarını MİPO uygulamaları için çok uygun hale getirmektedir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Zaman içinde farklı anatomik bölgelere uygun özel LCP'ler geliştirilmesi LCP'lerin kullanım alanını genişletmiştir. MİPO uygulamalarını kolaylaştırmak adına plak üretiminin yanında çeşitli ekipmanların da geliştirilmesiyle nispeten yeni bir yöntem olan MİPO kırıkların sağaltımında daha sık tercih edilmeye başlanmıştır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Minimal invaziv plak uygulaması, kırık hattından uzakta uygulanan ensizyonlar ile plağın deri ve kasların altına yerleştirilmesidir. Kırık hattı üzerinde ensizyon yapılmadan, plağın kırık hattından uzakta kemiğe vidalanmasıyla kırık uçları plak ile köprülendirilir. Bu şekilde kırık hattında kemiğin kan dolaşımı korunmakta ve kırığın kaynaması daha hızlı gerçekleşmektedir. Geleneksel plak uygulamalarında kırık bölgesi açılır ve bütün kırık parçalarının ayrı ayrı redüksiyonu sağlanır. Bu durumda cerrahi travma sebebiyle çoğu zaman kırık parçalarının kan dolaşımını bozmakta ve kaynamanın gecikmesine sebep olmaktadır. Minimal invaziv yöntemle tüm kırık parçaların vida ile tespit edilmesinin ihtiyacı ortadan kalkmaktadır. Amaç kırığın köprülenmesi, parçaların stabilizasyonu ve doğal kaynama sürecinde kemiğin mekanik olarak desteklenmesidir. Özellikle parçalı kırıkların sağaltımında çok başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Minimal invaziv plak uygulamalarında küçük ensizyonlar kullanılarak daha uzun plaklar ile daha sağlam kırık redüksiyonu yapılabilmektedir. Redüksiyon için bu tekniğin kullanılması ile kırıkların operatif sağaltımı sonrasında karşılaşılan kaynamama ve enfeksiyon oranlarının daha aza indirildiği görülmektedir. Ensizyonlar küçük olduğu için hastaların operasyon sonrası ağrısı daha az olmakta ve rehabilitasyona daha erken başlanabilmektedirler. Kırık iyileşmesinin ve rehabilitasyonun hızlı olması hastaların normal hayatına daha kısa sürede dönebilmesini sağlamaktadır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Yukarıda anlatılmış olan bütün avantajlarına rağmen minimal invaziv plak uygulaması teknik olarak oldukça zorlu bir operatif girişimdir. Özellikle fragmanların uygun anatomik pozisyonunun sağlanması her zaman kolay olamamaktadır. Operasyon sırasında fragmanların pozisyonunun anatomik olarak düzeltilememesi, kemiğin yanlış pozisyonda kaynamasına yol açar ve ilerleyen süreçte kırık kaynasa bile etkilenen uzuvda fonksiyon kaybı gözlenir. Bu durumlarda genellikle hastanın başka operasyonlar geçirmesi gerekebilir. Minimal invaziv plak uygulamalarında kırık hattının açılmaması sebebiyle fragmanların pozisyonunun kapalı yöntemler ile indirekt olarak düzeltilmesi gerekmektedir. Bu sebeple de operasyon sırasında skopi adı verilen görüntüleme cihazlarından yararlanılmaktadır. Fragmanların pozisyonlarının indirekt yöntemlerle

düzeltilmesi ve plağın yerleştirilmesi süresince pozisyonlarının korunması adına farklı cerrahi teknikler bulunmaktadır. MİPO tekniklerini uygulayacak olan cerrahların tüm bu teknik detaylara hakim olmalarının yanında yeterli tecrübeye olmaları ve operasyon öncesi çok iyi bir planlama yapmaları sağaltımın başarılı olması için oldukça önemlidir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Sonuç olarak kırık sağaltımı için kullanılabilen birçok yöntem bulunmaktadır. Hangi yöntemin hangi hasta için uygun olduğu kararı vermek ve bu yöntemin uygulanması sırasında hastaya ek zarar vermemeye çalışmak önemli olan noktadır. Minimal invaziv plak uygulaması kırık sağaltımında çok etkili bir yöntem olmakla birlikte başarılı sonuçlar elde etmek için her bir hastaya özel planlama ve tecrübe gerektirmektedir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

#### **1.4.2. Cerrahi Planlama**

Cerrahinin bütün alanlarında olduğu gibi travma cerrahisinde de başarılı sonuçlar elde etmenin şartlarından bir tanesi iyi bir operasyon öncesinde planlamadır. Doğru bir cerrahi planlama, kırığa ilişkin tüm sorunların ortaya konmasını ve çözümleri için uygun seçeneklerin belirlenmesini sağlar. Bu şekilde hem operasyon süresi kısaltmak, hem de olası komplikasyonların önüne geçilmesiyle başarı şansını arttırmak mümkün olur. Planlama süreci cerrahın ve cerrahi ekibin koordine bir şekilde operasyona hazırlanmasına olanak sağlar (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Minimal invaziv osteosentez, teknik açıdan farklı zorluklara sahip olması sebebiyle, operasyon öncesi planlama süreci daha önemli bir hale gelmektedir. MİPO'da genellikle indirekt redüksiyonun sağlandığı kapalı redüksiyon teknikleri uygulanmaktadır. Teknik anlamda açık redüksiyona oranla daha zor olması genellikle skopi cihazlarının kullanımını gerektirir. Bu sebeple operasyon süresini ve skopi kullanımını artırmamak amacıyla operasyonun aşamasının her bir adımının ayrı ayrı planlanması gerekmektedir. Aynı zamanda nörovasküler yapılara zarar vermemek için açık redüksiyonda olduğundan daha fazla dikkat gerekmektedir (Tong ve



Bavonratanavech, 2007). Minimal invaziv osteosentez öncesinde operatif planlama aşğıdaki aşamaları içerir:

- Operatif Zamanlama
- Hastanın Pozisyonu
- İmplant Seçimi
- Ensizyon
- Redüksiyon Seçimi
- Redüksiyonun Korunması
- Redüksiyonun Kontrolü
- Fiksasyon

#### **1.4.2.1. Hastanın Pozisyonu**

Minimal invaziv plak osteosentezi sırasında genellikle skopi cihazlarının kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle kırık yeri ve tipine göre traksiyon masaları ya da X ışını geçiren operasyon masaları kullanılabilir. Operasyon öncesinde operasyon salonunda bulunan donanımın yerleşimi cerrah tarafından, operasyon sırasında en rahat çalışma ortamı sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Skopi cihazı, kırığı hem antero posterior hem de mediolateral düzlemde uygun şekilde görüntüleyebilecek şekilde yerleştirilmelidir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

#### **1.4.2.2. İmplant Seçimi**

İmplantlar seçilirken uygulanacak plak ve vidaların tiplerini, plağın boyutunu, vidaların yerleşimini ve uygulanacak vida sayısını belirlemek gerekir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

#### **1.4.2.2.1. Plak ve Vida Tipi**

MİPO uygulamaları geleneksel plaklarla veya kilitli plaklarla gerçekleştirilebilir. Operasyonun başarısı için bu plakların özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

##### **1.4.2.2.1.1. Konvansiyonel plaklar**

Geleneksel plaklar ile minimal invaziv plak osteosentez, daha çok kemik kalitesi iyi olan hastalar için tercih edilmesi önerilir. Kırığın kemik üzerindeki konumuna göre düz veya anatomik olarak şekillendirilmiş plaklar uygulanabilir. Geleneksel vidalar kemik ile plak arasında bir kompresyona sebep olduğu için plak kemiğe tam oturacak şekilde önceden şekillendirilmesi gerekir. Aksi halde redüksiyon kaybına neden olur (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

##### **1.4.2.2.1.2. Kilitli plaklar**

Kilitli plakların geliştirilmesiyle MİPO daha kolay ve yaygın kullanılabilir hale gelmiştir. Kilitli plakların minimal invaziv plak osteosentezi için uygun olmasının çeşitli nedenleri vardır:

- Vidalar plağa kilitlendiği için vidalar ile kemik arasında kompresyon oluşmaz. Bu sebeple plağı kemiğe tam oturacak şekilde bir şekillendirme ihtiyacı ortadan kalkar. Fakat kırığın önceden redükte edilmiş olması gerekmektedir.

- Periosteal kan dolaşımının bozulmaması MİPO'yu tercih edilebilir yapan düşünce yapısına uygundur (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

- Kilitli vidaların açısız anlamda daha stabil olması metafizer bölgeler ve osteoporotik kemikler için daha iyi bir redüksiyon sağlamaktadır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

- Kilitli vidaların, self – tapping veya normal uçlu olabilmesi perkütan uygulamada kolaylık sağlamaktadır. Self - tapping vidalar her ne kadar tek korteks olarak uygulanabilse de, bu uygulama, diyafizer bölgelerde ve kemik kalitesi iyi olan hastalarda tercih edilmelidir. Metafizer bölgelerde ve osteoporotik kemiklerde vidaların her iki korteksten de geçecek şekilde uygulanması önerilmektedir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

MİPO için geliştirilen ilk kilitli plak sistemi LISS olmuştur (Şekil 1.13.). Bu sistem perkütan uygulamayı kolaylaştıran bir rehber ile vidaların perkütan gönderilmesine olanak sağlar. Sonrasında farklı anatomik bölgeler için de özel kilitli plaklar geliştirilmiştir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).



**Şekil 1.14.** Kilitli plak (Vetorthopaedics, 2014).

AO'nun geliştirdiği LCP geleneksel vidaların ve kilitli vidaların kombinasyon şeklinde uygulanabildiği deliklere sahiptir (Şekil 1.15). Kombine delikli bu yapı hibrid vida uygulamalarına olanak sağlar (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

### 1.4.2.2.1.3. Hibrid vida uygulaması

Bazı durumlarda geleneksel ve kilitli vidaların birlikte kullanılması gerekebilir:

- Dinamik aksiyel kompresyon ya da kırığın herhangi bir bölgesinde fragmanlar arası kompresyon gerektiğinde,
- Anatomik olarak şekillendirilmiş bir kilitli plakta kemik fragmanları ve plak arasında kompresyon oluşturarak indirekt redüksiyon elde etmek amacıyla,
- Deplase olmuş bir kelebek fragmanı anatomik pozisyonuna getirmek amacı ile
- Eklemle ilişkili ya da eklemeye yakın olmuş kırıklarda, kilitli vidalar, plağın şekillendirilmesi sebebiyle eklemeye doğru yöneliyor ise vidaların eklemeye girmemesi amacıyla, kilitli plağın kombine vida deliğinden geleneksel vidalar uygulanabilir. Sonrasında kilitli vidalar ile redüksiyon işlemi tamamlanır. Bu şekilde geleneksel vidaların kompresyon ve farklı açılarda uygulanabilirlik özellikleri ile, kilitli vidaların açılabilen stabilite ve osteoporotik kemiklerdeki kaliteli stabilizasyon özellikleri kombine edilmiş olur (Tong ve Bavonratanavech, 2007).



**Şekil 1.15.** Combine delikli LCP plağı, plağın kompresyon plağı, kilitli köprüleme plağı ya da hibrit plak olarak kullanılmasına izin verir (Barnhart ve Maritato, 2019).

