BAHADIR KARAN

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ- CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

KEDİ VE KÖPEKLERDE EKSTİREMİTE KIRIKLARININ MİNİMAL İNVAZİV PLAK OSTEOSENTEZİ (MİPO) İLE SAĞALTIMININ KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

VETERİNER HEKİM
BAHADIR KARAN

DANIŞMAN
PROF. DR. KÜRŞAT ÖZER

CERRAHİ ANABİLİM DALI
VETERİNER CERRAHİ

İSTANBUL-2021

TEZ ONAYI

Bu çalışma …… Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ....., ... Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezde ki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

BAHADIR KARAN

İTHAF

Biricik eşim Gizem Karan ve oğlum Kuzey'e ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Benim üzerimde emekleri çok fazla olan ve beni bugünlere getiren annem Nazan KARAN ve babam Ahmet Suat KARAN'a, çok sevgili abim Oğuz KARAN'a, değerli dostum Ercan ALKAN'a, kendisi de veteriner hekimi olan biricik hayat arkadaşım Gizem KARAN'a, doktora eğitimim sırasında başım ne zaman sıkışsa yardıma koşan çok sevgili abim Doç. Dr. Murat KARABAĞLI'ya ve Maçka Veteriner Kliniği ailesine ve doktora eğitimim boyunca bana gerek görgüsü gerek tecrübesiyle yardımcı olan babam gibi sevdiğim saygı değer tez danışman hocam Prof. Dr. Kürşat ÖZER'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI 2
BEYAN 4
İTHAF 5
TEŞEKKÜR 6
İÇİNDEKİLER 7
TABLOLAR LİSTESİ 9
ŞEKİLLER LİSTESİ 10
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ 13
ÖZET 14
ABSTRACT 15
1. GİRİŞ VE AMAÇ 16
2. GENEL BİLGİLER 18
2.1. Uzun Ekstremite Kemiklerinin Anatomisi 18
2.1.1. Humerus 18
2.1.2. Antebrachium 20
2.1.3. Femur 23
2.1.4. Tibia 25
2.2. Kırık ve Kırık İyileşmesi 28
2.2.1. İnflamatuvar Dönem (1-4 Gün) 29
2.2.2. Onarım (Reperasyon) Dönemi (2-40 Gün) 30
2.2.3. Kemiğin Yeniden Şekillenmesi (Remodelling) Dönemi (40 gün- 2 yıl) 31
2.3. Biyolojik Osteosentez 31
2.4. Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO) 32
2.4.1. Vaka Seçimi 34
2.4.2. Operasyon Öncesi Planlama 35
2.4.3. İmplant Seçimi 35
2.4.4. Kırık Redüksiyonu 40
2.4.5. Cerrahi Yaklaşım 45
2.4.6. MİPO'nun Avantajları ve Dezavantajları 46
3. GEREÇ VE YÖNTEM 48

3.1. Gereç 48
3.1.1. Hayvan Materyali 48
3.1.2. Tanı ve Radyolojik Takipte Kullanılan Gereçler 48
3.1.3. Anestezi, Analjezi ve Antibiyoterapide Kullanılan Gereçler 49
3.1.4. MİPO Tekniğinde Kullanılan Gereçler 50
3.2. Yöntem 51
3.2.1. Preoperatif Verilerin Toplanması ve Vakaların Seçimi 51
3.2.2. İmplant Seçimi 53
3.2.3. Aseptik Cerrahi İçin Bölgenin Hazırlanması ve Genel Anestezi 53
3.2.4. Humerus Kırığına MİPO'nun Uygulanması 54
3.2.5. Antebrachium Kırığına MİPO'nun Uygulanması 54
3.2.6. Femur Kırığına MİPO'nun Uygulanması 55
3.2.7. Tibia Kırığına MİPO'nun Uygulanması 56
3.2.8. Postoperatif Bakım, MİPO ve İyileşme Verilerinin Toplanması 57
4. BULGULAR 59
4.1. Klinik ve Radyografik Muayene Bulguları 59
4.2. İntra ve Post Operatif Bulgular 61
5. TARTIŞMA 68
KAYNAKLAR 74
HAM VERİLER 80
FORMLAR 81
ETİK KURUL KARARI 82
PATENT HAKKI İZNİ 84
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI 85
ÖZGEÇMİŞ 86

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Hasta Onam Formu 51

Tablo 3.2. Hasta ile İlgili Bilgileri İçeren Tablo 52

Tablo 3.3. Operasyon Sonrası Ağrı Durumunu Değerlendirmek İçin Kullanılan Skorlama Tablosu 58

Tablo 3.4. Operasyon Sonrası Radyografik Durumu Değerlendirmek İçin Kullanılan Skorlama Tablosu 58

Tablo 4.1. Çalışmaya Dahil Edilen 10 Adet Kedinin Anamnez ve Klinik Muayene Bilgileri 60

Tablo 4.2. Çalışmaya Dahil Edilen 10 Adet Köpeğin Anamnez ve Klinik Muayene Bilgileri 61

Tablo 4.3. MİPO Uygulanan Kedi Vakalarından Elde Edilen İntraoperatif ve Postoperatif Verilerin Özeti 63

Tablo 4.4. MİPO Uygulanan Köpek Vakalarından Elde Edilen İntraoperatif ve Postoperatif Verilerin Özeti 64

Tablo 4.5. Kedi ve köpeklerin 10'ar Tanesinde Ekstiremitelerinde Ağrı Skoru ve Ortalamasını Gösteren Tablo 65

Tablo 4.6. Kaynamanın Derecesini Gösteren Radyolojik Değerlendirme Tablosu 65

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. **A:** Humerusun kaudelden görünüşü. B: Humerusa ait anterioposterior radyografik görünüm……..…….18

Şekil 2.2. **A:** Sol Humerusun lateralden şematik görünümü. B: Sol Humerusun mediolateral radyografik görünümü……..……..19

Şekil 2.3. Brachium'un derin kasları……...20

Şekil 2.4**.** A: Sol radiusun kaudelden ve sol ulnanın kraniyal yüzeyinin görünümü B:Eklemden ayrılmış radius ve ulnanın kraniyokaudalden görünümü…….……..21

Şekil 2.5. A**:** Antebrachial fasianın kraniyalden görünümü. B: Kraniyolateral görünümden superficial antebrachial kaslar……22

Şekil 2.6. A: Lateral görünümden, kalça kemiği ile eklemleşmiş sol femur. B: Sol femur ve fabellanın mediolateral radyografik görünümü.…….23

Şekil 2.7. A: Kraniyal yönden sol femur ve patellanın görünümü. B: Sol femurun kraniyokaudal radyografik görünümü..……...……24

Şekil 2.8. Femurun kasları A: Lateral görünümden derin kaslar. B: Kraniyal görünümden derin kaslar…….25

Şekil 2.9. A: Kranialden sol tibia ve fibulanın şematize görünümü. B: Sol tibia ve fibulanın kraniokaudal radyografik görünümü……..……..26

Şekil 2.10. A:Tibia'nın superficial kaslarının kraniyalden görünümü. B: Lateral görünümden superficial kaslar. C: Kraniyolateral görünümden derin kaslar. D: Lateral görünümden derin kaslar……...……..27

Şekil 2.11. Birincil (primer) kırık iyileşme tipleri……...28

Şekil 2.12**.** Sekonder kırık iyileşmesinin dönemleri…….……...29

Şekil 2.13. Radius kırığında minimal invaziv plak osteosentezi ve açık redüksiyon ile internal fiksasyon'un şematik gösterimi……..……34

Şekil 2.14. A: DCP, B: LC-DCP ve C:PC-Fix plaklarının kemik ile temas yüzeyleri yeşil renk ile gösterilmiştir. (En üstte DCP en altta ise PC-Fix yer almaktadır.)……..36

Şekil 2.15. LCP Plağının üstten görünümü…….37

Şekil 2.16. LCP Plağında kombinasyon deliğinin görünümü…….38

Şekil 2.17. Parçalı bir kırıkta kemik uzunluğu ve plağın boyunu gösteren radyografiler.……...39

Şekil 2.18. LCP plağında kullanılabilecek vida çesitleri…...……..39

Şekil 2.19. Çalışma mesafesini gösteren görüntü……...40

Şekil 2.20. Kraniyo-mediyal görünümden radius ve ulnanın traksiyon masasındaki görüntüsü…….41

Şekil 2.21. A ve B: Tibia kırığı olan köpekte bacağı asma tekniğinde hastanın pozisyonu. C: Steril olmayan petflex ile bacak sarılır ve tavana asılır. D ve E: Pati ve tavana asma aparatı steril petflex ile sarılır. F: Eğer cerrah isterse işlem sırasında steril olarak tavandan patiyi ayırabilir……..42

Şekil 2.22**.** A: Parçalı tibia ve fibula kırığının preoperatif radyografisi. B: Tibiaya normograd pin uygulaması. C: Kırığın indirekt redüksiyonunu gösteren intraoperatif floroskopi görüntüleri. D: MİPO tekniği ile plak uygulanması. E: Olgunun postoperatif radyografik görüntüleri……43

Şekil 2.23. A: Radius ve ulnanın parçalı kırığına ait radyografik görüntüler. B ve C: Geçici eksternal fiksatörün uygulanması. D: İntraoperatif floroskopi görüntüsü. E: Kırık bölgesinde MİPO ile plağın yerleştirilmesi. F: Vida uygulaması. G: Bacak hizalanmasının değerlendirilmesi. H: Postoperatif radyografik görüntüler…..……44

Şekil 2.24. A: Uzun oblik tibia kırığına ait preoperatif radyografiler. B: Nokta-redüksiyon kemik tutma pensi ile perkütan olarak redüksiyon. C: İntraoperatif floroskopik görüntü…..……45

Şekil 2.25. MİPO tekniğinde humerus'a (1), radius'a (2), femur'a (3), tibia'ya(4) operatif yaklaşım ve plak uygulamasının şematik görüntüsü…….……46

Şekil 3.1. Ecoray (Toshiba) marka X-Ray Cihazı.....48

Şekil 3.2. Royal 77 Anestezi Cihazı……49

Şekil 3.3. MİPO tekniğinde kullanılan çeşitli kalınlıklarda ve uzunluklardaki LCP plaklar ve kortikal vidalardan bazılarının görünümü…….……50

Şekil 3.4. MİPO tekniğinde indirekt redüksiyon için kullanılan distraktör…….50

Şekil 3.5. Kedi olgularından 10 numaralı hastada distraktörün uygulanmış halinin görüntüsü…….51

Şekil 3.6. Kedi olgularından 3 numaralı hastanın çift poz (A/P ve M/L) radyografik görüntüler…….53

Şekil 3.7. Köpek olgularından 3 numaralı hastanın 46.günde kaynama gerçekleştikten sonra LCP plağın çıkarılmış hali…..……..55

Şekil 3.8 Köpek olgularından 7 numaralı hastanın plak yerleştirildikten ve vidalandıktan sonraki görüntü……...…….57

Şekil 4.1. Kedi olgularından 4 numaralı hastanın preoperatif (A ve B), postoperatif (C ve D), 30. gün (E ve F) ve 43. gün plak çıktıktan sonra elde edilen radyografi görüntüleri. 66

Şekil 4.2. Köpek olgularından 10 numaralı hastanın preoperatif, 50. gün ve plak çıktıktan sonraki ragyografik görüntüleri……67