Hibrid vida uygulanacak ise önce geleneksel vidalar daha sonra kilitli vidalar uygulanmalıdır. Kilitli kompresyon plakları kemiğin anatomik şekline uygun olacak biçimde şekillendirilmeli ya da önceden şekillendirilmiş kilitli kompresyon plakları kullanılmalıdır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

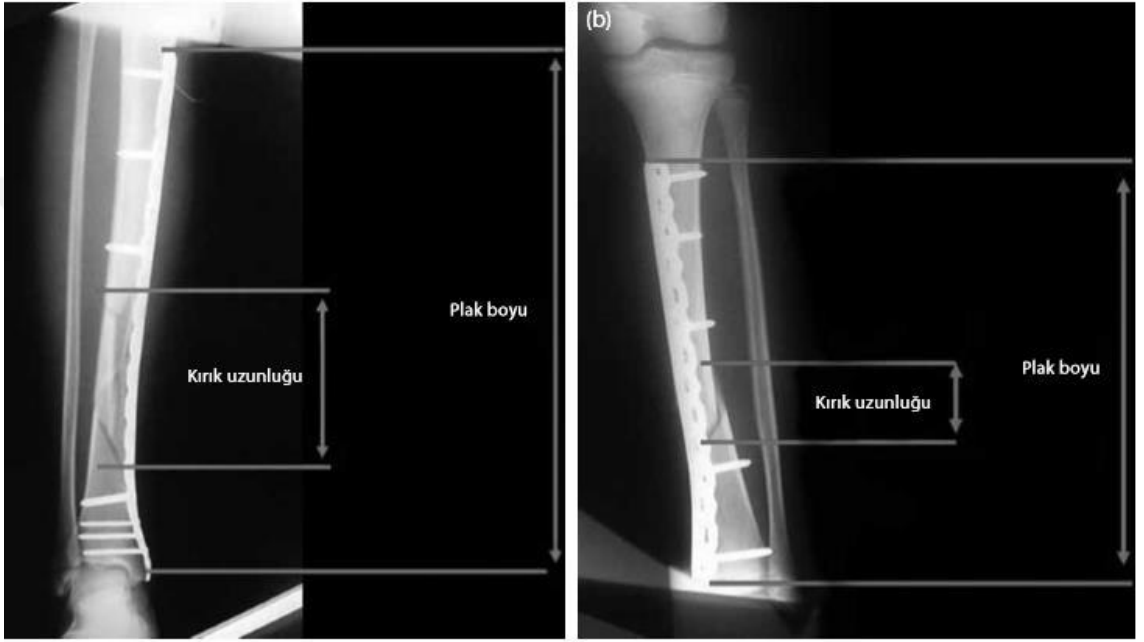


**Şekil 1.16.** Kilitli ve kilitli olmayan self tapping vidalar (üst solda). Kilitli self tapping vidalar (üst sağda). Kilitli non – self tapping vida (alt solda). Kilitli self tapping vidalar (alt sağda) (Vetorthopaedics, 2007).

#### 1.4.2.2.2. Plak Boyu

Minimal invaziv plak osteosentezinde plaklar, internal ekstramedüller destek olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple plağın boyu eksternal fiksator veya intramedüller çivi gibi olabildiğince kemik boyuna yakın seçilmelidir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Uzun plak boyu, kaldıraç kolunun uzun olması nedeni ile plak - vida ara yüzündeki stres yükünün az olmasını sağlayarak implant yetmezliği riskini düşürür. Vida tipinden bağımsız bu biyomekanik özellik nedeniyle hem kilitli hem de geleneksel plak uygulamalarında mümkün olduğunca uzun plaklar tercih edilmelidir. Minimal invaziv plak osteosentezinde plağın perkütan uygulanması sebebiyle plak boyunun uzunluğu ek yumuşak doku hasarına neden olmaz (Tong ve Bavonratanavech, 2007).



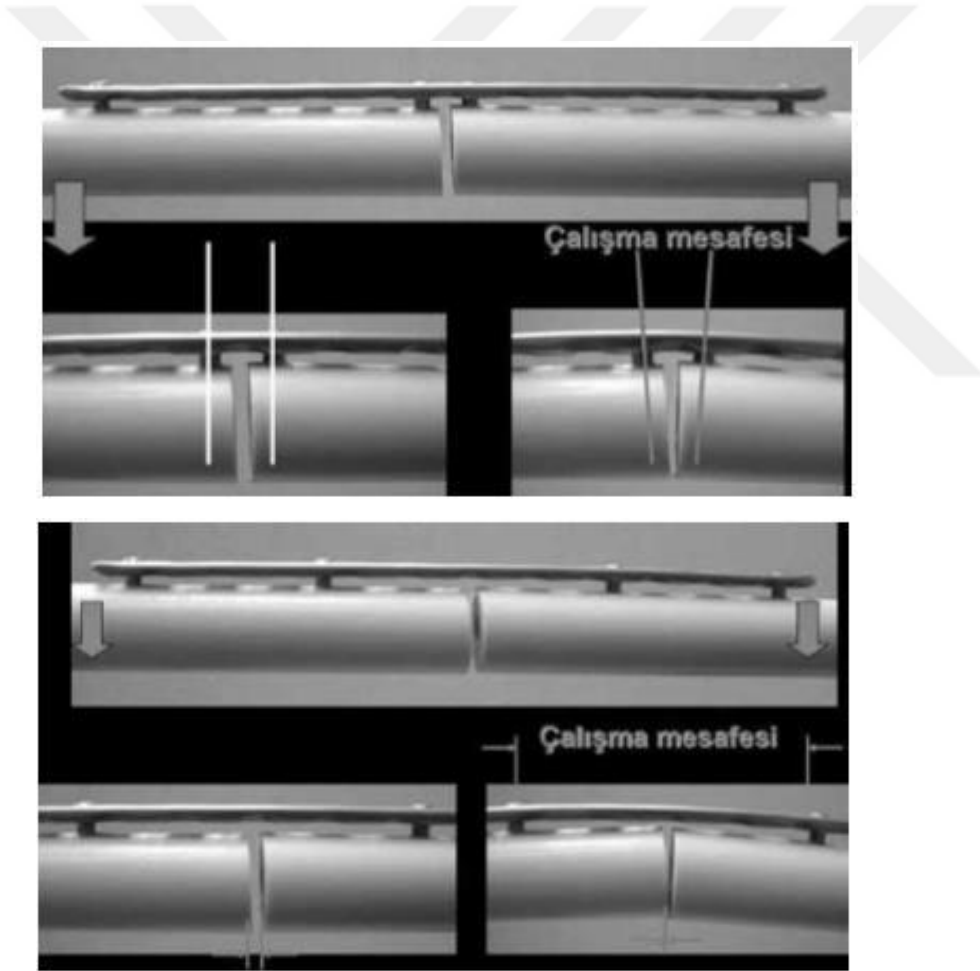
**Şekil 1.17.** İmplant seçimi. (a) Parçalı bir tibia kırığında plak uzunluğu kırık uzunluğunun yaklaşık 3 katı, plak - vida doygunluğu ise yaklaşık 0.40 olarak planlanmıştır. (b) Daha basit bir tibia kırığında plağın uzunluğu kırık uzunluğunun yaklaşık 8 katı, plak - vida doygunluğu ise yaklaşık 0.40 olarak planlanmıştır (Birli ve Tandoğan, 2012).

#### 1.4.2.2.3. Vidaların Yerleşimi

Kırık çizgisinin proksimalinde ve distalinde kırığa en yakın konumlandırılmış vidaların arasında yer alan mesafe “çalışma mesafesi” olarak isimlendirilir. Bu mesafenin kısalması kırık hattındaki hareketin azalmasına neden olur. Ayrıca, bu kısa segmentte plağa binen yük daha fazladır ve plağın kırılma ihtimali artar. Bu durum, özellikle zaten çalışma mesafesinin kısa olduğu transvers ve kısa oblik kırıklarda daha

çok önem taşır. Plak üzerindeki tüm deliklere vida uygulanması bu stresin daha da artmasına sebep olur. Söz konusu bu biyomekanik özellik de aynı şekilde vida tipinden bağımsızdır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Uzun bir çalışma mesafesi ise stresin plak üzerinde daha uzun bir segmente dağılması anlamına gelir. Bu, redüksiyonun kaynamayı uyaracak kadar esnek olmasına ve plağın kırılma ihtimalinin azalmasına imkan sağlar. Çok parçalı kırıklarda uzun bir çalışma mesafesi redüksiyonun istenilenden daha esnek olmasına sebep olabilir. Bu sebeple çok parçalı kırıklarda vidaların yerleşimi kırık hattına daha yakın olacak şekilde planlanmalıdır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).



**Şekil 1.18.** Kısa bir çalışma mesafesi plakta kısa segmentin aşırı yüklenmesine sebep olur (üstte). Uzun bir çalışma mesafesi ise stresin plak üzerinde daha geniş bir aralığa dağılmasını sağlar (altta) (Birli ve Tandoğan, 2012).

Kırık çizgisine proksimalde ve distalde en uzak yerleşimli vidalar arasında bulunan mesafe plağın efektif olarak kullanılan uzunluğunu temsil eder. Plak boyunun avantajlarını kullanabilmek için plağın en proksimal ve en distalinde bulunan deliklere vida yerleştirilmesi önerilmektedir. Bu deliklere uygulanacak vidaların kilitli vida olması redüksiyonun stabilitesini artırır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

#### **1.4.2.2.4. Vida Sayısı**

Uygun esneklikte bir redüksiyon elde etmek amacıyla yeterli uzunlukta bir plak ile birlikte mümkün olan en az sayıda vidanın, aralıklı bir şekilde uygulanması gerekir. Çoğu olguda fragman başına üç vida kullanılması yeterlidir. Osteoporotik kemikler için bu sayı artırılabilir. Stoffel ve ark. (2003), kullanılan vida sayısını artırılmasının sadece rotasyonel mukavemeti artırdığını ortaya koymuştur. Bu biyomekanik özellik, rotasyonel güçlerin etkisinin daha fazla olduğu üst ekstremitte kırıklarının stabilizasyonu sırasında bir avantaja dönüşebilir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Bahsedilen bu biyomekanik özellikler göz önünde bulundurulduğunda implant seçimi sırasında şu prensipler dikkate alınabilir:

- Esnek redüksiyon amacıyla uzun bir plak ve az sayıda vida tercih edilmelidir.
- Plağın boyu, basit kırıklar için ise kırık uzunluğunun yaklaşık 8-10 katı, parçalı kırıklar için ise kırık uzunluğunun yaklaşık üç katı olmalıdır. Plak, mümkün ise her fragmana beş vida deliği içerecek şekilde seçilmelidir.
- Her bir fragman için üç vida kullanılması çoğu olguda yeterlidir. Vidaların aralıklı olarak uygulanması önerilmektedir. Metafiz bölgesi kırıklarında anatomik plakların kullanımı ile yeterli sayıda vida uygulanabilir. Plak - vida doyunluğunun oranının 0.40 olması esnek redüksiyon için yeterlidir.