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

COMBINATION HOLES: Kombinasyon Delikleri

DCP: Dinamik Kompresyon Plağı

İİT: İntraoperatif İskelet Traksiyonu

LCP: Kilitli Kompresyon Plağı

LC-DCP: Sınırlı Temaslı Dinamik Kompresyon Plağı

MİPO: Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi

ORIF: Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon

PAO: Plak-Açıklık Oranı

PC-FİX: Nokta Temaslı Fiksatör

VPD: Vida-Plak Dansitesi

ÖZET

Karan, Bahadır. (2021). Kedi ve Köpeklerde Ekstiremite Kırıklarının Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO) ile Sağaltımının Klinik Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Cerrahi ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Bu çalışmada, kedi ve köpeklerde ekstiremite kırıklarının Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO) ile sağaltımının klinik ve radyolojik bulgular eşliğinde kırık iyileşmesinde ne kadar etkili olduğunun belirlenmesi amaçlandı. Çalışmanın hayvan materyallerini İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı polikliniğine getirilen 10 adet kedi ve köpeğin çeşitli ekstiremitelerindeki çeşitli kırık tipleri oluşturdu.Premedikasyon için kedi ve köpeklerde ksilazine (XYLAZINEBIO® %2, İnterhas, Türkiye) 0.5-1 mg/kg dozunda damar içi yoldan uygulandı.İndüksiyon için ketamin (Ketasol® %10, İnterhas, Türkiye) 5 mg/kg damar içi yoldan uygulandı ve genel anestezinin devamı için izofluran (Forane® %99.9 inhalasyon çözeltisi, AbbVie, İngiltere) %2-4 oranında kullanıldı. Kapalı redüksiyon yapıldıktan sonra kırık ekstiremitenin proksimal ve distal uçlarına preoperatif hazırlık sonrası ensizyonlar yapılarak epiperiostal tünel oluşturuldu. Hayvanın büyüklüğüne uygun olan plak alt ensizyondan üst ensizyona doğru tünel içerisinden ilerletilerek plak vidalandı ve kırık fiksasyonu sağlandı. Ensizyon hatları hayvanların büyüklüğüne uygun olan iplikler ile kapatıldı. Postoperatif olarak hastalara bir hafta süresince antibiyotik olarak seftriakson disodyum (Novosef®, Sanofi Zentiva, Lüleburgaz) 20 mg/kg, ağrı kesici olarak meloksikam (Melox amp® SC, 15mg/1.5 ml, Nobel, Türkiye) 0.1-0.3 mg/kg uygulandı. Postoperatif olarak ekstremitenin ödem toplamasını önlemek amacıyla Robert Jones bandajı 2 gün boyunca kullanıldı. Operasyon sonrası hastalar röntgen ve klinik değerlendirme için 15 gün aralıklar ile kontrole çağırıldılar. Olgularda topallık ve kırık iyileşmesi bazı hasta sahiplerinin onlara söylenen zamanda getirmemelerinden dolayı değişken aralıklarla değerlendirildi. Olguların hepsinde klinik ve radyolojik değerlendirme yapılıp iyileşme görüldükten sonra plaklar 42-51. günler arasında uzaklaştırıldı. Hiçbir olguda vida gevşemesi, plak kırılması, enfeksiyon ya da topallık görülmedi. Sonuç olarak kedi ve köpeklerde MİPO tekniği ile osteosentez konvansiyonel plak osteosentezine göre daha kısa sürede tamamlanmış olup daha az postoperatif ağrı oluşturmuştur. Kısa operasyon süresi ile postoperatif enfeksiyon riskinin azaldığı görülmüştür. Bu özelliklerinden dolayı MİPO tekniğinin konvasiyonel plak osteosentezine göre çok daha avantajlı bir yöntem olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Ekstiremite Kırıkları, Kırık İyileşmesi, Kedi, Köpek, MİPO

ABSTRACT

Karan, Bahadır. (2021). Clinical Evaluation of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) Treatment of Extremity Fractures in Cats and Dogs. Istanbul University-Cerrahpasa, Institute of Graduate Studies,Department of Surgery. Doctoral Dissertation. İstanbul.

In this study, it is aimed to determine how effective treatment of extremity fractures with Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) in cats and dogs fracture healing in the presence of clinical and radiological findings. Various types of fractures in various extremities of 10 cats and dogs brought to the our clinic of Istanbul University Cerrahpaşa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, constituted the study materials. For premedication we gave ksilazine (XYLAZINEBIO® %2, Interhas, Turkey) xylazinebio to cats And dogs 05-1 ml intravenous way. For induction we used ketasol (Ketasol® %10, Interhas, Turkey) ful parantez 5 mg/kg intravenous way and isoflurane (Forane® %99.9 Inhalation solution, AbbVie, England) was used at a rate of 2-4% for the maintenance of general anesthesia. After closed reduction, an epiperiostal tunnel was created by incisions on the proximal and distal ends of the broken extremity. Fracture fixation was achieved by advancing the plate suitable for the size of the animal through the tunnel from the lower incision to the upper incision. The incision lines were closed with threads suitable for the size of the animals. Postoperatively, the patients were administered ceftriaxone disodium (Novosef®, Sanofi Zentiva, Lüleburgaz) 20 mg/kg, as an antibiotic and Meloxicam (melox amp® SC, 15mg/1.5 ml, Nobel, Turkey) 0.1 0.3 mg/kg as a pain reliever. Robert Jones bandage was used for 2 days to prevent swelling of the extremity postoperatively. After the operation, the patients were invited for a control at 15-day intervals for x-ray and clinical evaluation. Lameness and fracture healing were evaluated at variable intervals, since the owners did not bring them to them on time. After clinical and radiological evaluation and improvement was observed in all cases, the plates were 42-51 was removed between days. Screw loosening, plate breakage, infection or lameness were not observed in any of the cases. As a result, osteosynthesis with MIPO was completed in a shorter time than conventional plate osteosynthesis in cats and dogs, resulting in less postoperative pain. It has been observed that the risk of postoperative infection decreases with a short operation time. It was concluded that the MIPO is a much more advantageous method than conventional plate osteosynthesis due to these features.

Key Words: Extremity Fractures, Bone Healing, Cat, Dog, MIPO

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kırık fiksasyonunda biyolojik yöntem, rijid kırık stabilite baskısını azaltırken kırık bölgesini çevreleyen yumuşak dokunun korunması yoluyla hızlı iyileşmeyi vurgular (1). Çok parçalı ve dislokasyonu fazla olan diyafizer kırıklarda, kemiğin biyolojik olarak iyileşmesini sağlayacak uygun bir fiksasyon yöntemi olmalıdır. Bu yeni fikir biyolojik osteosentez olarak adlandırıldı (1, 2).

Yirminci yüzyılın ortalarından beri kırık yönetiminin plak ile yapılmasında birçok teknik geliştirilmiştir. Plak fiksasyonunda bu zamana kadar kabul edilmiş protokollerde plak yerleştirilmeden önce bölgenin tamamen açığa çıkarılması ve tam anatomik yapılandırma kabul edilmiştir. Konvansiyonel rijid internal fiksasyon olumlu sonuçlar vermiştir ancak zaman içerisinde komplikasyonlar rapor edilmeye başlamış ve plağın kullanılması sorgulanmaya başlamıştır. Sonuç olarak plak uygularken yeni yaklaşımlarda biyolojik yöntemlerin mekanik kırık tespiti yapanlara göre tercih edilmesi gerektiği vurgulanmaya başlamıştır (3).

Yeni geliştirilen plak uygulama tekniklerinden biri Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO)'dur (3). Sıkıştırma ve nötralizasyon işlevine sahip plaklar hassas rekonstrüksiyon ve rijid stabilizasyona ihtiyaç duyarken köprü şeklinde uygulanan plaklar kırık ekstiremite segmentinin fonksiyonel hizalanmasını ve uzunluğunu elde etmek için kırığın anatomik redüksiyon ihtiyacını ortadan kaldırır. Köprüleme plakları genellikle kırığın damarlanmasını korurken iatrojenik travmanın derecesini azaltmasından dolaylı redüksiyon teknikleri kullanılarak uygulanır (4).

MİPO tekniğinde kırık hattı açılmadan proksimalde ve distalde iki adet küçük deri ensizyonları yapılarak kasların altından epiperiostal tünel oluşturulur ve plak distalden proksimale olacak şekilde bu tünelden kaydırılır ve plak kemik fragmentlerine bu ensizyonlardan vidalar ile sabitlenir (5). Eğer cerrah kapalı yöntemlerle yeterli fiksasyonu sağlayamacağını düşünüyorsa aç ama dokunma (open but dont touch) yaklaşımını düşünmelidir (1, 6, 7, 8). Bu teknikte ara kırık fragmentlerinin doğrudan manipülasyonundan kaçınılması periost ve bölgesel yumuşak dokulardaki iatrojenik travmayı en aza indirir ve bu da hızlı kemik iyileşmesini kolaylaştırır (9).

Biyolojik osteosentez tekniği için birçok materyal kullanılabilir. Bunlardan bir tanesi Kilitli Kompresyon Plağı (LCP)dir. LCP üzerindeki kombinasyon deliği (combination holes) teknolojisi sayesinde bu plağın hassas anatomik şekillendirilmesine gerek yoktur. Çünkü, stabiliteye ulaşmak için plağın kemiğe bastırılmasına gerek yoktur (10). Kilitli kompresyon plakası stabil bir yapı sağlar (11). Kombinasyon deliği teknolojisi ile kırığın durumuna göre LCP kompresyon plağı, kilitli internal fiksatör ya da her iki özellik aynı anda kullanılabilmektedir (10).

Geçtiğimiz yüzyılda MİPO veteriner ortopedi alanındauygulanmaya başlanmasına rağmen günümüzde kediler, köpekler ve atlarda kabul edilmiş bir teknik haline gelmiştir. MİPO'nun rapor edilmiş yararları arasında operasyon süresinde azalma, bakteriyel enfeksiyon riskinde azalma, yumuşak doku travmasında azalma ve kırık hematomunun korunması bulunur. Yapılan beşeri ve veteriner hekimlik alanındaki ortopedi çalışmalarında MİPO'nun kemik iyileşmesini hızlandıran periostal kan damarlarını konvansiyonel plak uygulanmasına göre koruduğunu göstermiştir (12).

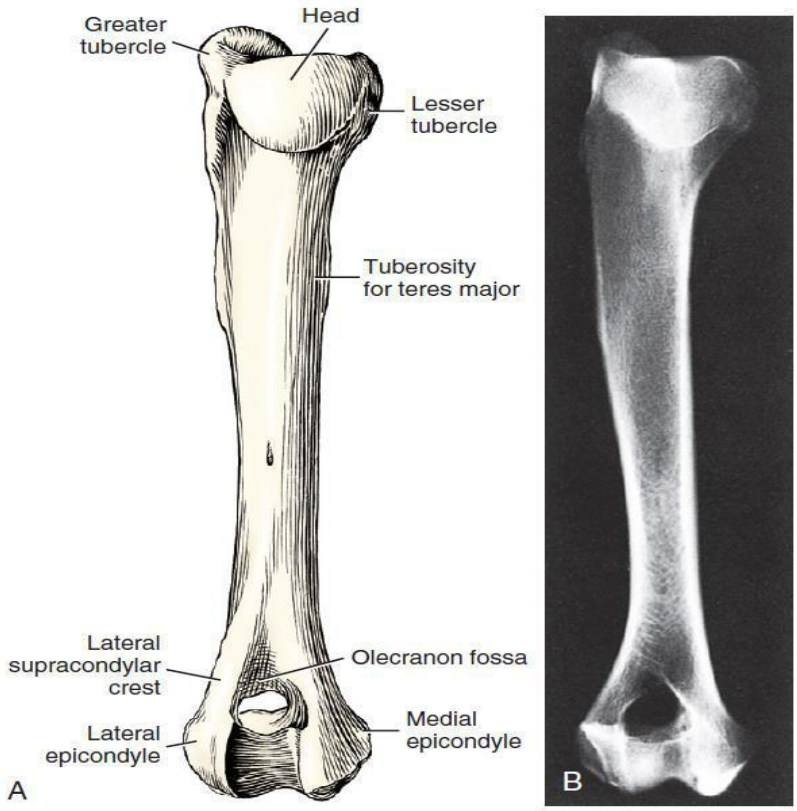
Biz de yapmış olduğumuz bu araştırma ile kedi ve köpeklerin uzun ekstiremitelerinin sağaltımında MİPO yöntemini kullanıp bu yöntemin kırık iyileşmesine etkilerini değerlendirmeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Uzun Ekstremite Kemiklerinin Anatomisi

2.1.1. Humerus

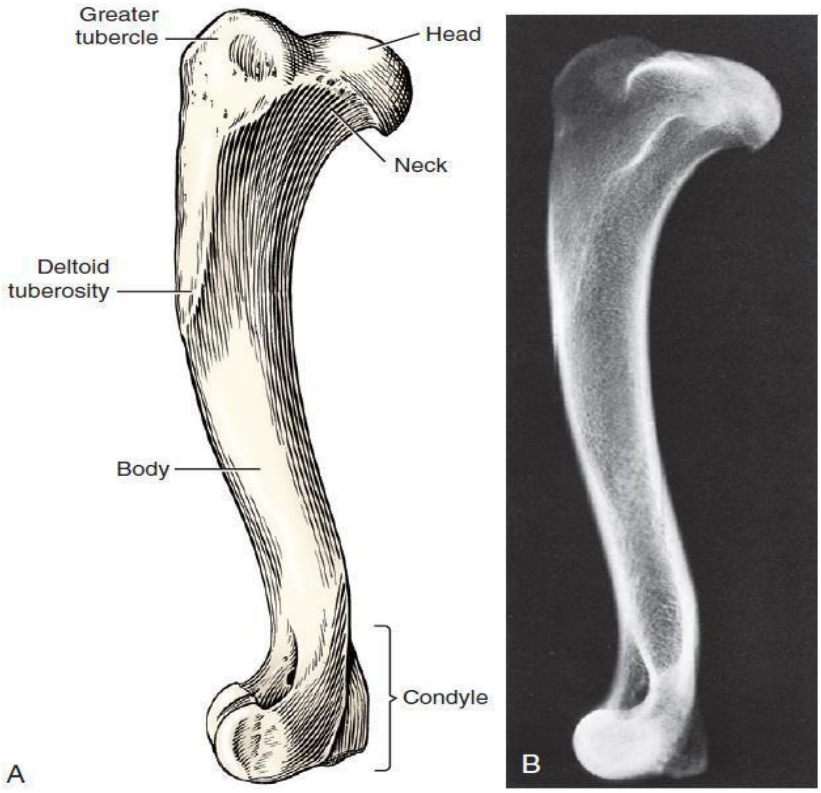
Humerus ön kolun bir kemiğidir. Omuz eklemini oluştururken proksimalde kürek kemiği ile eklemleşir distalde ise dirsek eklemini oluştururarak radius ve ulna ile eklemleşir. Caput humeri ön tarafta yer alır, medial ve lateral iki tüberkül ile sınırlanır. Medialde olanı trochanter major, lateralde olanı ise trochanter minor olarak isimlendirilir. Bu iki tüberkül omuza güç veren kürek kemiği kaslarının (*m. supraspinatus ve m. infraspinatus*) insertio yerleridir. Bu iki tüberkül arasındaki *sulcus intertubercularis* adlı oluktan *m. biceps brachii* tendosu geçer (13, 14, 15).



Şekil 2.1. A: Humerusun kaudelden görünüşü B: Humerusa ait anterioposterior radyografik görünüm. [Evans HE. 2013].

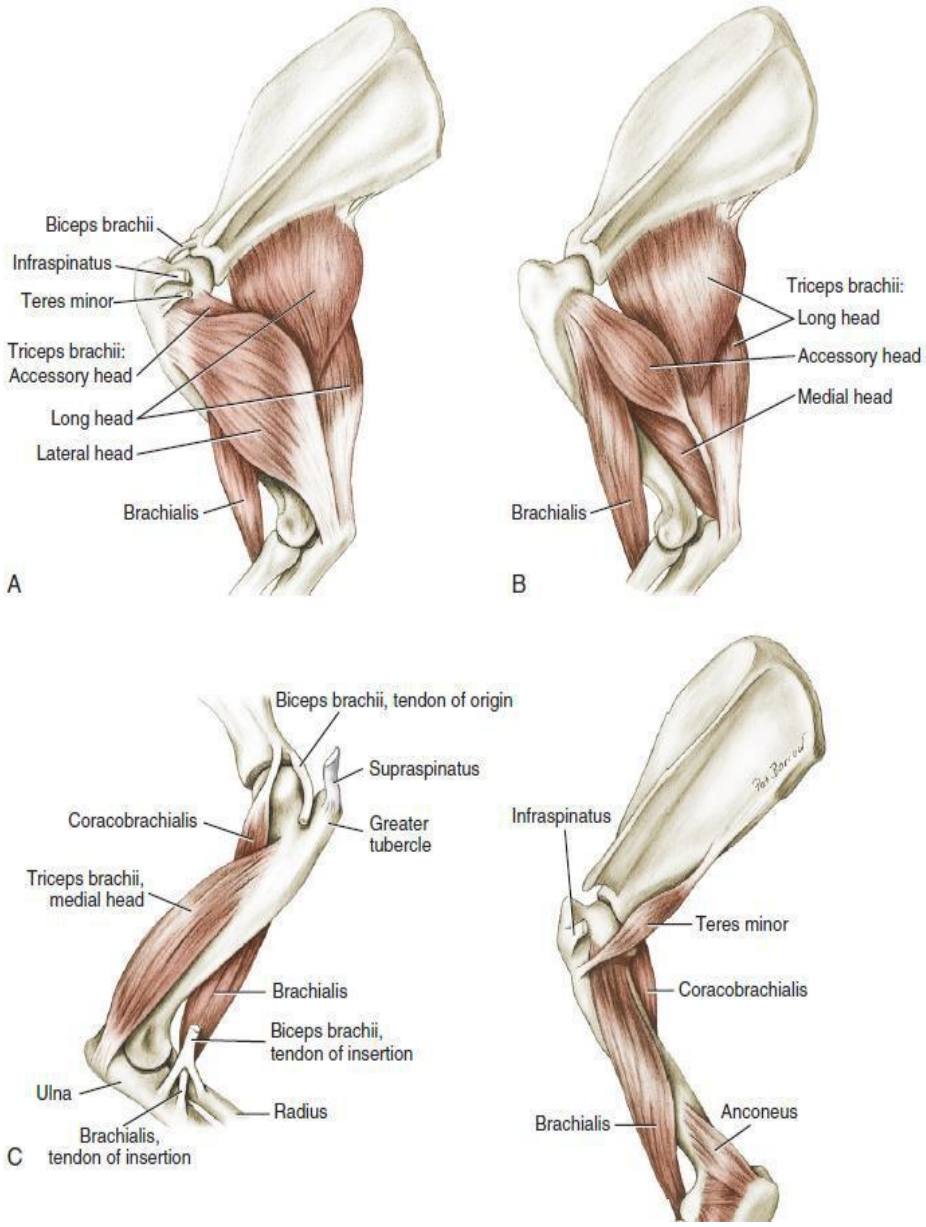
Humerusun boynu kaudal ve lateral olarak belirgindir. Humerusun gövdesi diyafiz kısmıdır. Genellikle laterale kompres haldedir ve dört yüzü bulunur. Üzerinde *tuberositas deltoidea*, sulcus *m. brachialis* ve *tuberositas teres major* olmak üzere üç önemli yapı vardır. Tuberositas deltoideas humerusun lateral yüzündeki en önemli yapı

olup buraya *m.deltoideus* yapışır. Humerusun orta ve iç kısmında tuberositas teres major yer alır ve buraya *m. latissimus dorsi* ile *m. teres major* yapışır (13, 14, 15).



Şekil 2.2. A: Sol Humerusun lateralden şematik görünümü B: Sol Humerusun mediolateral radyografik görünümü. [Evans HE. 2013].

Extremitas distalis'de corpus humeri'nin alt kısmında condylus humeri yer alır. Condylus humeri ön kol kemikleri radius ve ulna ile eklemleşerek articulatio cubiti'yi oluştururlar. Condylus humeri iki epicondylustan oluşur ve medialde *olan epicondylus medialis*, lateralde olan ise *epicondylus lateralis* olarak adlandırılır. Condylusların ön tarafında fossa radialis bulunur. Epicondylus medialis, epicondylus lateralisten büyüktür ve flexor epicondylus olarak da bilinir. *M. flexor carpi radialis*, *m. flexor digitorum superficialis* ve *m. flexor carpi ulnaris* kasları orijin alır. Epicondylus lateralis ise *m. extensor digitorum communis*, *m. extensor digitorum lateralis* ve *m. extensor carpi lateralis'*e origoluk yapar. Kedilerde humerusun distalinde medial tarafta *foramen supracondylaris* bulunur. Köpekte fossa radialis ile fossa olecrani, foramen supratrochleare aracılığıyla birbirleri ile ilişki içindedir (13, 14, 15).

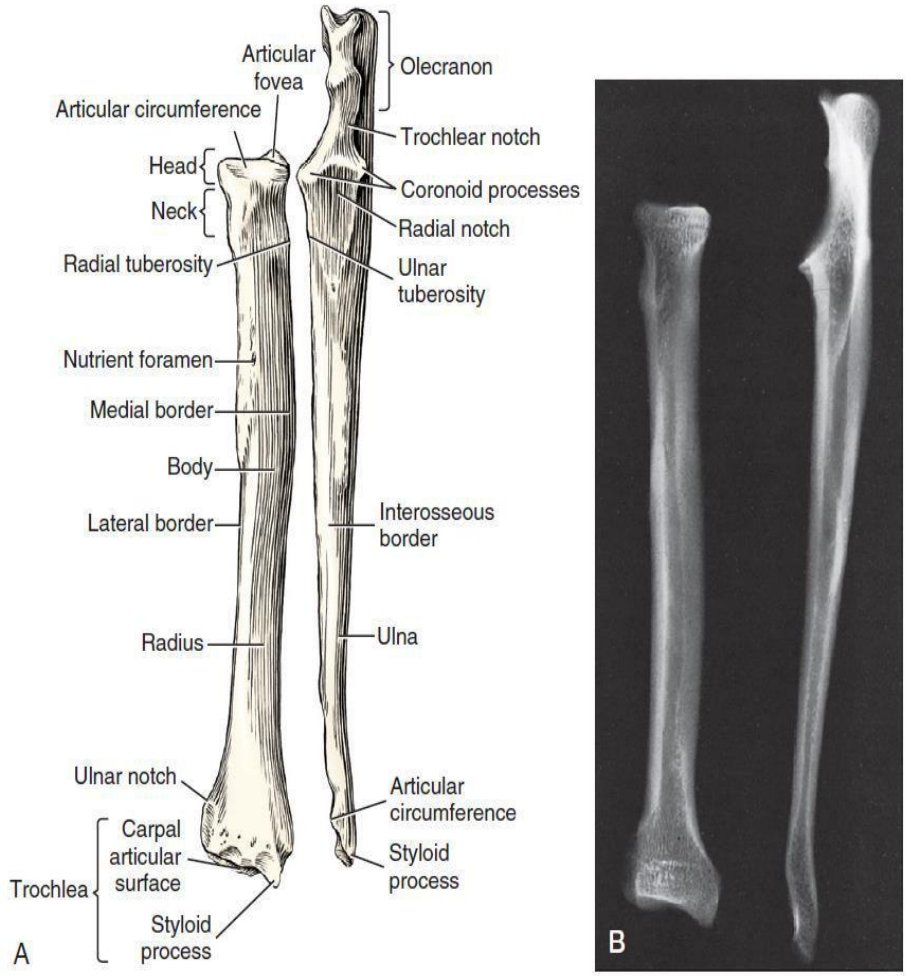


Şekil 2.3. Brachium'un derin kasları. A: Lateralden görünüm. B: Lateral görünüm (Tricepsin lateral başı uzaklaştırılmışken). C: Medialden görünüm (Biceps brachii kası uzaklaştırılmışken). D: Kaudolateralden görünüm (Triceps brachii uzaklaştırılmışken) [Evans HE. 2013].

2.1.2. Antebrachium

Antebrachium iki kemikten oluşur ve bu iki kemik birbirine paralel seyreder. Önde ve medialde yer alan radius, arkada ve lateralde olan ulnadır. Radius ön kolda ana yükü taşıyan kemiktir ve ulnadan kısadır. Karnivorlarda çubuk şeklindedir. Radiusun üst proksimal kısmı geniştir ve burası *caput radii* olarak adlandırılır. Condylus humeri ile eklemleşerek articulatio cubiti oluşturur. *Caput radii*'nin dorsomedial yüzünde

pürüzlü bir çıkıntı vardır ve bu çıkıntıya *tuberositas radii* adı verilir. *Tuberositas radii*'ye *m. biceps brachii* ve *m. brachialis'*in tendosu yapışır (13, 14, 15).



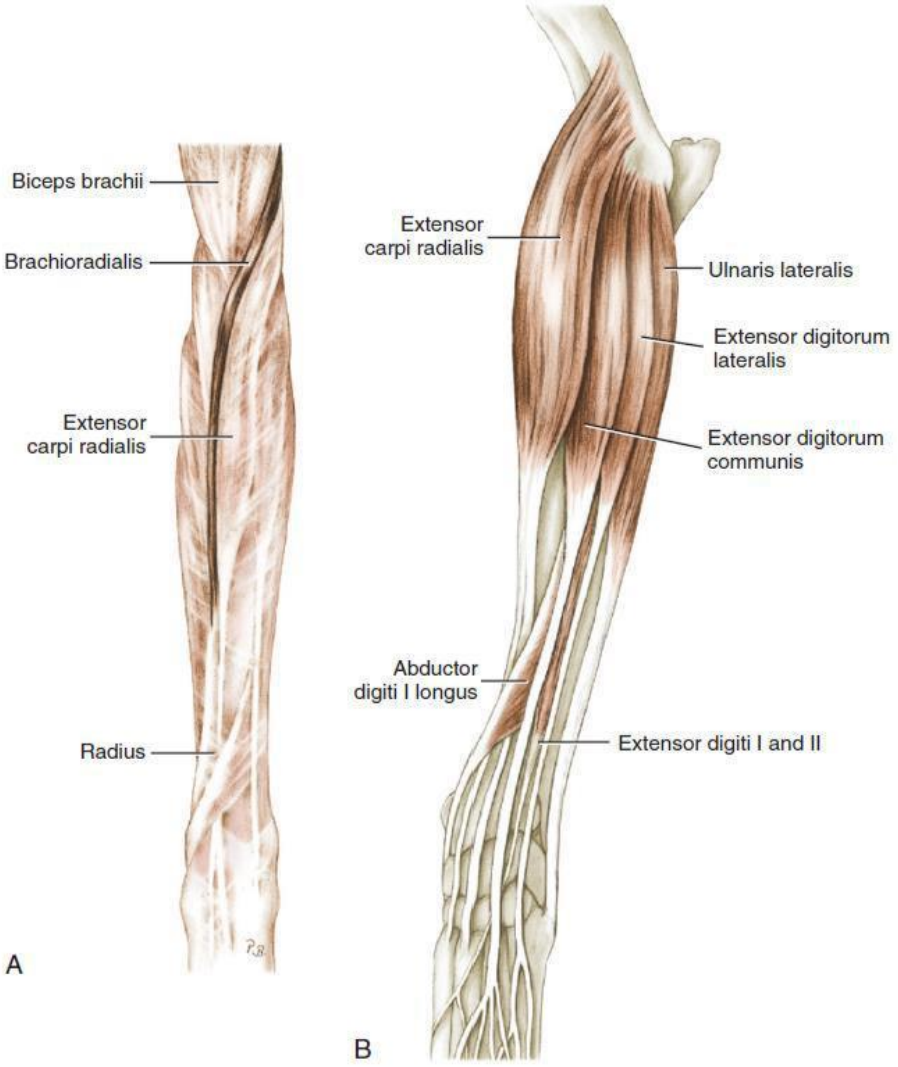
Şekil 2.4. A: Sol radiusun kaudelden ve sol ulnanın kraniyal yüzeyinin görünümü. B: Eklemden ayrılmış radius ve ulnanın kraniyokaudalden görünümü. [Evans HE. 2013].