• Olgu için uygun çalışma mesafesini elde edilmesi amacıyla kırık hattı üzerinde en az üç vida deliğinin boş bırakılması önerilmektedir. Çok parçalı kırıklarda ise vidaların kırık hattına daha yakın yerleştirilmesi gerekmektedir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

### **1.4.2.3. Ensizyon**

Operasyon sırasında uygulanan ensizyonlar, MİPO tekniğinin uygulandığı yumuşak dokulara açılmış pencereler şeklindedir. Bununla birlikte minimal invaziv yaklaşım hiçbir zaman küçük sadece ensizyon anlamına gelmez. Burada amaç, kırık bölgesinde minimum ek hasar oluşturacak biçimde işlemi gerçekleştirmektir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Eklemle ilişkili kırıklarda ensizyon, eklem anatomik redüksiyonuna izin verecek büyüklükte olmalıdır. Krettek ve ark. (1997), eklemle ilişkili distal femur kırıklarının redüksiyonu için Transartiküler Perkütan Plak Osteosentezi (TARPO) yöntemini tanımlamışlardır. Klasik anterolateral ensizyon yerine lateral parapatellar ensizyon ile eklem ulaşılan bu teknikte, eklem anatomik redüksiyonunu takiben submusküler plak uygulaması bu ensizyondan yapılmaktadır. Bu ensizyon hem tüm eklem ulaşılmasını, hem de metafizyel bölgede dolaşım bozulmadan köprüleme yapılabilmesini sağlar (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Kemiğin diyafiz bölgesindeki ensizyon ise, kırıktan uzak ve plağın palpasyonuna izin verecek büyüklükte olmalıdır. LISS gibi kendi rehberi bulunan implantların vidalamaları perkütan olarak yapılabildiği için mini kesiler yeterlidir. Vidaların perkütan uygulanması amacıyla skopi cihazları kullanılabilir. Ancak plağın kemiğin anatomik şekliyle tam uyum içinde olduğundan emin olunması gerekir. Gerekli görülmesi halinde plak üzerinden daha geniş bir ensizyon yardımı ile bu uyum sağlanmalıdır. Günümüzde plak üzerinden yapılan küçük ensizyonlar içinden plağın görülmesine izin veren özel MİPO ekartörleri geliştirilmiştir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Ensizyonların planlanması sırasında nörovasküler yapılar açısından risk içeren bölgelere göz önünde bulundurulmalıdır. Tibia kırıklarına lateral yaklaşım ve uzun bir plak ile Minimal invaziv plak osteosentezi uygulaması sırasında, distalde yer alan peroneal sinirin superficial dalının ve anterior tibial arterin konumu göz önünde bulundurulmalı ve mini kesilerden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Bu bölgede gerçekleştirilen operasyonlar sırasında yeterli uzunlukta bir ensizyon uygulanarak vidalama öncesi nörovasküler yapılar görünür hale getirilmelidir. Humerus kırıklarına MİPO uygulaması sırasında, proksimalde lateral deltoid arası ensizyon sırasında n. axillarisin, distalde ise n. radialisin konumu aynı şekilde göz önünde bulundurulmalıdır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

#### **1.4.2.4. Redüksiyon**

Redüksiyon, kırığın kaynaması, ekstremitenin şekil ve fonksiyonunun korunması için önemli bir faktördür ve her bir kırık fragmanının anatomik redüksiyonuyla ya da ekstremitenin aksiyel düzlemde anatomisinin yeniden sağlanması şeklinde yapılabilir. Kırık şekli veya yerine göre uygun olan redüksiyon tekniğinin seçilmesi önemlidir. Göz ardı edilmemesi gereken nokta, belirlenen redüksiyon tekniğinin uygulanması esnasında kırık bölgesinde minimum ek hasara oluşturması ve bölge kan dolaşımını korumasıdır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Redüksiyon amacıyla direkt ya da indirekt tekniklerden biri seçilebilir. MİPO'nun amacı, kırık hattı açılmadan redüksiyon ve stabilizasyonun sağlanmasıdır. Bu sebeple genellikle indirekt redüksiyon teknikleri tercih edilir. İndirekt redüksiyonun teknik zorluğu ve her zaman istenen stabilizasyonu sağlamanın mümkün olmayabileceği unutulmamalıdır. Böyle durumlarda direkt redüksiyon tekniklerine başvurmak faydalı olabilir. Ancak direkt redüksiyon teknikleriyle minimal invaziv osteosentez uygulamasında ana kural, kısa ensizyonlar kullanarak minimum yumuşak doku tahribatına sebebiyet vermektir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

#### 1.4.2.4.1. İndirekt Redüksiyon Teknikleri

İndirekt redüksiyon kırık hattının operatif olarak açılmadığı yöntemleri içerir. Ligamentotaksis ile, yani; kemik fragmanlarının bağlı olduğu yumuşak dokuların etkisinden yararlanılarak traksiyon yardımıyla redüksiyon sağlanabilir. Redüksiyonun sağlanması amacıyla kullanılan ekipmanların kırık hattından uzağa uygulanması sebebiyle, kırık bölgesinin dolaşımının bozulmasına neden olmazlar (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

İndirekt redüksiyon, parçalı diyafiz ve metafiz kırıklarında uygulanmaktadır. Kırık hattı görülmediğinden fragmanların tam anatomik redüksiyonu gerçekleşmez. İndirekt redüksiyonun amacı, ekstremitenin uzunluğu ile birlikte mekanik aksının ve rotasyonunun sağlanması ile uygun eklem pozisyonlarını sağlamaktır. Buna, “fonksiyonel redüksiyon” adı verilir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Traksiyon uygulayarak veya kullanılacak plak yardımı ile indirekt redüksiyon sağlanabilir. Traksiyon masası, yeterli traksiyon elde edebilmek için kullanılabilir. Ayrıca femoral distraktörlerden ya da basit bir eksternal fiksatörden faydalanılarak da indirekt redüksiyon sağlamak mümkündür. Basit kırıklar için elle yapılacak traksiyonu yeterli olabilir. Fragmanların manipülasyonu için Shanz çivileri kullanılabilmesi gibi eksternal fiksatörler veya distraktörlerin kullanılması ve bu gereçlerin redüksiyonun korunmasına yardımcı olmaları, bu cihazları oldukça avantajlı hale getirir. Shanz çivileri, seçilen ensizyon yeri ve kullanılacak implant göz önünde bulundurularak yerleştirilmelidir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Kullanılacak plak aynı zamanda indirekt redüksiyonun sağlanması için de yardımcı olabilir. Son yıllarda geliştirilmiş olan anatomik olarak şekillendirilmiş plaklar da aynı amaç ile kullanılabilir. Plak, uygulanan geleneksel vidalar sayesinde kemik fragmanlarının manipüle edilebilmesini sağlar ve indirekt redüksiyonun sağlanmasının ardından kilitli vidalar ile stabilizasyonu tamamlamak mümkün olur (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Geleneksel plaklar ve vidaların indirekt redüksiyonun oluşturulmasına katkısının aksine kilitli plaklar indirekt redüksiyona yardımcı olmazlar. Bu sebeple kilitli plaklar kullanılacaksa redüksiyonun mutlaka stabilizasyondan önce sağlanması gerekmektedir. Periartriküler kırıkların traksiyonu esnasında kırık hattında hiper ekstensiyon deformitesi gelişmemesi amacıyla eklem altına bir destek yerleştirilebilir. LISS gibi kendi rehberi bulunan sistemlerde, bu rehber üzerinden traksiyon gerçekleştirilerek diyafizel fragmanların redüksiyonunu sağlayan yardımcı cihazlar da bulunmaktadır (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

#### **1.4.2.4.2. Direkt Redüksiyon Teknikleri**

Kırık hattının açılarak fragmanların direkt olarak manipülasyonu için direkt redüksiyon tercih edilir. İndirekt redüksiyona oranla daha kolay olmakla birlikte bölge kan dolaşımını bozma riski içerir. Bu sebeple mümkün olduğunca az ek hasar verilerek uygulanması önerilir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Eklem ilişkili kırıklarda ve özellikle radius - ulna ve humerusa ait transversal veya kısa oblik kırıklar gibi basit diyafiz kırıklarında direkt redüksiyon kullanılmaktadır. Eklem ilişkili kırıklarda amaç, artrozun önlenmesi için iyi bir kırık iyileşmesi sağlamaktır. Bu amaçla tam anatomik redüksiyon ve stabilizasyon gerekmektedir. Eklemlerin anatomik redüksiyonu sağlandıktan sonra metafiz bölgesindeki kırık ayrı bir ensizyona gerek duyulmadan perkütan köprü plaklama (internal distraksiyon plaklama) ile stabilize edilebilir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Basit diyafiz kırıklarında ise, kırık hattında oluşan gerilimin düşük olması sebebiyle implant yetmezliği oluşmaması için genellikle rijit fiksasyon ile mutlak stabilite tercih edilmektedir. İndirekt redüksiyon ile yeterli stabilizasyonun sağlanamadığı uzun oblik veya spiral kırıklarda ve deplase olmuş küçük fragmanlarda da direkt redüksiyon teknikleri tercih edilebilir. Bu tip kırıkların direkt redüksiyonu

sırasında daha az yumuşak doku hasarına neden olmak için kısa ensizyonlar veya perkütan yöntemlerin tercih edilmesi önerilir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).

Weber redüksiyon klempleri, Hohmann ekartörleri ve fragmanların manipülasyonu amacıyla Shanz çivileri direkt redüksiyon için kullanılabilir. Son yıllarda kısa ensizyonlar ile yumuşak doku hasarına yol açmadan direkt redüksiyon sağlayan ve diyafiz ya da periartiküler bölge kırıkları için ayrı uçları bulunan “Collinear” klempler üretilmiştir. Fragmanların, kırık iyileşmesini geciktirecek kadar ayrı durduğu spiral kırıklarda veya kelebek fragmanlarda redüksiyon amacı ile serklaj telleri kullanılabilir. Serklaj telleri, redüksiyon amacıyla kullanılarak fiksasyondan sonra uzaklaştırılabilir veya kalıcı fiksasyon aracı olarak bırakılabilirler. Son dönemde serklaj tellerinin yerleştirilmesi sırasında fazla periosteal hasara neden olmadan uygulamak için özel tel geçiriciler geliştirilmiştir (Tong ve Bavonratanavech, 2007).



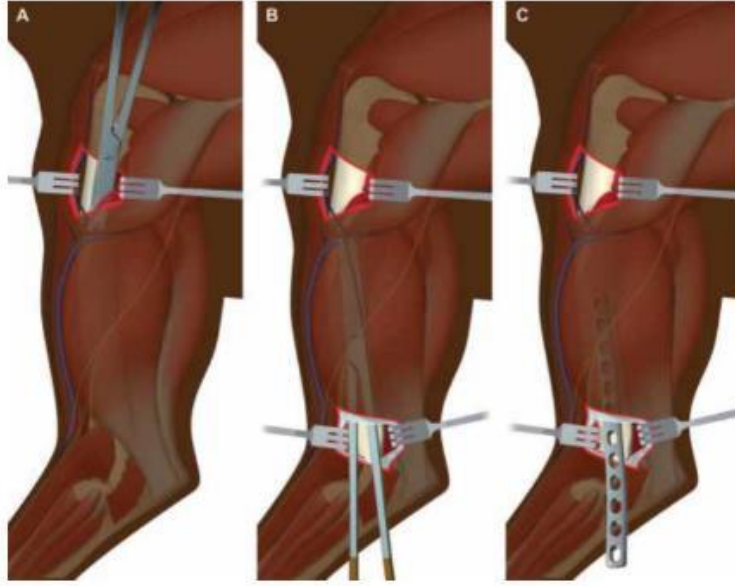
Şekil 1519. Collinear klemp (DePuy Synthes, 2016).

### 1.5. Köpeklerde MİPO İçin Operatif Yaklaşımlar

Humerusa kraniyolateral yaklaşım önerilir. Stabilizasyon sırasında n. radialis tespit edilip korunmalıdır. Humerusun büyük tüberkülünün ve palpasyonla deltoid

tüpün tanımlanmasından sonra, büyük tüberkül üzerinde deltoid kasın akromiyal tarafına hafifçe kraniyal olarak 3 ila 5 cm uzunluğunda bir insizyon yapılır. Derinin ve deri altı dokunun geri çekilmesini takiben, subkutaneus kasının lateral sınırı boyunca derin fasiadan bir kesi yapılır. Brachiocephalicus kasının ve fasiasının retraksiyonundan sonra, deltoideus kasının akromiyal kısmı da distal olarak kesilir ve yükseltilir. Deltoideus kasının geri çekilmesi, Metzemaum makasının tüneli proksimal ve distalden açmasını sağlar (Fossum, 2013).