Radiusun gövdesi iki yüz ve iki kenera sahiptir. Medial tarafı kaslarla örtülü değildir ve rahatlıkla palpe edilebilir. Kraniyal yüzün proksimal ve orta üçte birlik kısmında medial sınırda m. pronator teresin yapıştığı alan bulunur. Radius gövdesinin medial ve lateral sınırları herhangi bir özellik göstermez ve düzdür.

Radiusun distal kısmı makara görünümündedir ve *trochlea radii* ismini alır. Bu makarada *facies articularis carpea* bulunur ve karpal kemiklerle eklemleşmeye yardımcı olur. Alt kısmın medial tarafında ligamentlerin tutunması için *processus styloideus medialis* bulunur. Trochlea'nın lateral yüzeyinde eklem yüzü olan *incisura ulnaris* mevcuttur (13, 14, 15)

Ulna ön kolun arka ve dış tarafında bulunan bir kemiktir. Ulnanın üst tarafı *olecranon* olarak isimlendirilir ve yaptığı çıkıntıya da *tuber olecrani* adı verilir. *Tuber olecrani'*ye *m. triceps brachii*'nin kirişi tutunur. Olecranonun tabanında *incisura trochlearis* bulunur. Bu yapı humerus ile eklem yapar. *İncisura trochlearis'*in çıkıntısı humerusun fossa olecranisine uyan gaga şeklinde bir yapı oluşturur ve bu yapıya da *proccesus anconeus* denir (13, 14, 15).

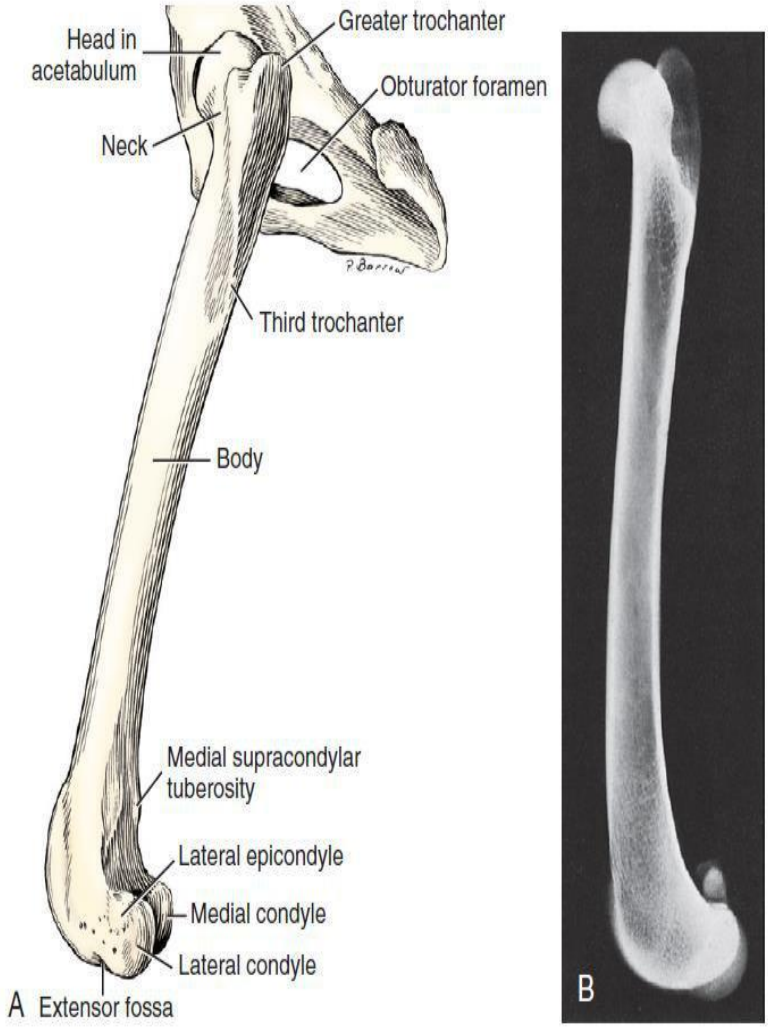
Ulnanın corpusu radiustan daha incedir. Radius ile ulna arasında *spatium interosseum antebrachii* vardır ve bazen bu boşluklarda kemiksel kaynaşmalar olmaktadır. Ulnanın alt kısmı *proccessus styloideus lateralis* olarak isimlendirilir ve karpal kemiklerin ilk sırasıyla eklem yapar (13, 14, 15).



Şekil 2.5. A**:** Antebrachial fasianın kraniyalden görünümü. B: Kraniyolateral görünümden superficial antebrachial kaslar. [Evans HE. 2013].

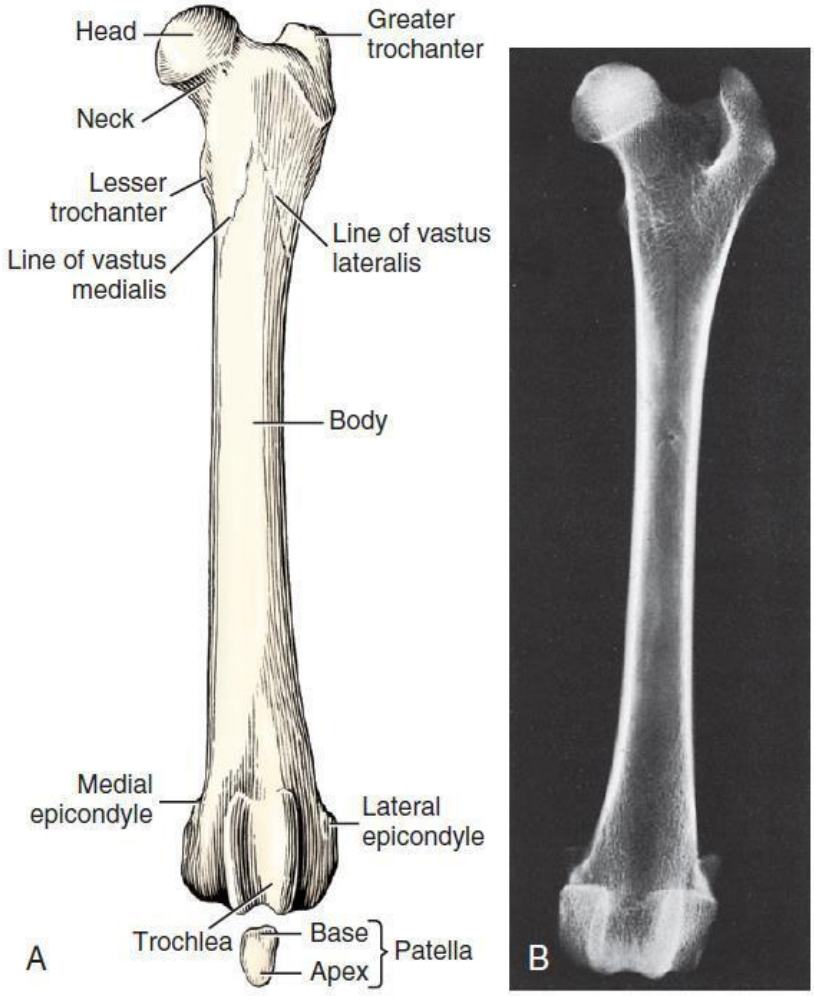
2.1.3. Femur

Femur iskelet kemiklerinin en uzunu ve en güçlüsüdür. Proksimalde kalça kemiği (os coxae) ile eklemleşirken distalde tibia ile eklemleşir. Proksimalde caput, boyun ve iki adet tüberkül bulunur. *Caput femoris'*in yönü yukarıya ve mediale dönüktür. *Caput femoris*'in acetabulumla eklemleşen yerinde *fovea capitis* bulunur ve buraya *ligamentum capitis ossis femoris (ligamentum teres)* yapışır. *Trochanter major*, caput ve colluma lateral konumda bulunur. *Collum femoris* ve *trochanter major'*un arasında *fossa trochanterica* bulunur ve buraya *m. gemelli*, *m. obturatorius internus* ve *m. obturatorius externus* yerleşir. *M. gluteus medius* ve *m. gluteus profundus* trochanter majora yapışır. *Trochanter minor* medial yönde bulunur ve *m. iliopsoas* buraya yapışır (13, 14, 15).



Şekil 2.6. A: Lateral görünümden, Kalça kemiği ile eklemleşmiş sol femur. B: Sol femur ve fabellanın mediolateral radyografik görünümü. [Evans HE. 2013].

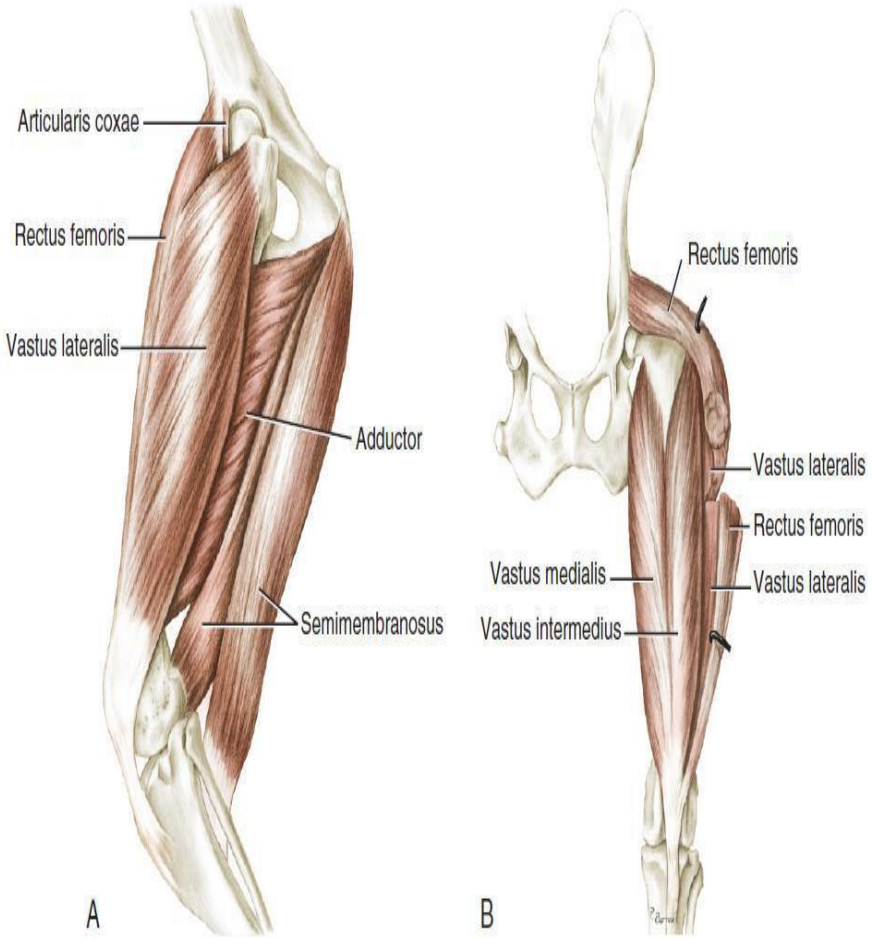
Femurun gövdesinin kaudal yüzeyinde facies aspera bulunur. Labium mediale ve laterale ile sınırlandırılmıştır. Labium medialeye *m. pectineus* yapışırken lateraldekine *m. adductor* yapışır. Labiumlar distale doğru facies poplitea'yı oluşturur. Popliteal yüzeyin proksimal sınırında medial ve lateral supraconylar tuberositas denilen iki adet tüberkül bulunur. *M. gastrocnemius* her iki yüzden başlarken *m. flexor digitorum superficialis* lateral tüberkülden başlar (13, 14, 15)



Şekil 2.7. A: Kraniyal yönden sol femur ve patella. B: Sol femurun kraniyokaudal röntgeni. [Evans HE. 2013].