Distal pencere, distal humeral metafize ve lateral epikondile sınırlı bir yaklaşım getirilerek elde edilir. Yanal epikondil, insizyonun distal kapsamını belirlemek için palpe edilir ve lateral epikondilden proksimal olarak uzanan 2 ila 4 cm uzunluğunda bir insizyon yapılır. Triseps kasının yan tarafının tespit edilmesinden ve cildin deri altı dokusunun geri çekilmesinden sonra, trisepsin kraniyal sınırı boyunca derin fasiadan bir kesi yapılır. Fasia ve triceps kasının geri çekilmesi, humerusun suprakondiler bölgesini gösterir. Ekstansör karpi radialis kasının kökeni kemik tutma forsepslerinin yerleştirilmesine izin vermek için yükseltilebilir. Distal metafizi veya kondili içeren kırıklar için, deri insizyonu biraz daha distal yapılır ve epikondil üzerine odaklanır (Pozzi ve Lewis, 2009).



**Şekil 1.20.** Humerusa lateral minimal invaziv plak osteosentezi yaklaşımının ve perkütan plağın yerleştirilmesine ilişkin şematik gösterimleri. (A) Proksimal yerleştirme insizyonu, deltoid ve brachialis kaslarına derinlemesine kesilerek kesilerek hazırlanır. (B) Tünel, proksimal yerleştirme insizyonunda makasın ucu görülene kadar brachialis kasının altına uzun, düz Metzemaum makası dikkatlice sokularak distaltopoksimalden uzatılır. (C) Kemik plakası tünele perkütan olarak yerleştirilir (Pozzi ve Lewis, 2009).

Ekstraperiosteal bir tünel, Metzemaum makası veya yaprak elevatörle distalden proksimal insizyona kadar brachialis kasına derinlemesine geçirerek oluşturulur. Distal humerusun lateral tarafında radial sinirin hasar görmesini önlemek için, tünel aleti humerusun kranial yönü boyunca geçirilir ve humeral korteks ile temas halinde tutulur. Tünel açma aletinin geçişi sırasında, bu noktada tünelin yanıl yönü boyunca brachialis ve deltoid kaslarının liflerinin sıkı bir şekilde harmanlanmasından dolayı proksimal olarak bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Bu kas liflerinin tünel açma aletinin ucundaki proksimal ensizyondan kesilmesi, cihazın daha kolay geçmesini ve proksimal ensizyonla ilişki kurmasını sağlar (Pozzi ve Lewis, 2009).

Radiusta minimal invaziv plak uygulamalarında kraniyomedial bir yaklaşım kullanılması önerilmektedir. Köpek, yan tarafına omzunun altına yerleştirilmiş bir köpük ped ile konumlandırılmalıdır. Ekstremitte cerrahi diseksiyon, redüksiyon ve kırık stabilizasyonu sırasında kaudal olarak uzatılır. 2 ila 4 cm dorsal bir deri ensizyonu

yapılır. sınırlarının çekilmesinden sonra, derin antebrachiyal fascia, ekstansör karpi radialis tendonu ve yaygın ekstansör kasların tendonu arasında kesilir (Pozzi ve Lewis, 2009).

Plakanın iki proksimal deliğinin yerleştirileceği seviyede 2 ila 3 cm'lik bir kraniyomedial deri ensizyonu yapılır. Derin antebrachiyal fasya; ekstansör carpi radialis ve pronator teres kasları arasında kesilir. Metzemaum makası kullanılarak proksimalden distale bir tünel yapılır ve gerekirse, makas kullanılarak distalden proksimale tamamlanabilir. Plak genel olarak distalden proksimale sokulur, ancak plağın yerleştirilme yönü, dolaylı indirgemedden sonra kırılma bölgesinde kalıcı bir basamağın varlığına bağlı olabilir. Plak, kırılma bölgesi boyunca plağı kaydırmayı kolaylaştırmak ve kırılma sırasında plakanın sıkışmasını önlemek için daha kranial olarak kaydırılmış olan kırılma bölümü boyunca yerleştirilmelidir (Pozzi ve Lewis, 2009).



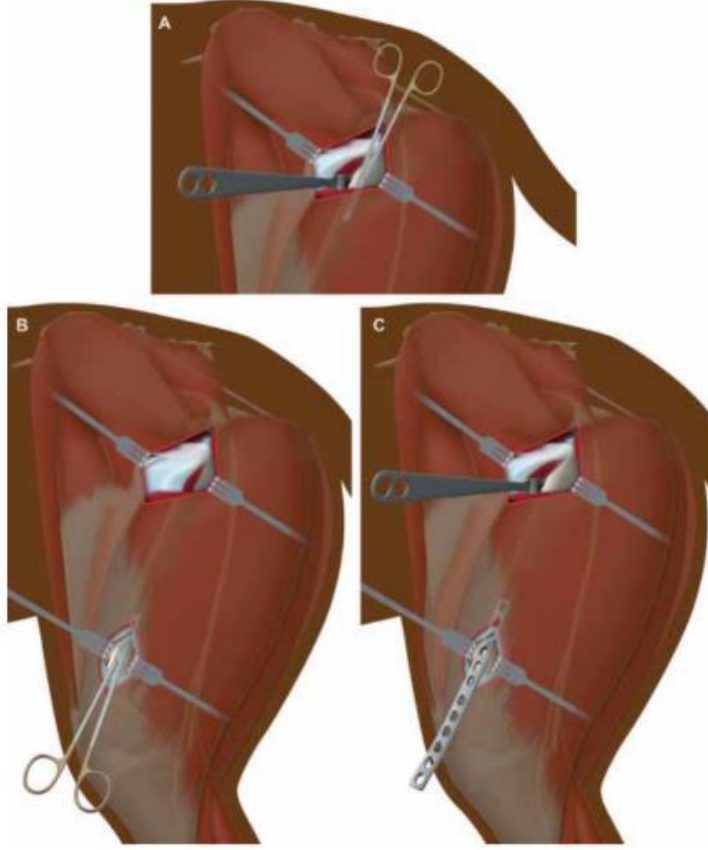
**Şekil 1.21.** Radiusa kraniyomedial yaklaşım ile minimal invaziv plak osteosentezinin ve plakanın perkütan yerleştirilmesinin şematik gösterimleri. (A) Distal yerleştirme insizyonu, ekstansör karpi radialis ve yaygın dijital ekstansör kaslarının tendonlarına derinlemesine kesilerek hazırlanır. (B) Proksimal



yerleştirme insizyonunda ekstansör carpi radialis kasının lateral retraksiyonundan sonra, kemik plakası distalden proksimale perkütan olarak yerleştirilir (Pozzi ve Lewis, 2009).

Femurda minimal invaziv plak uygulamalarında lateral yaklaşım kullanımı önerilmektedir. İşlem sırasında köpek sağlam bacağına üstüne yan olarak yatırılır (Pozzi ve Lewis, 2009).

Femurun büyük trokanterin altına 3 ila 5 cm uzunluğunda bir insizyon yapılır. Derinin ve deri altı dokunun geri çekilmesini takiben, biceps femoris kasının kranial sınırı boyunca fascia lata'nın yüzeysel yaprağından bir kesi yapılır. Derin fascia lata retraksiyonu proksimal femurdan kısmen yükselmiş olan vastus lateralis kasını ortaya çıkarır. Bu kas proksimal femurun lateral yönünü ortaya çıkarır. Bir Hohmann retraktörü, damarın geri çekilmesi için femura kranial yerleştirilir. Patellanın ve lateral trochlear sırtın palpe edilmesinden sonra, patellanın üstünden başlayarak ve proksimal olarak uzayan 2 ila 4 cm uzunluğunda bir cilt insizyonu yapılır. Deri altı fascia, deri insizyonu ile aynı çizgi boyunca kesilir. Fascia lata, biceps femoris kasının kranial sınırı boyunca kesilir. Femoris kası kaudal olarak geri çekilir. Vastus lateralis ve biceps femoris kaslarını ayırmak için femura bağlı fascia lata tarafından oluşturulan intermusküler septumun kesilmesi gerekir. Distal kaudal femoral arter ve venin kas dalları distal plak yerleşimi için transte edilir ve bağlanır. Vastus lateralis kasının kranial olarak çekilmesi ve biceps femoris kası kaudal olarak distal femoral metafizi ortaya çıkarır (Pozzi ve Lewis, 2009).

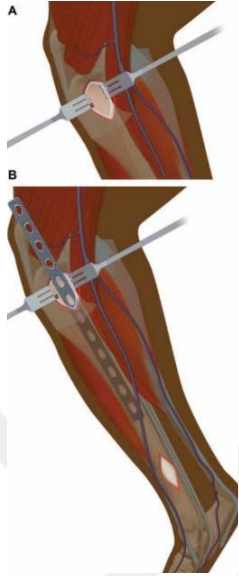


**Şekil 1.22.** Femura lateral minimal invaziv plak osteosentezi yaklaşımının ve perkütan plak yerleşiminin şematik gösterimi. (A) Proksimal yerleştirme insizyonu, proksimal femurun ön provası yapıldıktan sonra derin vastus lateralis kasına derin olarak kesilerek hazırlanır. (B) Tünel, uzun, düz Metzembraum makası biceps femoris ve vastus lateralis kaslarının altına dikkatlice sokularak, makasın ucu proksimal yerleştirme insizyonundan görülene kadar uzatılır. (C) Kemik plakası tünele perkütan olarak yerleştirilir (Pozzi ve Lewis, 2009).

Tibiaya minimal invaziv plak uygulamalarında medial yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşımın kullanım alanları diyafizer ve tibiadaki metafizer kırıklardır. Köpek, etkilenen arka ekstremitesi asılı şekilde dorsal pozisyonda konumlandırılır. Tibiayı çapraz geçen damar ve sinirleri korumaya gayret edilmelidir (Pozzi ve Lewis, 2009).

Corpus tibiayı açığa çıkarmak amacıyla m. extensor digitorum longus ve m.tibialis cranialis caudolaterale doğru retrakte edilir. Tibia ve fibula arasında seyreden a. tibialis cranialisin zarar görmemesi için Hohmann reraktörlerinin uçlarının bu arter üzerinde yer almamasına dikkat edilmelidir. Tibianın distal lateral bölgesini açığa

çıkarmak için, facianın, m. tibialis cranialis ve m. extensor diitorum longusun tendolarının lateralinde ensize edilmesi gerekir. Bu tendoların kranial yönde retraksiyonuyla tibianın ortaya çıkarılmasını sağlar (Pozzi ve Lewis, 2009).



**Şekil 1.23.** Tibiaya medialden minimal invaziv plak osteosentezi yaklaşımının şematik gösterimleri (Sol). (A) Proksimal yerleştirme insizyonu, sartorius, gracilis ve semitendinosus kaslarının keskin bir şekilde diseksiyonu ve geri çekilmesi ile hazırlanır. (B) Kemik plakası tünele perkütan olarak yerleştirilir (Pozzi ve Lewis, 2009).

Bu çalışmada, köpeklerde karşılaşılan uzun kemik kırıklarında, kırık biyolojisini korumak ve iyileşme sürecini kısaltarak en kısa zamanda fonksiyonel geri kazanımı sağlamak için minimal invaziv plak osteosentezinin uygulanması ve sürece katkısını ortaya koymak ve benzer çalışmalar için katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## **2. GEREÇ VE YÖNTEM**

### **2.1. Gereç**

#### **2.1.1. Çalışma materyalini oluşturan olgular**

Bu çalışmanın materyalini, Mayıs 2017 – Mayıs 2018 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Küçük Hayvan Cerrahi Kliniği'ne ön ve/veya arka ekstremitelerde kullanılmama şikayeti ile getirilen, yapılan klinik ve radyolojik muayeneler sonrası uzun kemik kırığı olduğu belirlenen farklı ırk, yaş, ağırlık ve cinsiyetteki toplam 10 köpek oluşturmuştur.

#### **2.1.2 Çalışmada kullanılan aletler**

Bu klinik çalışmada, minimal invaziv plak operasyonlarını gerçekleştirmek için rutin yumuşak doku ve ortopedi setleri kullanılmıştır. Plak uygulamasında materyal olarak değişik boyutlarda ve farklı sayıda vida deliği içeren dinamik kompresyon plağı kullanılmıştır.

Olguların operasyon öncesi ve sonrası radyografileri, Dynamic marka tek detektörlü tavan statifli dijital röntgen (DR) cihazında (Dynamic X-ray, Türkiye) alınmıştır.

#### **2.1.3. Kırık değerlendirilmesi**

Hasta detaylı bir şekilde muayene edilip yaşamı tehdit eden problemler düzeltildikten sonra, karar verme sürecini başlatmak üzere preoperatif veriler incelenmelidir. Preoperatif veriler yaş, ağırlık, genel sağlık durumu, aktivite düzeyi ve herhangi bir ortopedik patolojinin bulunması gibi hastaya ilişkin bilgileri; proksimal ve

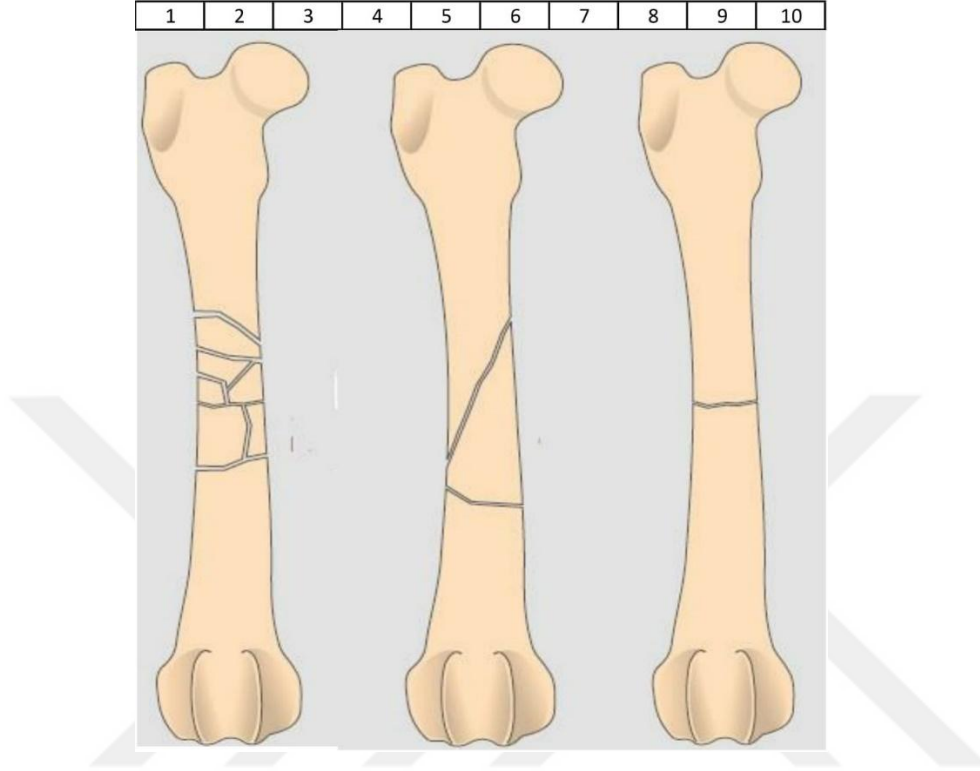
distal eklemleri de içine alan kırık ve ilişkili kontralateral sağlam kemiklerin radyografileri ve hasta sahibine ilişkin, beklentileri ve postoperatif bakım kabiliyetleri gibi bazı bilgileri içerir. Bu veriler implantların işlev göreceği mekanik, biyolojik ve klinik ortamı yansıtan ve seçilecek implantlara kılavuzluk edecek bir kırık değerlendirme skoru olarak özetlenebilir (Fossum, 2013).

#### **2.1.4. Mekanik faktörler**

Hassas bir mekanik değerlendirme, fiksasyonun hasta için ne kadar güçlü olması gerektiğini gösterir. Mekanik faktörler hastanın boyutu, aktivitesi ve kemik ile implant arasındaki yükü paylaştıran fiksasyonun elde edilebilirliğini içerir. Kırığın redüksiyonunun yapılabilirliği belirlenmelidir. Genelde vidalarla tespit edilebilen iki parçalı ve büyük fragmentleri olan kırıkların redüksiyonu yapılabilir olduğu düşünülür ve yeniden yapılan korteksin ağırlık taşıma yükünü implantlarla paylaşmasına izin verilir. İmplantlarla tespit edilemeyecek fiçı tahtaları gibi çoklu büyük parçalardan oluşan kırıklar veya çoklu küçük fragmentleri olan kırıkların redüksiyonu yapılamaz olduğu düşünülür, bunlarda kallus oluşana kadar implantların ağırlığı taşınması gerekir. Köpeklerin en az üç ekstremitayla ağırlıklarını taşımak zorunda olduğundan, çok sayıda ekstremita hasarı veya başka bir ekstremita de önceden var olan bir topallık (örneğin, ligamentum cruciatum craniale kopuğu sekonder kontralateral dizde dejeneratif eklem hastalığı) bulunduğu postoperatif olarak implant - kemik yapısı üzerindeki ağırlık taşıma önlenemez. Operasyondan hemen sonra basınç uygulandığında ve implantlara ağır bir şekilde yüklendiğinde komplikasyonlar daha sık meydana gelir. Büyük veya aktif hastalara daha fazla yük taşıyan fiksasyonlar gerekir ve bunlar implantların vaktinden önce gevşemesi veya başarısız olmasına daha eğilimlidirler (Fossum, 2013).

İmplantlar ve kemik arasındaki yük paylaşım derecesi ayrıca komplikasyon oranlarını da etkiler. İdeal yük paylaşımı transversal bir kırık onarıldığında, gücün büyük kısmı aksiyal olarak ekstremita boyunca aktarıldığında meydana gelir. İmplantın yüklenmesi minimize edilir, böylece gevşeme ve yorulma kusurunun meydana gelme olasılığı daha düşüktür. Bunun aksine, yükler kemik boyunca aktarılmak yerine kemik

parçasından diğerine implantlar vasıtasıyla aktarıldığında implant gevşemesi ve yorulma kusuru daha yaygındır (Fossum, 2013).



Şekil 2.1. Mekanik faktör skalası (Fossum, 2013).

Biyolojik faktörler; hassas bir biyolojik değerlendirme kallusun ne kadar hızlı oluşabileceği bilgisini vererek implantların ne kadar süreyle kemiği desteklemesi gerektiğini dolaylı olarak belirler. Pek çok biyolojik faktör kemik iyileşme hızını etkiler. Hastanın yaşı ve genel sağlık durumu önemlidir. Genç sağlıklı bir hasta bir iyileşme makinesi gibi çabucak iyileşir ve işlevsel fiksasyon araçlarına yalnızca sınırlı bir süre boyunca gereksinim duyar. Bunun aksine, daha yaşlı bir hayvandaki aynı kırık için çok daha uzun bir süreyle stabilizasyon gerektirir. Dikkate alınması gereken diğer biyolojik faktörler, kırığın açık veya kapalı olması ve düşük veya yüksek enerjili bir yaralanma sonucu meydana gelmesidir. Önemli ölçüde yumuşak doku hasarı ve kemik parçalanması, açık, yüksek enerjili kırıklara eşlik eder. Bitişik vasküler besleme kaynağı hasar gördüğünden kemiğin kaynaması için daha uzun süre gerekir. İmplant - kemik yapısı yeniden vaskülarizasyon ve kırılma dokunun iyileşmesi için yüksek bir başlangıç

rijiditesine sahip olmalıdır. Kapalı veya düşük enerjili kırıklarda daha az yumuşak doku hasarı vardır ve kemik kaynaması daha hızlı ilerler (Fossum, 2013).

Biyolojik değerlendirmeyi etkileyen bir başka faktör açık redüksiyonun gerekip gerekmediğidir. Operatörün bir indirekt redüksiyon metodu kullanarak yeterli fiksasyonu sağlayamayacağını düşündüğü durumlarda, bir “Open but do not touch” (OBDNT) (aç fakat dokunma) yaklaşımı uygulanabilir. Bu yaklaşımın amacı kırık bölgesinde minimal yumuşak doku hasarı ile kırık parçaların yeterli anatomik redüksiyonunun sağlanmasıdır (Sağlam ve Yurdakul, 2009).

Güçlü bir biyolojik etki cerrahın açık redüksiyon sırasında yumuşak doku örtüsü hasarını minimize etme becerisidir. İstenen redüksiyon ve stabilitenin minimal yumuşak doku manipülasyonu ve operasyon süresi ile elde edilmesi, redüksiyon ve stabilitenin önemli ölçüde yumuşak doku manipülasyonu pahasına elde edildiği daha uzun süreli operasyonlara göre daha fazla başarı sağlar (Fossum, 2013).

Yıkımlanan kemik ve yaranın yeri çeşitli uzun kemikleri çevreleyen yumuşak doku örtüleri farklı olduğundan biyolojik değerlendirmeyi etkiler. Distal radial veya distal tibial diafizer kırıklarda kaynama gecikmeleri veya diğer komplikasyonlar, benzer femoral veya humeral kırıklara göre daha sık görülür. Spongiöz metafizer veya epifizer bölgelerde oluşan kırıklar diafizer kırıklardan daha hızlı iyileşir, çünkü spongiöz kemiğin kırık uçları arasında teması sağlayan daha büyük bir yüzey alanı vardır. Spongiöz kemikte aynı zamanda kemik kaynamasının lehine bol miktarda osteoblast ve diğer biyolojik faktörler bulunur ki, bu durum artiküler kırıklar optimal sonuç için hassas redüksiyon gerektirdiğinden iyidir (Fossum,2013).

**Çizelge 2.1.** Biyolojik faktör skalası (Fossum, 2013).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
YAŞLI SAĞLIKSIZ ZAYIF YUMUŞAK DOKU ALANI KORTİKAL KEMİK YÜKSEK ENERJİLİ TRAVMALAR KAPSAMLI YAKLAŞIM				ORTA YAŞ		GENÇ YETİŞKİN		GENÇ MÜKEMMEL SAĞLIK İYİ YUMUŞAK DOKU ALANI SPONGİOZ KEMİK DÜŞÜK ENERJİLİ TRAVMALAR KAPALI	
						MİNİMAL YAKLAŞIM			

### **2.1.5. Klinik Faktörler**

Klinik faktörler postoperatif dönem boyunca iyileşmeyi ve dolayısıyla kırık değerlendirme skorunu etkileyen hasta ve hasta sahibine ilişkin faktörlerdir. Bu faktörler (1). hasta sahibinin hayvanın operasyon sonrası ihtiyaçlarını karşılama istekliliği ve kabiliyeti, (2). hastanın operasyon sonrası beklenen uyumu ve (3). postoperatif olarak beklenen ekstremitte fonksiyonudur (Fossum, 2013).