Femurun distalinde condylus medialis ve lateralis ile birlikte cranial'de de trochlea ossis femoris vardır. Her iki kondylus distalde tibia ile eklemleşir. Trochlea ossis femoris makara gibidir ve buradan patella kaymasına imkan vererek onunla eklemleşir. Her iki condylusun caudal yüzeyinde fabella denilen susam kemikleri (*ossa*

sesamoidea gastrocnemii) vardır ve bunlar *m. gastrocnemius* tendosu içine gömülüdür (13, 14, 15).



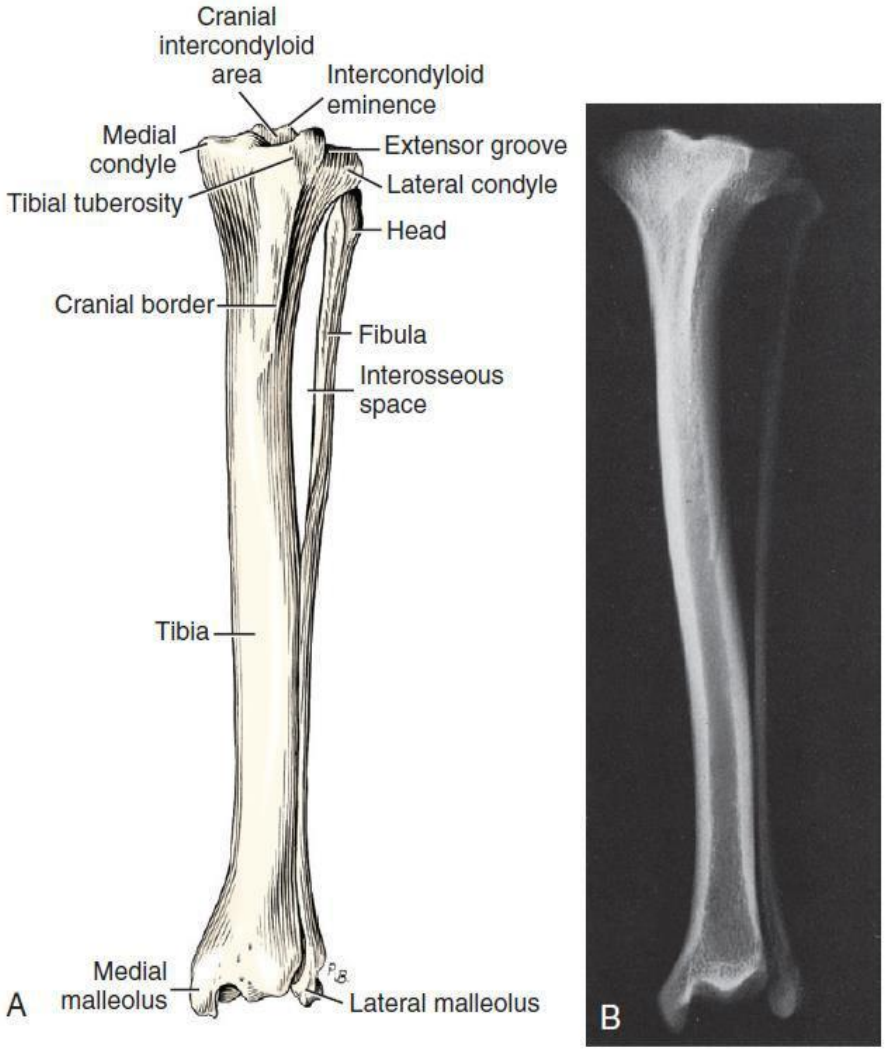
Şekil 2.8. Femurun kasları A: Lateral görünümden derin kaslar. B: Kraniyal görünümden derin kaslar. [Evans HE. 2013].

2.1.4. Tibia

Tibia femurdan sonra en uzun kemiktir ve medialde bulunur. Proksimalde femur ile distalde tarsus kemikleri ile eklem yapar. Fibula lateralde olup femurla eklem yapmaz ve tibiaya yapışıktır. Tibianın proksimal kısmında *condylus medialis* ve *lateralis* bulunmaktadır. Her iki condylusun yüzeyinde femurun condylusları ile eklem yapan eklem yüzleri *facies articularis proksimalis* mevcuttur. Bu iki eklem yüzünün ortasında bir tümsek vardır ve bu tümseğe *eminentia intercondylaris* denir. Bu tümsekte iki tane çıkıntı vardır. Bunlar ise *tuberculum intercondylare mediale* ve *tuberculum*

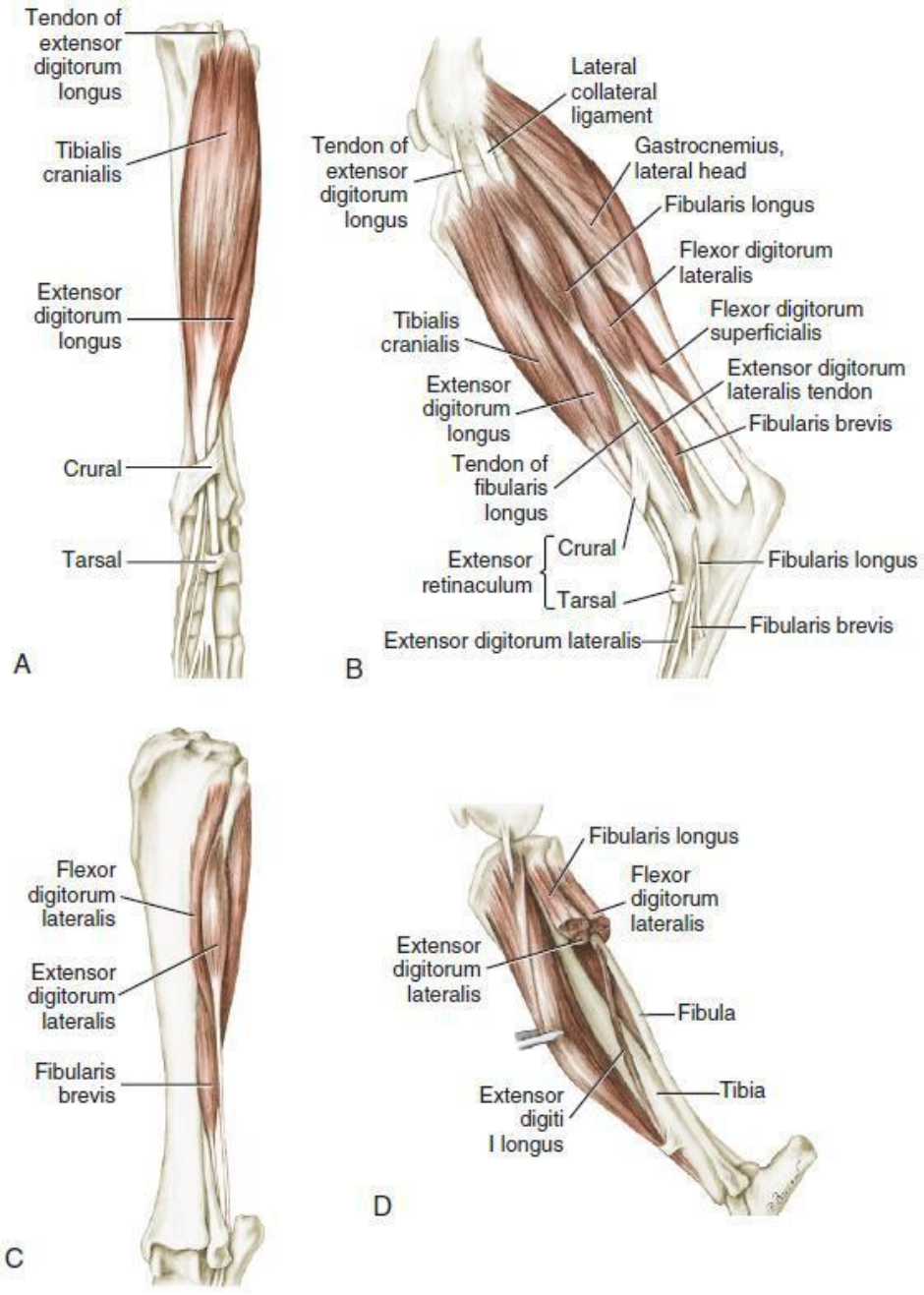
intercondylare laterale'dir. Bu üç çıkıntı *area intercondylaris*'leri oluşturur ve buralara diz ekleminin iç bağları yapışır (13, 14, 15).

Corpus tibianın önünde *tuberositas tibiae* denilen bir çıkıntı vardır ve buraya *m. quadriceps femoris*, *m. biceps femoris* ve *m. sartorius* yapışır. *M. semimembranosus* medial condylusun kaudal tarafına yerleşirken, *m. tibialis cranialis* kası lateral condylusa yapışır. Corpusun medial yüzü geniştir ve bu yüze *m. semitendinosus*, *m. gracilis* ve *m. sartorius* yapışır. Lateral yüz geniş ve düzdür. Lateral yüzden *m. flexor digitorum lateralis* ve *m. fibularis brevis* doğar (13, 14, 15).



Şekil 2.9. A: Kranialden sol tibia ve fibulanın şematize görünümü. B: Sol tibia ve fibulanın kraniokaudal radyografik görünümü. [Evans HE. 2013].

Tibianın distal kısmına *cochlea tibiae* denilir. Distale doğru uzayan bir parça bulunur ve bu parça *malleolus medialis* olarak adlandırılır. *Malleous medialis*'te *sulcus malleolaris* isimli bir oluk bulunur ve bu oluktan *m. tibialis cranialis*'in kirişi geçer (13, 14, 15).

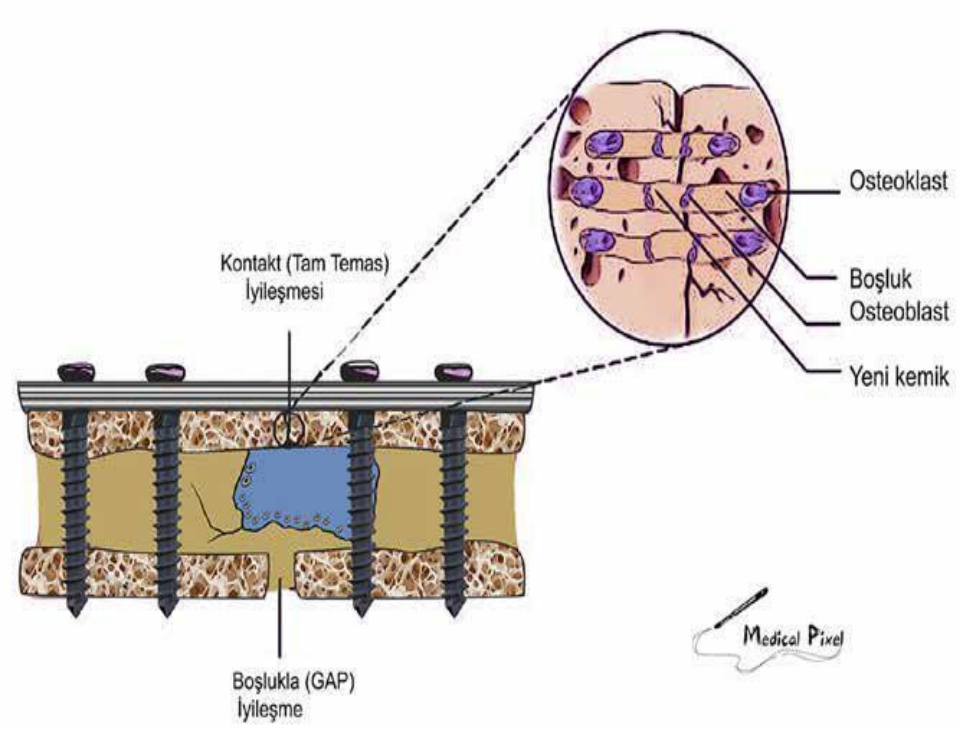


Şekil 2.10. A: Tibia'nın supercisial kaslarının kraniyalden görünümü. B: Lateral görünümden superficial kaslar. C: Kraniyolateral görünümden derin kaslar. D: Lateral görünümden derin kaslar. [Evans HE. 2013].

2.2. Kırık ve Kırık İyileşmesi

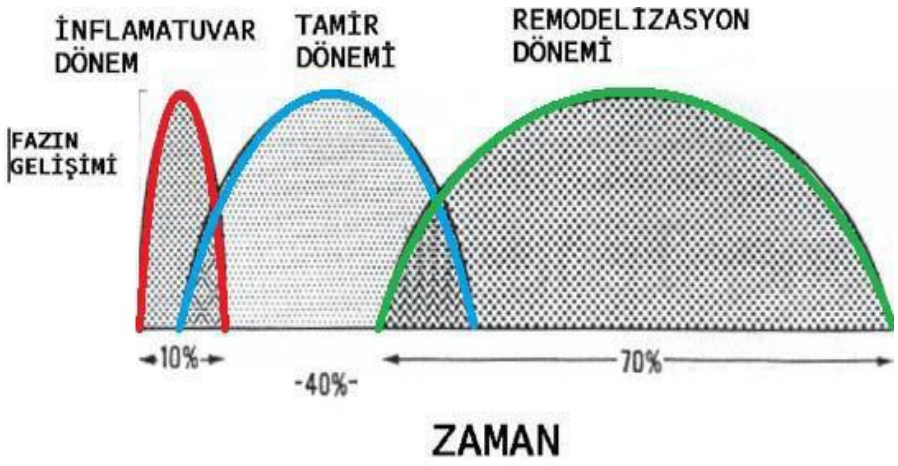
İçten ve dıştan gelen zorlamalarla kemik yapının bütünlüğünün bozulmasına kırık adı verilir (16). Kırık iyileşmesi, kemiğin yara dokusu oluşturmadan benzersiz iyileşme kapasitesine sahip olduğu ve doku bütünlüğünün skarlaşmamış restorasyonuyla sonuçlanan rejeneratif bir süreçtir (17). Kırık iyileşmesi bir çok etmenin birlikte olduğu bir süreci ifade eder (18). Kırık iyileşmesi ve kemik metabolizması üzerine oldukça fazla sayıda araştırma bulunmaktadır (2, 18, 19 20, 21).

Kırık iyileşmesi kırık olduğu anda başlar ve kemik doku oluşup kemik uçları birleşerek kaynama oluşana kadar devam eder. (16). Kırık iyileşmesi birincil (primer) kemik iyileşmesi ve ikincil (sekonder) kemik iyileşmesi olmak üzere iki şekilde oluşur (16, 18, 20). Kırık iyileşmesi genellikle sekonder olarak gerçekleşir (18, 21). Kemik uçlarının birbirinetam olarak değerek dışardan kallus oluşmadan iyileşmesine birincil iyileşme denir (16). Bu iyileşme şeklinde osteoklastlar kemik ucunu rezorbe ederken, osteoblastlar da yeni kemik yapımını sağlar (22). Birincil iyileşmede kendi arasında kontakt iyileşme ve gap iyileşme olarak ikiye ayrılır. Kontakt iyileşme kırık uçları arası mesafe 0.01 milimetreden azsa oluşur. Gap iyileşme ise anatomik redüksiyon olduğunda kırık uçları arasında mesafe 800 mikrometre ila 1 milimetreden az olduğunda gerçekleşir (18).



Şekil 2.11. Birincil (primer) kırık iyileşme tipleri. [Tanrıkulu S. 2017].

Sekonder iyileşme esas iyileşme şeklidir ve bu iyileşme şeklinde önce yumuşak, sonrasında sert kallus oluşur (18, 22). Sekonder iyileşme kendi içerisinde evrelere ayrılır. Bu evreler inflamatuvar dönem, tamir dönemi ve remodelizasyon dönemi olarak isimlendirilir (2, 16, 18, 20).



Şekil 2.12 Sekonder kırık iyileşmesinin dönemleri. [Safalı S. 2016].

2.2.1. İnflamatuvar Dönem (1-4 Gün)

Travmanın ardından öncelikle bölgede hematom oluşur. Hematom, periferal ve intravenöz kandaki hücreler ve ayrıca kemik iliği hücrelerinden oluşur. Travma, iyileşme süreci için vazgeçilmez olan inflamatuvar cevabı başlatır (21). Hematom periostu yukarı kaldırır (16). Kanamanın durması ve pıhtılaşmanın sağlanabilmesi için bölgeye trombositler ve trombositik faktörler gelir (18, 22). Bu trombosit degranülasyonu büyüme faktörlerini serbest bırakır ve kemotaktik sinyalleri tetikler (20). Bölgedeki hasarlı kemik hücreleri ve matriks dokusundan dolayı ortaya çıkan inflamatuvar mediyatörler inflamatuvar hücrelerin buraya toplanmasına sebep olur (18). Tüm bu süreç bir granulom oluşturur ve harici bir kallus olarak isimlendirilir (20). Hematom kırık uçlarının bir arada tutulmasını sağlar (16). Hematomun açık kırıklarda dışarıya boşalması iyileşmeyi geciktirir (16).

Arteriol daralma kırık olduktan sonra geçici bir süre oluşur sonrasında mast hücreleri histamin salgılar ve arteriol dilatasyon gerçekleşir. Ödem ilk 24 saat içerisinde

oluşur (16). Polimorf nükleer lökositler, lenfositler, monositler ve makrofajlar yara bölgesine çekilir ve anjiogenezi uyaran sitokinleri serbest bırakmak için aktive edilirler (20). Makrofajlar ve polimorf nükleer lökositler fibrin matriksini oluşurturur. Bu fibrin ağından kemik üretimi için hücreler çoğalmaya başlar ve matriksin içindeki öncü hücreler değişik dokuları oluşturmak için hazırlanırlar (16).

2.2.2. Onarım (Reperasyon) Dönemi (2-40 Gün)

Kırık iyileşmesinde en önemli rolü oynayan dönemdir. Nekrotik dokular emilirken, pluripotent mezenkimal hücreler olan fibroblastlar, kondroblastlar ve osteoblastlar gibi diğer hücreleri oluşturmaya başlar. Bu mezenkimal hücreler hasarlı dokudan ya da kan damarları aracılığıyla diğer dokulardan gelebilir (20). Hematomdan sonra fibrin ağından zengin granulasyon dokusu oluşur (18). Bu granulasyon dokusu periostal ve endostal osteojenik hücrelerle fibroblastların çoğalıp farklılaşmasıyla oluşur (16). Sekonder iyileşme hem intramembranöz hem de endokondral ossifikasyondan ibaret olsa da daha sonra mineralizasyona ve rezorpsiyona giren ve sonra kemik ile yer değiştiren kıkırdak kallus oluşumu bu sürecin vazgeçilmez özelliğidir (21). Kemiğe yakın yerde ki hücreler damarsal beslenme iyi olduğu için osteoblastlara dönüşürken damarsal yönden zayıf olan orta kısımdaki hücreler hızlı bölünmeye adapte olamadığı için kondroblast ve kondrosite dönüşürler (16). Bu bölgeler mekanik olarak çok stabil değillerdir ve kıkırdak dokusu yumuşak kallusu oluşturarak kırığa stabil bir yapı verdirir (21).

İyileşmenin başarılı olabilmesi için kanlanma çok önemlidir. Endokondral ossifikasyonda kondrosit apoptozisinden dolayı matriks dokusu bölgeden uzaklaşır ve kan damarlarının bölgeye doğru büyümesini sağlar. Osteoblastlardan salgılanan venöz endotelial growth factor (VEGF) kanlanmada önemli role sahiptir ve avasküler kıkardak dokusunun vasküler kemik dokusuna dönüşmesini sağlar (18).

İntramembranöz aktivite kırığın ilk birkaç günü içerisinde başlar (20). Subperiostal olarak kırığın proksimal ve distal uçlarına doğrudan bitişik bir intramembranöz yanıtı meydana gelir ve sert kallus oluşur. Kırık kallusu kondrositleri, çoğaldıkça hipertrofik hale gelirler ve hücre dışı matriks kalsifiye olur. Makrofaj koloni stimülan hormon ve TNF-a mineralleşmiş kıkırdağın emilimini başlatır. Kalsiyum granülleri, kırık kallus kondrositlerinin stoplazmasında detaylandırıldıktan sonra fosfat ile birleştikleri ve ilk mineral birikimin oluşturdukları ekstrasellüler matrikse taşınırlar.

Bu fosfat ve kalsiyum birikintileri kristalize olarak hidroksiapatit kristallerini oluşturturur (21). Mineralizasyon süreci ilerledikçe kallus daha sert hale gelir ve kırılma bölgesi içten sağlamlaşır (20).

2.2.3. Kemiğin Yeniden Şekillenmesi (Remodelling) Dönemi (40 gün- 2 yıl)

Yeniden şekillenme aşaması kırık iyileşmesinin son aşamasıdır. Fibröz kemik dokusunun lamellar kemik dokusu ile yer değiştirmesi ve kallusun emilmesiyle başlar (20). Bu dönem yıllarca devam edebilir (2, 16, 18, 20, 21). Yeniden modelleme işlemi osteoklastlar tarafından sert kallusun rezorpsiyonu ve osteoblastlar tarafından lamellar kemik birikimi dengesiyle gerçekleştirilir (21). Yeniden şekillenme kötü yerleşimli trabeküllerin osteoklastik rezorbsiyonundan ve stres hatları boyunca yeni kemik oluşumundan oluşur. Bu, uzun kemiklerin eksensel yüklenmesi meydana geldiğinde bir elektropozitif dış bükey yüzey bir de elektronegatif iç bükey yüzey oluşturarak sırasıyla osteoklastik ve osteoblastik aktiviteyi etkinleştirdiğinde elde edilir (21). Yeniden şekillenme aşamasının sonucu, mekanik yüklerin etkisi altında kemik korteksinin tipik olarak kırık oluşmadan önceki mimariye benzer olduğu modifikasyondur (20).

2.3. Biyolojik Osteosentez

Biyolojik osteosentez; kırık hematomu dahil yumuşak dokuları dış ortama en az düzeyde maruz bırakarak kırık fiksasyonunun sağlanmasıdır (23). Biyolojik osteosentez kırık sağaltımında hem insan hekimliğinde hem de veteriner hekimliğinde kabul görmüş bir yöntemdir (6). Standart açık redüksiyon ve internal redüksiyon (ORIF) yumuşak doku diseksiyonu ve periostun kaldırılmasına ihtiyaç duyduğundan erken kallus oluşumunun dayandığı ekstraosseöz kan beslenmesini tehlikeye atar. Aç ama dokunma ve MİPO gibi teknikler yumuşak dokunun korunmasını, anatomik rekonstrüksiyona göre daha fazla önemser (1, 6). Bu teknikler osteojenik potansiyeli olan kırık hematomunu korur, besleyici damarlara daha az zarar verir, operasyon süresini kısaltır, postoperatif enfeksiyon riskini azaltır ve erken basışı sağlar. (24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32). Biyolojik osteosenteze benzer anlamda kullanılan terimler arasında indirekt redüksiyon ve köprüleme osteosentezi bulunur (2).

Kırık fiksasyon yöntemlerinin (minimal invaziv osteosentez vb.) ve implantların (kilitli plakların vb.) gelişmesiyle birlikte kırıklar farklı konseptlerde tedavi edilmeye

başlandı. Mutlak stabilite, fizyolojik yük altında kırık mikro hareketi olmadan anatomik redüksiyon ve interfragmenter kompresyonu ifade eder. Göreceli stabilite ise fizyolojik yük altında kırık parçalarının hareket kontrolüne ek olarak hareketlerde fonksiyonel azalma (hizalanma, rotasyon ve uzunluk) olarak ifade edilir. Kırık iyileşmesinin süresi kırığa verilen stabiliteye göre değişir (33). Mutlak stabilite ile olan fiksasyonda kallus yokken göreceli stabilitede kallus formasyonu vardır (33, 34, 35)

Biyolojik osteosentezde önemli olan uzunluk, aksiyel dizilim ve rotasyonun düzeltilmesidir. Anatomik redüksiyon amaçlanmaz (36). Burada amaç ekstiremiteye gelen yükün kemik ve fiksatöre eşit olarak bölünmesini sağlayabilmektir (2).

Biyolojik osteosentez teknikleri arasında intramedullar implantlar, intramedullar interlocking çivileme, eksternal fiksatörler ve MİPO bulunmaktadır (23, 24, 37, 38).

2.4. Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO)

Geleneksel plaklama teknikleri kesin stabilizasyon sağlamak için dizayn edilmiştir. Eskiden implantın gevşemesine ve iyileşmenin gecikmesine neden olabilecek mikro hareketleri önlemek için mutlak stabiliteyi amaçlayan plak ile internal fiksasyon yapılırdı (39). Göreceli stabilitede ise esnek fiksasyon, kırık bölgesinde mikro hareketlerin olmasına izin vererek arttırır. Fragmentlerin mükemmel pozisyonda olmasına gerek yoktur ve büyük miktarda kallus dokusunun kırık hattına dolması ve kırık hattını örterek biyomekanik kemik restorasyonunu oluşturması beklenir (35). Göreceli stabilizasyon ve ikincil kemik iyileşmesi, yeni biyolojik fiksasyon tekniklerinin amaçlarındandır (40). Kırık sağaltımında göreceli stabilizasyonun ortaya konmasıyla minimal invaziv osteosentez tekniklerinin geliştirilmesine odaklanılmıştır (33, 34, 35, 39 40).