## **2.2. Yöntem**

### **2.2.1. Operasyon öncesi hazırlık**

Operasyona alınacak hastaların sahiplerine, hastaya, operasyondan önce 12 saat kadar yemek, 6 saat kadar da su vermemeleri önerildi.

Operasyon setleri, yardımcı aletler, kullanılacak plak ve vidalar, kuru sterilizasyonda 150 °C’de bir saat süre ile sterilize edildi.

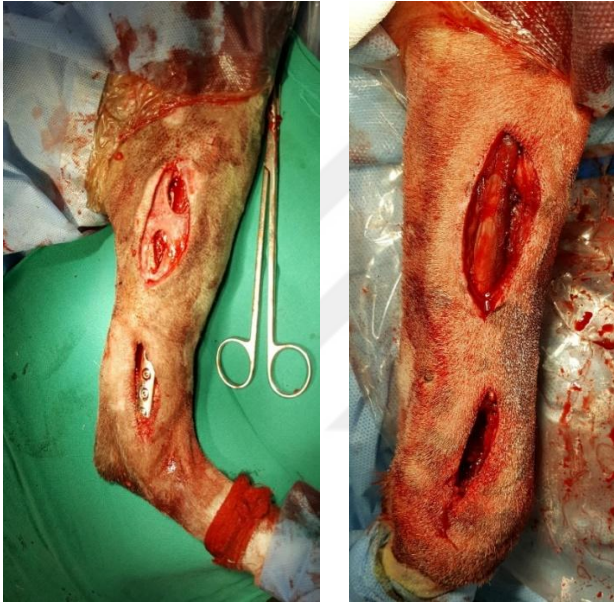
### **2.2.2. Anestezi ve operasyon bölgesinin hazırlığı**

Hastalarda Xylazin HCl %2 (Basilazin %2, Bavet, 20 mg/ml) 0,1 ml/kg dozunda kas içi kullanımı ile premedikasyon sağlandıktan sonra, Ketamin HCl %10 (Ketasol %10, İnterhas, 100mg/ml) 0,1 ml/kg dozunda kas içi uygulanarak genel anestezi sağlandı. Operasyon sırasında gerekli görüldüğünde idame doz uygulandı. Genel anestezi sonrası operasyon bölgesinin rutin hazırlığı yapılarak bölge steril serviyetlerle sınırlandırıldı.

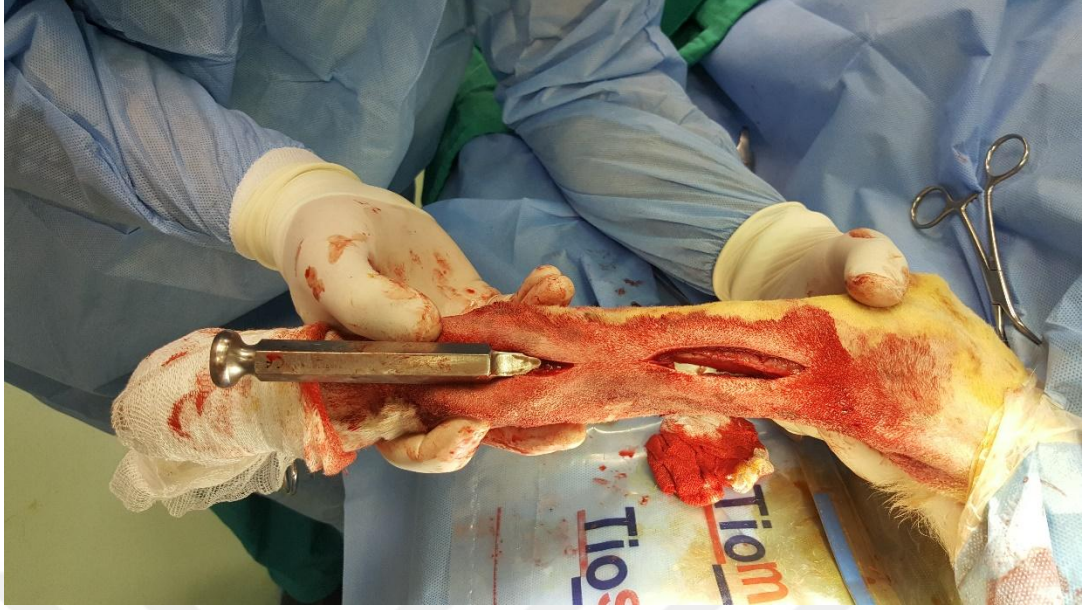


### 2.2.3. Operasyon bölgesine yaklaşım

Bu klinik çalışmada, operasyon yapılacak ekstremiteye göre hasta ve MİPO uygulanacak ekstremitte pozisyonu belirlenir. Tibia kırıkları için ekstremitte altta olacak şekilde hasta lateral pozisyonda, radius ulna kırıklarında da ekstremitte üstte olacak şekilde lateral pozisyonda yatırıldıktan sonra etkilenen kemiğe operatif yaklaşım daha önce belirtildiği gibi uygulanır. Aşağıdaki şekillerde operasyon aşamaları detaylı olarak verilmiştir.



**Şekil 2.2.** Tibiada medial, radius-ulna da kraniolateral yüzeyden MİPO operatif yaklaşım enziyonları



**Şekil 2.3.** Alt ve üst ensizyonlardan sonra kemiğe paralel plak yerleştirilecek tünelin oluşturulması



**Şekil 2.4.** Redüksiyon amaçlı traksiyon uygulamak için radius distaline transversal pin uygulaması

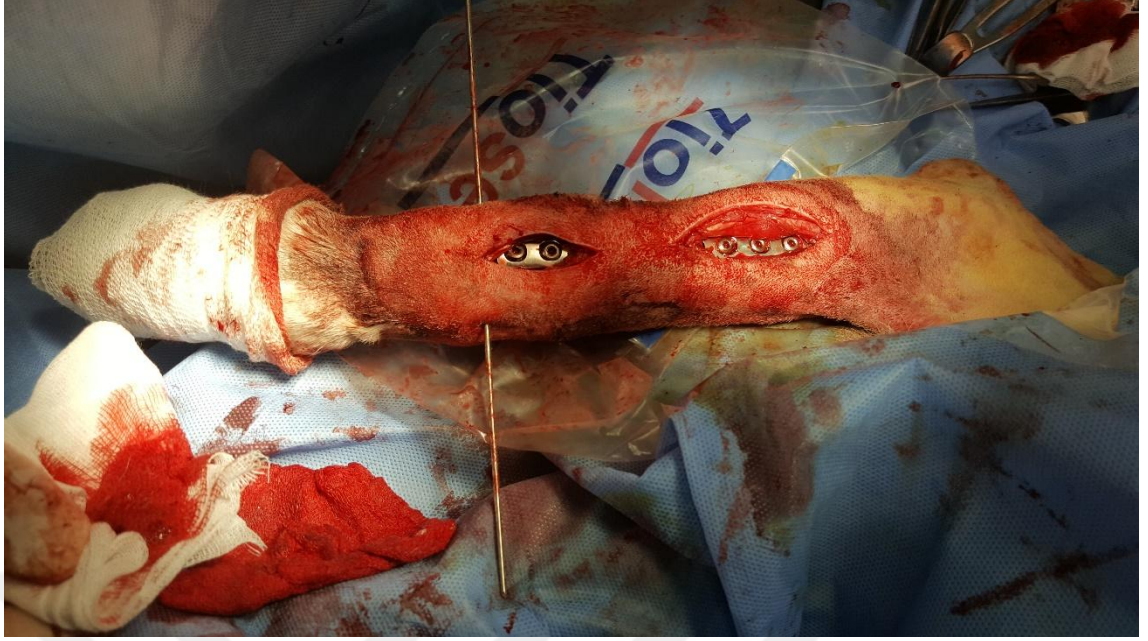




**Şekil 2.5.** MİPO amaçlı redüksiyon sağlandıktan sonra açılan tünelden plağın kemik yüzeyine yerleştirilmesi

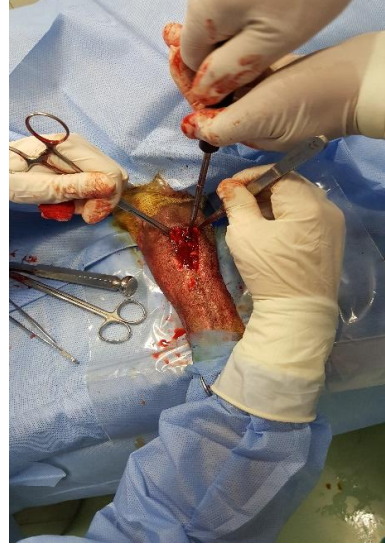


**Şekil 2.6.** MİPO amaçlı açılan tünelden plağın kemik yüzeyine yerleştirilmesi sonrası proksimal ve distaldeki ensizyonlardan görülen vida deliklerine vida uygulaması ile kırığın stabilize edilmesi.



**Şekil 2.7.** MİPO uygulamasında, proksimal ve distaldeki ensizyonlardan görülen vida deliklerine vida uygulaması ile operasyonun sonlandırılması.

Olguların operasyon sonrası klinik ve radyografik değerlendirilmeleri belirlenen günlerde yapılmış ve klinik iyileşme gözlemlendikten sonra plak alımı için hastalara operasyon günü verilmiştir. Plak alımı için de benzer operasyon tekniği uygulanmıştır. Vidaların uygulandığı bölgelerden alt ve üst ensizyon yapıldıktan sonra vidalar alındıktan sonra, plak kemik üzerinde fibröz ve kalsifiye dokulardan serbestleştirilmiştir. Alt veya üst ensizyon bölgesinin birinden plak vida deliğine bir kemik çengeli yerleştirilerek çekilmesi ile bölgeden uzaklaştırılmıştır.



**Şekil 2.8.** MİPO uygulaması sonrasında, kırık iyileşmesini takiben proksimal ve distalde ensizyonların tekrarlanması ve vidaların uzaklaştırılması sonrası plak alınması.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Çalışmada Kullanılan Hayvanlara Ait Bilgiler

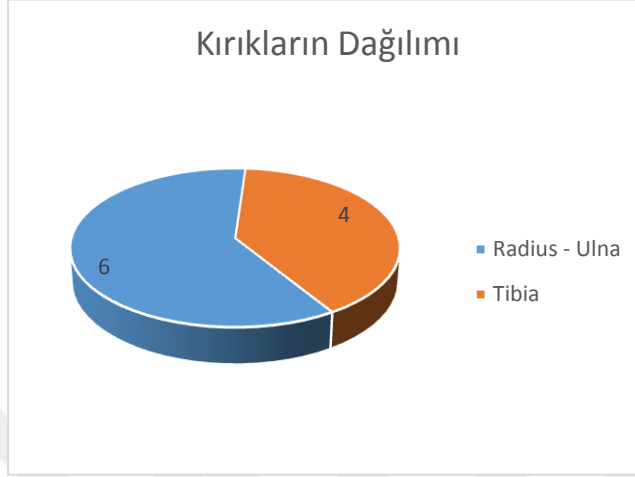
Çalışmada kullanılan hayvanların ırk, yaş, cinsiyet, etkilenen uzun kemikler, kırığın oluşma şekli ve kırığın fonksiyonel iyileşme süresi ile ilgili bilgiler Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Çalışmada kullanılan hayvanlara ait bilgiler.