Kilitli plakların geliştirilmesine yönelik klinik ihtiyaç, standart plak ve vida yapılarının minimal invaziv ve indirekt köprüleme fiksasyon taleplerini karşılamada başarısız olmuştur. Bunun yanında ikincil kemik iyileşmesine elverişli bir ortam sağlamak için plaklama tekniklerinin başarısızlıkları böyle bir ihtiyaç oluşturmuştur (40).

Mast ve arkadaşları ve yapılan diğer çalışmalar 1980'li yılların sonunda indirekt redüksiyon tekniklerini raporlamışlardır. Bu yöntemlerde amaç kırık bölgesinin cerrahi

diseksiyon alanını küçültmek ve redüksiyon amacıyla sağlam yumuşak dokular boyunca traksiyon oluşturma amacına dayanır (27).

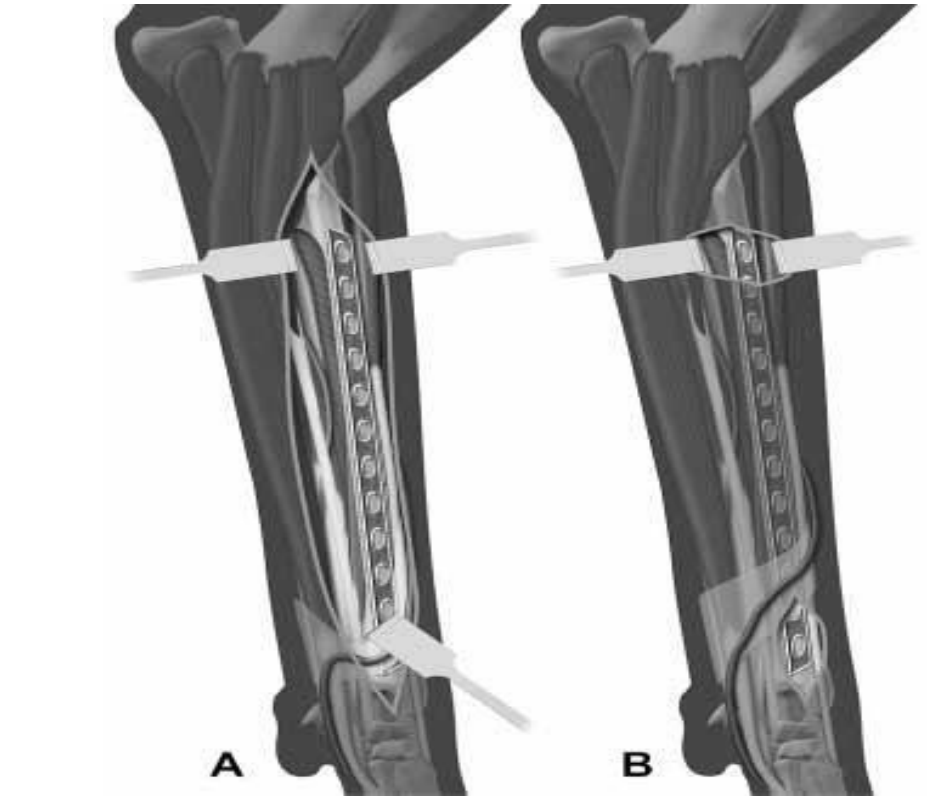
Blatter ve Weber 1990 yılında yaptıkları çalışmada plağa dalga şeklini vererek uygulama yapmıştır ve bu plak kırık bölgesinde kemikten uzak durduğu için plak periostu ezmediği için kırık bölgesinde kan akışını bozmamış ve böylece kemik iyileşmesini sağlamıştır (41).

Baumgaertel 1992 yılında anatomik (rijid) ve biyolojik (köprüleme) fiksasyon teknikleri arasındaki farklılıkları araştırabilmesi için koyun femurlarında tekrarlanabilir kırık modeli tasarladı. Bu çalışma ile kırık boşluğunda kemiğin köprülenmesi ve kallusun mineralizasyonunun indirek iyileşmede, direk ve anatomik redüksiyona göre çok daha hızlı ve verimli olduğunu gösterdi (42).

Krettek ve arkadaşları ise 1997 yıında MİPO tekniğini ilk defa tanımlamışlar ve proksimal ve distal femurun osteosentezi için kullanmışlardır (43). Aynı sene Wenda ve arkadaşları femur kırıklarında MİPO tekniğini kullanmışlardır (44). Yine aynı yıl içerisinde Helfet ve arkadaşları distal tibia kırıklarının sağaltımı için MİPO tekniğini kullanmışlardır (45). Yapılan bu çalışmalar ve alınan pozitif sonuçlar bu tekniğin kullanılmasını sağladı.

Minimal invaziv plak osteosentezi (MİPO) biyolojik osteosentezin en yeni evrimidir çünkü bu teknikte kırık hattı açığa çıkmaz ve kemik parçaları indirekt redüksiyon teknikleriyle redükte edilir. Bu teknikler kırık hattında kemiklerin doğrudan manipüle edilmesinden ziyade kemik uçlarının distraksiyonuyla fragment hizalanmasına dayanır (28). Bu yöntem ile kırık hematomunda minimal hasar ve periostal kan damarlarının korunması sağlanır. (11, 23, 24, 26, 28, 36).

Perkütan plaklama, plağın kemiğe yerleştirilmesini içerir ve köprüleme görevini aşırı genişlikte olmayan cerrahi yaklaşımla kırık hattını açığa çıkarmadan yapar. Kemik fragmentleri indirekt redüksiyon teknikleri kullanılarak redükte edilir. Küçük yerleştirme ensizyonları kırık fragmentlerinin proksimal ve distal sonuna açılır ve epiperiostal tünel bu iki ensizyon arasından birleştirilir. Plak açılan distal ensizyondan içeri yerleştirilir ve epiperiostal yüzeyden kaydırılır. Vidalar proksimal ve distal bölümden yerleştirilir eğer uygun görülürse başka kesiler de yapılabilir (7, 8 ,9, 28). Ana kırık segmentleri indirekt redüksiyon teknikleriyle hizalanamazsa operasyon bölgesi genişletilip aç ama dokunma tekniği kullanılabilir (1, 6, 7, 8).



Şekil 2.13. Radius kırığında Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi ve Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon'un şematik gösterimi. A: Geniş bir cerrahi yaklaşımla tipik olarak radius kırığına plak uygulanması. B: Radius kırığının MİPO ile stabilizasyonu. Plak küçük kesiler ile açılan epiperiostal tünelden minimum yumuşak diseksiyonu sağlanarak yerleştirildi. [Hudson CC., Pozzi A., Lewis DD. 2009].

2.4.1. Vaka Seçimi

MİPO için uygun vaka seçimi çok önemlidir. Herhangi bir teknikte olduğu gibi her vaka da MİPO için uygun değildir. MİPO en çok anatomik redüksiyona uygun olmayan parçalı diyafizer ve metafizer kırıklar ile bazı basit transversal kırıklar için uygulanır. Eklem kırıkları nadiren MİPO'ya uygundur. Eklem içi kırıkları plaklamak gerektiğinde genellikle anatomik redüksiyona ve rijid fiksasyona ihtiyaç duyulur bundan dolayı MİPO çok uygulanmaz (7, 46). MİPO en iyi taze hematom içeren kırıklarda uygulanır. MİPO üzerinden iki hafta geçmemiş kırıklarda başarılı bir şekilde uygulanabilir. Uzunluğu ve hizalamayı yeniden kazanmak için önemli ölçüde kısaltma gerektiren kronik kırıklarda, kas kontraktürü ve önceden var olan kallus oluşumu yeterli indirekt redüksiyona izin vermeyebilir. Genç ve yetişkin köpeklerde MİPO yöntemi etkin şekilde kullanılabilir (29).

MİPO uygulanırken küçük hayvanlarda femur ve humerus kırıklarının sağaltımı, indirekt redüksiyon tekniklerinin kullanımını zorlaştırdığı için bu kırıkların sağaltımı antebrachium ve tibia kırıklarının sağaltımından daha zordur (7, 9).

2.4.2. Operasyon Öncesi Planlama

Operasyon öncesi planlama MİPO tekniğinin temel bir bileşenidir (7). Plağın şekillendirilmesine ve normal bacak uzunluğunun değerlendirilmesine yardımcı olmak için kontralateral bacağın ameliyat öncesi radyografisi çekilmelidir (10, 6, 25, 36, 37, 26, 7, 29, 30).

2.4.3. İmplant Seçimi

İmplant seçimi kırığın şekline, lokalizasyona, hayvanın boyutuna ve ağırlığına göre yapılmalıdır (7). Yapı üzerindeki gerilimi dağıtmak için MİPO uygulamalarında uzun bir plağın ve en az sayıda vidanın kullanılması tavsiye edilmektedir (4, 6, 35, 36, 39). LCP gibi kilitli plak-vida arayüzü kullanan yeni plak sistemleri yapının yük taşıma kapasitesini arttıran açısal stabilite sağladıkları için MİPO tekniğine maksimum katkı sağlamaktadır (10, 40, 47).

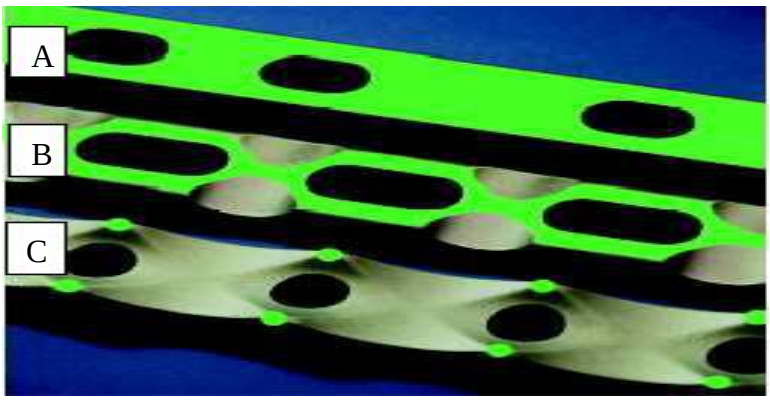
2.4.3.1. Konvansiyonel ve Kilitli Plaklar

Plaklar kırıkların internal fiksasyonunda yüz yıldan fazla süredir kullanılmaktadır. Kırıklara plak uygulanması 1985'te Lane'in ilk metal plağını tanıtmasıyla başladı. Lane daha sonra korozyondan dolayı bu plağı kullanmayı bıraktı. Lambotte 1909 yıında, Sherman ise 1912 yılında kendi plaklarını tanıttılar. Plağın metalurjik formülasyonundaki gelişmeler plakların korozyon direncini arttırsa da her iki tasarım da yetersiz güçleri nedeni ile terk edildi. Daha Sonra plakların gelişmesine etki eden önemli olay 1948'te Egger'ın plağını tanıtması oldu ancak bu plağında yapısal zayıflığından dolayı kullanımı sınırlı oldu (48). Danis 1945 yılında "coapteur" isimli plağı geliştirdi ve fragmentler arası hareketi baskılayıp stabilizasyonu sağlayarak birincil iyileşmeyi sağladı. Bagby ve Janes 1958 yılında oval delikleri olan ve kompresyon sağlayan "modifiye Collison" plağını dizayn ettiler (48, 49). Bir grup İsviçreli ortopedi cerrahı 1958 yılında Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) isimli derneği kurdu (40, 46, 48, 49). Bu grubun araştırmaları sonrasında stabil internal fiksasyon, kan damarlarının korunması ve ağrısız erken basışı ortaya koydu (7,

49). AO derneğinin ilkelerinin yaygın olarak kullanılması osteosentezin hedefleri açısından bir paradigma değişikliğine yol açtı (46).

Dinamik Kompresyon Plağı (DCP) 1969 yılında geliştirildi ve kırık fiksasyonunda kullanıldı (49). DCP'nin avantajları arasında düşük malunion oranı, stabil internal fiksasyon ve harici hareketsizliğe ihtiyaç olmaması bulunur. Böylelikle komşu eklemlerin hareketine izin verir (48). İlerleyen dönemlerde istenen en önemli değişiklik yumuşak dokunun ve kemiğin kan damarlarının korunmasını sağlayan biyolojik internal fikazsyonun tercih edilmesi oldu (46). DCP kaynamada gecikmeye sebep oluyordu ve plak uzaklaştırıldıktan sonra tekrar eden kırıklarla karşılaşılıyordu. Ayrıca, plak altında kortikal kemik kaybı diğer bir dezavantaj olarak bildirilmiştir (48). Brunner ve Weber 1980 yılının erken dönemlerinde dalga şekilli plağı tanıttı ve Heitemeyer ve Hierhlzer köprüleme plağını geliştirdi (49). İsviçreli grup 1990'lı yıllarda Sınırlı Temaslı Dinamik Kompresyon Plağını (LC-DCP) geliştirdi. Bu plak, plakla kemik temas yüzeyini azaltarak kan damarlarını korudu (48, 49, 50).