Olgu No.	İrk	Cinsiyet	Yaş (ay)	Etkilenen Kemik	Kırığın Oluşum Şekli	Fonksiyonel İyileşme Süresi
Olgu 1.	Kangal	Dişi	23	Radius - Ulna	Trafik Kazası	30 gün
Olgu 2.	Melez	Erkek	17	Radius - Ulna	Ateşli Silah Yaralanması	20.gün
Olgu 3.	Kangal	Erkek	25	Radius - Ulna	Trafik Kazası	30 gün
Olgu 4.	Golden Retriever	Erkek	33	Tibia	Trafik Kazası	30 gün
Olgu 5.	Pointer	Dişi	30	Radius - Ulna	Trafik Kazası	30 gün
Olgu 6.	Melez	Dişi	37	Radius - Ulna	Trafik Kazası	40 gün
Olgu 7.	Setter	Erkek	19	Radius - Ulna	Trafik Kazası	30 gün
Olgu 8.	Golden Retriever	Dişi	11	Tibia	Trafik Kazası	20 gün
Olgu 9.	Boxer	Erkek	10	Tibia	Trafik Kazası	20 gün
Olgu 10.	Melez	Erkek	13	Tibia	Trafik Kazası	20 gün



Klinik çalışmada değerlendirilen olgularda klinik ve radyografik muayeneler sonucunda belirlenen kırıkların uzun kemiklere göre dağılımı şekil 3.1 de grafik olarak olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Kırıkların kemiklere göre dağılımı.

Klinik çalışmada değerlendirilen olgularda klinik muayeneler sonucunda belirlenen kırıkların oluşum nedenlerine göre dağılımı şekil 3.2 de grafik olarak olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Kırıkların oluşum sebeplerine göre dağılımı.

### 3.2. Çalışmada Kullanılan Hayvanların Kırık Bulguları

Çalışmada değerlendirilen 1. ve 5. olgulara ait operasyon öncesi, MİPO uygulaması ve plak alındıktan sonraki radyografileri Şekil 3.3. ve Şekil 3.4. de detaylı şekilde sunulmuştur. Şekille gösterilen olgu no 1 ve 5 de ve diğer radyografik olarak sunulmayan olgularda MİPO yönteminde uygulanan kısmi kapalı redüksiyon ile yeterli redüksiyon sağlanmıştır.



Şekil 3.3. Olgu no. 1'in operasyon öncesi, MİPO uygulaması ve plak alındıktan sonraki radyografileri.





**Şekil 3.4.** Olgu no 5'in operasyon öncesi, MIPO uygulaması ve plak alındıktan sonraki radyografileri.

### **3.3. Operasyon Sonrası Dönem ve Komplikasyonlar**

Operasyon sonrası hastalara 10 gün süre ile Robert – Jones badajı uygulanmış ve amoksisilin – klavunat reçete edilerek 7 gün süreyle kullanımı önerilmiştir. Olgulardan hiçbirinde enfeksiyon gözlenmemiştir. Olgular operasyon öncesi, operasyon sonrası 1., 10., 30., 45. ve 60. günlerde klinik ve radyografik muayenelerle değerlendirilmiştir.

Klinik ve radyografik olarak kırık iyileşmesi belirlenen sonra plak alınması için gerekli planlamalar yapıldı.

Olgu no 4'de ve olgu no 7 de kısmi redüksiyon kayıpları belirlenirken redüksiyona revizyon operasyonu ile müdahale edilmemiştir. Hastaların postoperatif uzun dönemde fonksiyonel iyileşmesi gözlenmiştir. MİPO tekniğinin temelinde de tam anatomik redüksiyona ulaşma amaçlanırken kırık bölgesi operatif olarak açılmadığı ve plağın kırık hattı üzerinde kemiğe paralel oluşturulan bir tünel boyunca ilerletilmesi ve alt üst ensizyonlardan görülen plak üzerindeki deliklerden üst ve alt ana fragmana tespit edilmesi nedeniyle kısmi redüksiyon kayıpları mayor fonksiyon kaybı beklenmediği durumlarda kabul edilebilir görülmektedir.





Şekil 3.5. Olgu no 4'ün operasyon öncesi, MİPO uygulaması sonrasındaki radyografileri.



**Şekil 3.6.** Olgu no 7'nin MİPO uygulaması sonrasındaki 10.gün radyografileri.

#### 4.TARTIŞMA

Bu alışma, uzun kemik kırığı tanısı konulmuş farklı ırk, yaş ve cinsiyetteki 10 köpek ile gerçekleştirilmiştir. Olguları 6 adet radius – ulna ve 4 adet tibia kırığı oluşturmuştur (şekil 3.1.). Bu veri literatür bilgileriyle uyumluluk göstermektedir (Candaş ve ark., 1988; zak, 2000).

Köpeklerde uzun kemik kırıklarına her yaşta rastlamak mümkündür. Literatür verilerine göre geçen hayvanlarda kemik büyümesinin etkilenmemesi ve periosteal kanlanmanın bozulmaması amaçlanır (Schwandt ve ark., 2005). Bu klinik çalışmada değerlendirilen olgularda herhangi bir kemik gelişimi komplikasyonu oluşturmamak için kemik gelişimini tamamlamış 1 yaşına yakın veya daha yaşlı köpeklerden oluşmaktadır (izelge 3.1.).

Köpeklerde uzun kemik kırıklarının başlıca sebepleri trafik kazaları, ateşli silah yaralanmaları ve kt travmalardır. Bu çalışmada yer alan olgulardan 9’u trafik kazasına bağlı olarak 1 tanesi ise ateşli silah yaralanması sebebiyle oluşmuştur (şekil 3.2.). Bu veriler literatürle uyumluluk göstermektedir (zak, 2000).

Yapılan alışmalar, dinamik kompresyon plağı uygulanan diyafizer tibia kırıklarının 7-8. haftada radyolojik olarak iyileştiğini göstermektedir (Kaya, 2003). Çalışmada dinamik kompresyon plağı uygulanan tibia kırıklarının 60. günde iyileşmesi bu literatürle uyum sağlamaktadır. Olguların 10 tanesinde klinik ve radyolojik iyileşme literatür bilgisiyle uyumlu olarak gerçekleşti. Olgulardan 2 tanesinde (olgu 4 ve olgu 7) ise kısmi redüksiyon kaybı gözlendi. Söz konusu bu iki olguda gözlenen kısmi redüksiyon kayıplarına rağmen klinik muayenelerde fonksiyonel iyileşme belirlendi.

Larsen ve çalışma ekibinin yapmış olduğu bir çalışmada, dinamik kompresyon plağı uygulanan radius kırıklarında 29 olgudan 2’sinde plak kırılması ve 1’inde plaktan vidanın ayrılması bağlı olarak tekrar kırık meydana geldiğini gözlemişlerdir (Larsen ve

ark., 1999). Bu çalışmada literatürden farklı olarak olgulardan hiçbirinde vida gevşemesine bağlı redüksiyon kaybı ve plak kırılması komplikasyonları ile karşılaşılmamıştır. Redüksiyon kaybı gözlenen iki olguda redüksiyon kayıpları operasyon sırasında kırık bölgesinin tam olarak açılmamasına olguların gecikmiş olarak operasyona alınmasına bağlanmıştır. MİPO uygulamasında kısmi redüksiyon kayıpları söz konusu olabileceğinden, bu olgularda redüksiyon kaybı kabul edilebilir nitelikte olduğundan revizyon operasyonu gerçekleştirilmeden tedaviye devam edilmiş ve klinik izleme sonucunda olgularda klinik fonksiyonel iyileşme gözlenmiştir.

Risselada ve ark., kedi ve köpeklerde gerçekleştirdikleri ve komplike olmayan uzun kemik kırıklarının iyileşme süreçlerini değerlendirdikleri çalışmada minimal invaziv yaklaşımın kemik kaynama sürecine olumlu yönde etki ettiğini göstermişlerdir (Risselada ve ark., 2005). Bu çalışma, literatürle paralel olarak iyileşme süreleri açık redüksiyon ve internal fiksasyon yöntemlerine kıyasla daha kısa olduğu gözlenmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Minimal invaziv plak osteosentezi, cerrahi diseksiyonu sınırlayarak ve kırık hematomunun bozulmasını önleyerek kırık iyileşmesi için optimum şartları korur. Bilindiği üzere, kırık hattına kan akışını korumak için yumuşak dokuların dikkatli manipülasyonu önemlidir. Kırık hattını açığa çıkarmadan, indirek redüksiyonu minimal invaziv plak osteosentezini biyolojik iyileşmenin mükemmel bir örneği haline getirir. Endoosteal ve ekstraosseal damarların yırtılmasıyla oluşan kırık hematomu, kırık iyileşmesini başlatmada önemli bir rol oynar. Bununla birlikte, kırık iyileşmesinin ilerleyebilmesi için, kırık bölgesine oksijen ve yeterli kan akımı zorunludur. Kemiği ve periostu çevreleyen yumuşak dokular, kırılmanın gerçekleşmesinden hemen sonra kırık bölgesine erken kan akışını sağlamada kritik bir rol oynar. Bu nedenle, minimal invaziv bir teknik kullanılarak yumuşak doku ve periostun korunması daha hızlı iyileşme sağlayabilir. Plak uygulamaları, maliyet açısından pahalı bir uygulama olmasıyla birlikte rutinde kullanılan diğer internal fiksasyon yöntemlerinden farklı olarak hastaların operasyon sonrası dönemdeki refahını etkilemediği, hastaların ağırlığı ve kemik büyüklükleri temel alınarak seçilen plakların, hastaların iyileşmesine büyük katkısı olduğu gözlenmiştir. Kısa süreli bandaj uygulaması ve operasyon sonrası bakım gerektirmemesi sebebiyle hasta sahiplerinin olumlu karşıladığı plak uygulamasının, uygun görülen hastalarda ve kırık tiplerinde minimal invaziv teknikle rutinde daha sık uygulanması önerilmektedir.

## ÖZET

### **Köpeklerde Uzun Kemik Kırıklarının Sağaltımında Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO) Yönteminin Klinik ve Radyografik Değerlendirilmesi**

Köpeklerde sıklıkla karşılaşılan uzun kemik kırıklarının sağaltımı amacıyla uygulanan tekniklerin ve uygulama yöntemlerinin kemik iyileşmesine katkısı, geçmişten günümüze birçok çalışmaya konu olmuştur. Son yıllarda daha çok amaçlanan biyolojik iyileşmenin sağlanması için uygulanan teknikler arasında minimal invaziv plak osteosentezi önemli bir yer tutmaktadır.

Bu çalışmada, köpeklerde karşılaşılan uzun kemik kırıklarının sağaltımı amacıyla uygulanan minimal invaziv plak osteosentezi ve biyolojik iyileşmenin, iyileşme sürecine ve fonksiyon geri kazanımına etkisinin gözlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma, Mayıs 2017 - Mayıs 2018 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Cerrahi Kliniğine getirilen, klinik ve radyolojik muayeneleri sonrasında uzun kemik kırığı olduğu belirlenen farklı ırk, yaş ve cinsiyetteki 10 köpekte gerçekleştirilmiştir.

10 olgunun, 6'sında radius - ulna, 4'ünde tibia kırığı tesbit edildi ve operasyonları gerçekleştirildi. Olgulara operasyon sonrası dönemde 10 gün süre ile Robert – Jones bandaj uygulandı ve 1., 10., 30., 45. ve 60. günlerde klinik ve radyografik muayenelerle iyileşme süreci gözlemlendi.

Fonksiyonel değerlendirmede 10 olguda da çok iyi sonuç alınmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Kırık, Köpek, MİPO, Osteosentez, Plak.



## SUMMARY

### **Clinical and Radiographic Evaluation of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) for the Treatment of Long Bone Fractures in Dogs**

The contribution of the techniques and methods to bone healing used for the treatment of long bone fractures frequently encountered in dogs has been the subject of many studies from past to present. In recent years, minimally invasive plate osteosynthesis has taken an important place amongst the techniques used for achieving targeted biological healing.

The aim of this study was to observe the effect of minimally invasive plate osteosynthesis and biological healing on healing process and function recovery for the treatment of long bone fractures in dogs.

This study was carried out in 10 dogs of different breeds, ages and sexes who were admitted to Ankara University Veterinary Faculty Animal Hospital Surgery Clinic between May 2017 and May 2018.

Radius - ulna fractures was detected in 6, tibia fracture was detected in 4 of 10 cases and operations were performed. Postoperatively, the patients were treated with Robert – Jones bandage for 10 days and clinical and radiographic examinations were observed on the 1st, 10th, 30th, 45th and 60th days.

Functional evaluation was very good in 10 cases.

**Keywords:** Dog, Fracture, MIPO, Osteosynthesis, Plate.

## KAYNAKLAR

- ALTUNALMAZ K (2004). Kırık iyileşmesinin biyolojisi ve biyolojik osteosentez. *İstanbul Univ. Vet. Fak. Derg.*, **30(1)**: 141-147.
- BALCI V (2005). Alt ekstremitte kırıklarının plak ile biyolojik tespiti. Tez çalışması. 1-91.
- BARNHART MD, MARITATO KC (2018). Locking Plates in Veterinary Orthopedics. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. 41 – 49.
- BICIMOGLU A, MURATLI HH, YAGMURLU MF, TABAK AY, AKTEKIN CN (2002). Femur kırıklarında minimal invaziv yöntem ve biyolojik fiksasyon prensipleri ile plakla osteosentez uygulama sonuçlarımız. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, **36**: 129-135.
- BLATTER G, WEBER BG (1990). Wave plate osteosynthesis as a salvage procedure. *Arch Orthop Trauma Surg*, **109**: 330-338.
- BORRELLI J, PRICKETT W, SONG E, BECKER D, RICCI W (2002). Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: a human cadaveric study. *J Ort-hop Trauma*, **16**: 691-695.
- CANDAS A, OLCAY B, GURKAN M, SAGLAM M (1988). Evcil karnivorların tibia kırıklarında bazı osteosentez teknikleri üzerinde çalışmalar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **35(1)**: 169-193.
- CILOGLU O, SEYFETTINOGLU F, CICEK H, YILMAZ A, GORGULU FF, TUHANOGLU U, OGUR HU (2017). Distal tibia kırıklarında minimal invaziv plak osteosentez sonuçları *Cukurova Medical Journal*, **42(3)**: 518-525.
- DEPUY SYNTHES (2016). <https://www.depuysynthes.com/hcp/trauma/products/qs/LISS-for-Distal-Femur#tab3> 07.06.2019
- DURSUN N (2001a). Veteriner Anatomi I, Medisan Yayınevi, Ankara
- DURSUN N (2001b). Veteriner Anatomi II, Medisan Yayınevi, Ankara
- DURSUN N (2001c). Veteriner Anatomi III, Medisan Yayınevi, Ankara
- 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.

- GEMMILL TJ, CLEMENTS DN (2016). BSAVA manual of canine and feline fracture repair and management 2. Ed., 32 – 36, 257 – 283.
- GONÇ U, TEKER KK, TANDOGAN R, KAYAALP A (2012). Minimal invaziv osteosentez: Temel prensipleri, cerrahi planlama ve redüksiyon yöntemleri. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*, **11(1)**: 1–14.
- HELFET DL, SHONNARD PY, LEVINE D, BORRELLI J (1997). Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury*, **28 – 1**: 42-47.
- HUDSON CC, POZZI A, LEWIS DD (2009). Minimally invasive plate osteosynthesis: Applications and techniques in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, **22 – 03**: 175–182.
- HUDSON CC, POZZI A, LEWIS DD (2009). Minimally invasive plate osteosynthesis: Applications and techniques in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, **22**: 175–182.
- KAYA U (2000). Köpeklerde tibia kırıklarının sağaltımında minimal invazif plak osteosentezi. 7. FECEVA & 47. Annual Congress of FK-DVG Kongre kitapçığı, 94.
- KAYA U (2003). Köpeklerde tibia kırıklarının sağaltımında minimal invaziv plak osteosentezi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, **50**: 19-23.
- KINAST C, BOLHOFNER BR, MAST JW, GANZ R (1989). Subtrochanteric fractures of the femur. Results of treatment with the 95 degrees condylar blade-plate. *Clin Orthop Relat Res*, **122**: 30 – 37.
- KRETTEK C, SCHANDELMAIER P, MICLAU T, TSCHERNE H (1997). Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury*, **28 – I**: 20-30.
- LARSEN LJ, ROUSH JK, MCLAUGHLIN RM (1999). Bone plate fixation of distal Radius and ulna fractures in small an miniature-breed dogs, *J Am Anim Hosp Assoc*, **35**: 243-250.
- MAHIROGULLARI M, ÇAKMAK S, KURKLU M, DONMEZ F, KUSKUCU M (2012). Proksimal femur kırıklarının tedavisinde minimal invaziv cerrahi ve kilitli plak uygulaması. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*, **11(1)**: 49–54.
- MAST J, JAKOB R, GANZ R (1989). Planning and reduction technique in fracture surgery. Berlin: Springer-Verlag. 124 – 156.
- MILLER ME, EVANS HE, LAHUNTA AD (2013). Millers anatomy of the dog. St. Louis, Mo: Saunders. 125 – 157.

- MONTAVON PM, VOSS K, LANGLEY-HOBBS SJ (2009). *Feline Orthopedic Surgery and Musculoskeletal Disease* 1st ed. Saunders Elsevier, Philadelphia, Pennsylvania. 466 – 474.
- OZAK A (2000), Köpeklerin Antebrachium Kırıklarında Radius'un Osteosentezinde Dinamik Kompresyon Plağı (DCP) ve İntramedüller Çivileme Yöntemi İle Sağlanan Sonuçların Karşılaştırılmalı Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- 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.
- POZZI A, LEWIS DD (2009). Surgical approaches for minimally invasive plate osteosynthesis in dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, **4**: 316–320.
- RISSELADA M, KRAMER M, DE ROOSTER H (2005). Ultrasonographic and radiographic assessment of uncomplicated secondary fracture healing of long bones in dogs and cats. *Vet. Surg*, **34**: 99–107.
- SAGLAM M, YURDAKUL M (2009). Kedi ve köpeklerde ekstremitte uzun kemiklerinin diyafizer kırıklarının sağaltımında uygulanan biyolojik osteosentez tekniklerinin klinik değerlendirilmesi. *Veteriner Cerrahi Dergisi*, **56 – 1**: 31–36.
- SCHILLER AL (1988). Bones and Joints. In: *Pathology*, ed. E Rubin and JL Farber, Lippincott, Philadelphia, 1304–1393.
- SCHWANDT CS, MONTAVON PM (2005), Locking compression plate fixation of radial and tibial fractures in a young dog, *Vet Comp Orthop Traumatol*, **18**: 194-198.
- STOFFEL K, DIETER U, STACHOWIAK G, GACHTER A, KUSTER MS (2003). Biomechanical testing of the LCP-how can stability in locked internal fixators be controlled. *Injury*, **34 – 2**: 11-19.
- TONG GO, BAVONRATANAVECH S (2007). *AO Manual of Fracture Manegement, Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO)*. Stuttgart: Thieme. 22-31.
- VETORTHOPAEDICS (2014). <https://vetorthopaedics.com/products/implants/1-5mm-locking-plate/> 07. 06.2019

## EKLER

### EK 1: Etik kurul onayı

#### ANKARA ÜNİVERSİTESİ HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ

**TOPLANTI TARİHİ** : 24/05/2017  
**TOPLANTI NO** : 2017-11  
**DOSYA NO** : 2017-60  
**KARAR NO** : 2017-11-91

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr.Ümit Kaya'nın yaptığı, araştırmacı olarak Veteriner Hekim Volkan Özdemir'in katıldığı "Köpeklerde uzun Kemik Kırıklarının Sağaltımında Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MIPO) Yönteminin Klinik Radyografik Değerlendirilmesi" başlıklı araştırma projesinin içeriği Kurulumuzca incelenmiş olup, söz konusu çalışma Üniversite Senatosunun 12/2/2016 tarihli toplantısında 430/3642 sayılı kararı ile kabul edilen ve Hayvan Deneyleri Merkezi Etik Kurulu'nun 19/2/2016 tarih ve 42 sayılı kararı ile onaylanan "Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Yönergesi"nin 7. maddesinin (h) fıkrası kapsamında ele alınmış olup, çalışmanın Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu iznine tabi olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.

Hayvan Türü :Köpek  
Hayvan Sayısı :10  
Geçerlilik Süresi :25/05/2017-25/05/2018

ASLININ AYNIDIR  
24/05/2017



Prof.Dr.M.Taner KARAOĞLU  
A.Ü. HADYEK Başkanı

## ÖZGEÇMİŞ

### I - Bireysel Bilgiler

Adı: Volkan

Soyadı: ÖZDEMİR

Doğum yeri ve tarihi: Ankara - 26.03.1965

Uyruğu: T.C.

Medeni durumu: Evli

İletişim adresi: Dikilitaş Mah. Kúme Evler Çakltaş Kooperatifi No:219  
Gölbaşı/ANKARA

Telefon: 05326141094

E – posta: volkan-65@hotmail.com

### II - Unvanları

1989 – Veteriner Hekim – Ankara Üniversitesi Veteriner Fakóltesi

### **III – Eğitim**

1994 - : Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yüksek Lisans

1985 – 1989 : Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Lisans

1982 – 1985 : İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Lisans

1980 – 1982 : İstanbul Kabataş Erkek Lisesi

1979 – 1980 : Urfa Lisesi

Yabancı dili : İngilizce

### **IV – Mesleki Deneyim**

1991-2015 Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı (Adana-Ankara-Trabzon- Konya)  
(Hayvan Sağlığı, Gıda ve Yem Denetmenliği.

1989-1991 Adana Büyükşehir Belediyesi (Mezbaha ve Veteriner Hizmetleri)

### **V - Katıldığı Eğitim, Seminerler ve Kongreler**

2017 Doç. Dr. Cenk YARDIMCI, Veteriner Ortopedide Sıra Dışı Olgular Ve Tedaviler

2015 Numune Alma Eğitimi

2014 TS OIC/SMIIC 1 HELAL GIDA Genel Klavuzu Standardı Eğitim Programı Sertifikası

2014 ISO 22000 GIDA GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİ Katılım Sertifikası

2007 ISO17020 (=EN 45004) Çeşitli Tipteki Denetim Kuruluşlarının Çalıştırılmaları İçin Genel kriterler Temel Eğitimi katılım Belgesi

- 2007 ISO 9001:2000 Eğitim Katılım Belgesi
- 2006 Gıda Denetçisi Sertifikası
- 2004 Köpeklerde Temel Eğitim, Arama Kurtarma, Koruma, İz Takip, İtaat Ve Rehabilitasyon Konularında Eğitimci Eğitimi Sertifikası
- 2002 İthal Edilecek Derilerin Gümrük Muayeneleri
- 2001 Et ve Et Mamülleri Üretim Tesislerinin Ruhsatlandırılması Denetlenmesi ve Et Muayenesi Kursu
- 2000 Suni Tohumlama Sertifikası