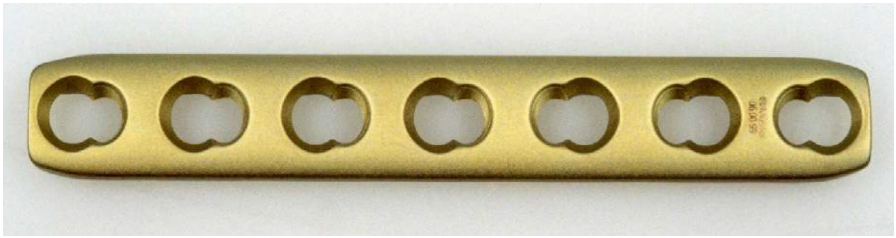
Biyolojik osteosentez konsepti Nokta Temaslı Fiksatör (PC-Fix) gelişmesine neden oldu ve interfragmenter kompresyon ve bikortikal fiksasyon terk edildi (40, 48, 50). Bu plak oluklu bir temas yüzeyini konik vida delikleriyle birleştirerek vida başlarının plak deliklerine etkili şekilde kitlenmesini sağlamaktadır (7). DCP plağına göre plak altı kanlanmayı daha fazla sağlar (49). Periosta çok küçük noktada değerek periostal kanlanmaya çok hasar vermez (50). PC-Fix, köprüleme plağı olarak biyolojik osteosentezde kullanıldığında kırık kaynaması rijid internal fiksasyonla birincil değil ikincil olarak sağlamıştır. PC-Fix plağındaki iyileştirmeler LCP'nin tasarımına katkıda bulunmuş ve üretimini sağlamıştır (40).



Şekil 2.14. A**:** DCP, B: LC-DCP ve C: PC-Fix plaklarının kemik ile temas yüzeyleri yeşil renk ile gösterilmiştir. [Balcı V. 2005].

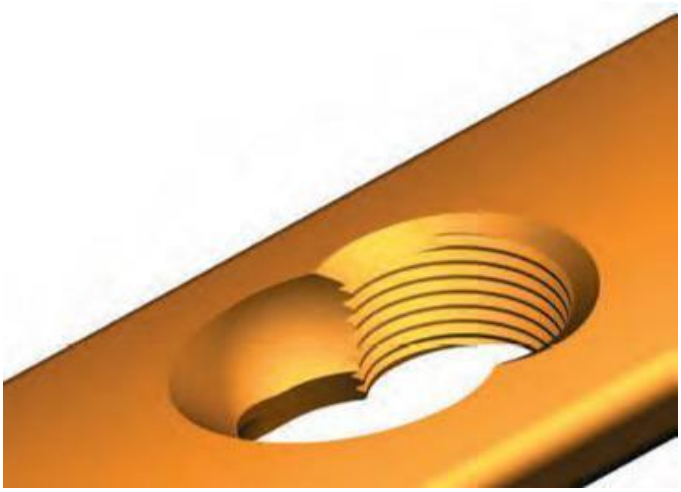
2.4.3.2. Kilitli Kompresyon Plağı (LCP)

Kilitli Kompresyon Plağı (LCP)‘nin geliştirilmesi klinisyenlerin, araştırmacıların, geliştiricilerin ve endüstrinin çok taraflı iş birliği ile olmuştur (51). LCP, kilitli plaklarla yapılan internal fiksasyonda devrim yaratan yeni bir implant türüdür (47). Konvansiyonel DCP ve LC-DCP plakları, plak ile kemik arasında sürtünme uyumunu kullandı. Kilitli plakların dişli vida konsepti yükleri taşımak ve yapıyı stabilize etmek için plak ve kemik arasında sürtünme uyumu yerine plak ve vida arasında mekanik bir arayüz kullanmak üzere tasarlanmıştır. Bu kilitleme konseptinin amacı, yapının eksenel ve açısal stabilite sağlayacağı ve bu nedenle osteosentez uygulamalarında vidalama, vida geçişi veya birçok donanım arızasına izin vermeyeceğidir (52).



Şekil. 2.15. LCP Plağının üstten görünümü. [Balcı V. 2005].

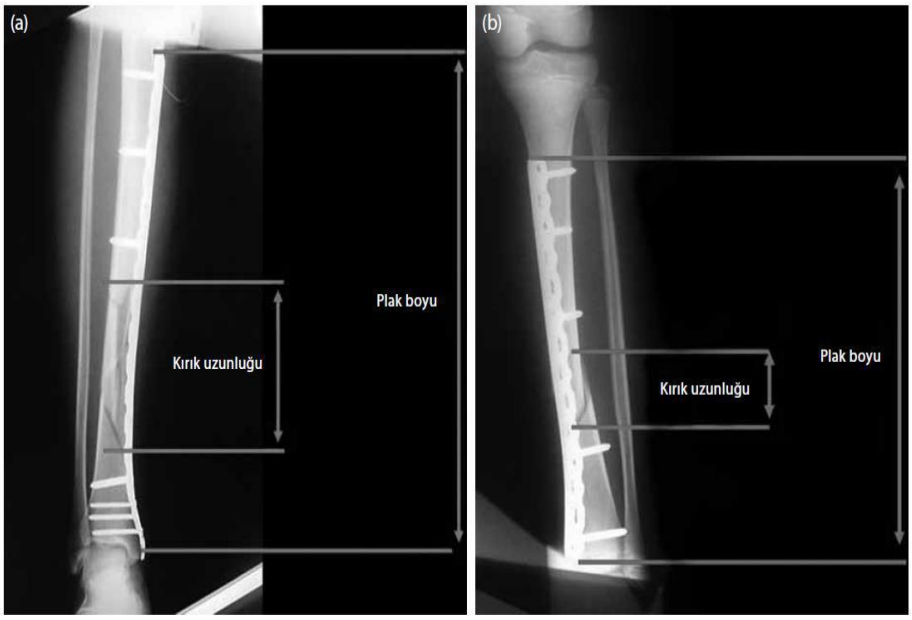
LCP plağındaki yenilik plak üzerindeki kombinasyon deliğidir. Bu delik, konvansiyonel bir vidayı ya da başı kilitlenebilen bir vidayı aynı plak üzerinde uygulama imkanı sunar (31, 53, 54). Bu deliğin özel tasarımı sayesinde LCP standart vidalarla standart bir plak olarak ve kilitli vidalar da internal fiksatör olarak kullanılabilir (47). Kombinasyon deliğinin sol tarafıkonvansiyonel vidaların girebilmesi için standart olarak dizayn edilmiştir. Deliğin sağ tarafı ise koniktir ve başı kilitlenen vidayla eşleşecek şekilde yivlidir (53).



Şekil 2.16. LCP plağında kombinasyon deliğinin görünümü. [Johnson AL., Houlton JEF, Vannini Rico. 2005].

Dört farklı vida LCP plağında kullanılabilir. Bunlar standart kansellöz vida, standart kortikal vida, self-drilling (kendinden delici) ve self-tapping (kendi yiv açan) vidalarıdır. Self-drilling olan vidalar genellikle monokortikal kullanılır. Kesici uçlu vidalar ince medullar boşluk olduğunda yakın kortekste kemik yivinin tahrip olmasını önler çünkü karşı kortekse nüfuz edebilme yeteneğine sahiptir. Self-tapping olan vidalar bikortikal olarak kullanılır (47).

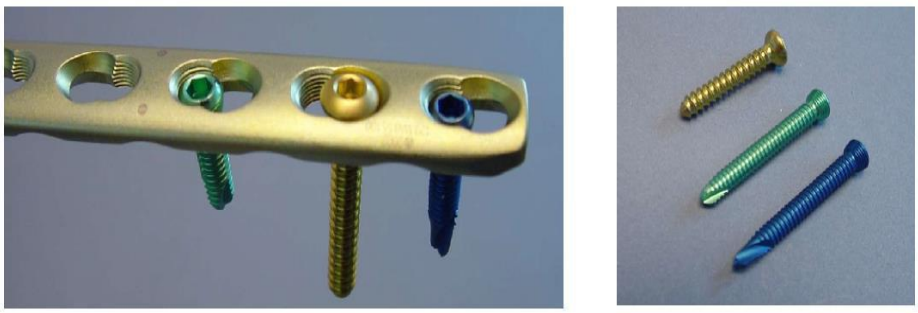
Plak ile internal fiksasyon planlandığında amaç, hem plağın uzunluğundan hem de vidaların sayı ve yerleşiminden kaynaklanan plak stresi mümkün olduğunca düşük tutmaktır. İdeal plak uzunluğu, Vida-Plak Dansitesi (VPD) ve Plak-Açıklık Oranı (PAO) ile hesaplanabilir (55). PAO; plak uzunluğunun kırık hattının uzunluğuna oranıdır (4, 25). Parçalı kırıklarda bu oran 2-3'ten, basit kırıklarda ise 8-10'dan fazla olmalıdır. VPD ise kullanılan vida sayısı ile plaktaki delik oranıdır (4, 7, 25, 36, 55). Bu oranında 0.4-0.5 arasında olması istenir (31, 35, 55). Kırık uzunluğu milimetre ile ölçülür ve kırığın proksimal ve distal iki ucunun en uzak noktası olarak ölçülür. Plak uzunluğu ise; plağın proksimal ve distal ucu arasındaki mesafedir (28, 35). Osteosentez, uzun plak ile yapılmalı ve plağın proksimal ve distaline az vida konularak köprüleme sağlanmak suretiyle erken fonksiyonel rehabilitasyon elde edilmelidir (31, 54).



Şekil 2.17. Parçalı bir kırıkta kemik uzunluğu ve plağın boyunu gösteren radyografiler. [Gönç U., Teker KK., Tandoğan R., Kayaalp A. 2012].

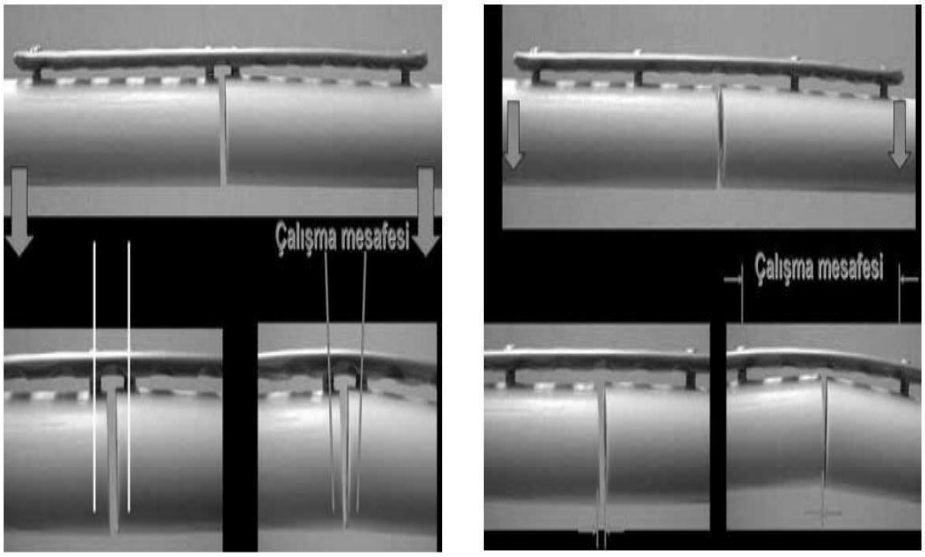
2.4.3.3. Vida Sayısının Belirlenmesi ve Vida Yerleştirme Tekniği

Plak çalışma mesafesi (uzunluğu), kırığa en yakın konumlandırılan proksimal ve distal vidalar arasındaki mesafedir (4, 25, 28, 31, 47). Yüksek plak çalışma mesafesi vida yükünü azaltır ve böylelikle daha az vida uygulanması gerekir. Vida-Plak Dansitesi (VPD) düşük tutulabilir (47). Çalışma mesafesi uzun olduğunda stres, plak üzerinde daha uzun olarak yayılır böylelikle plağın kırılma riski azalır (31).



Şekil 2.18. LCP plağında kullanılabilecek vidalar. Sarı renkli kortikal, yeşil renkli self-tapping (kendinden yiv açan) ve mavi renkli olan ise kendinden delici ve yiv açan (self-drilling self-tapping) vidanın görünümleri. [Balcı V. 2005].

Self-drilling veya self-tapping vidalarla oluşan stabilite plak ve kemik arasındaki temasa bağımlı değildir. Stabilite plak ve sabit açılı kilitli vidalar arasındadır bundan dolayı vidaların bir korteksi tutması yeterli olabilmektedir (56). Yapılan çalışma ile uzun plakta az sayıda vida plak uçlarına yakın yerleştirildiğinde, her deliğine vida konulan kısa plağa göre hata oluşmadan çok daha uzun süre basınca dayandığı gösterilmiştir (7). MİPO uygulamalarında esnek bir stabilizasyon elde etmek için uzun bir plak kullanılmalı ve her bir fragmente 2 ya da 3 vida konulması önerilmektedir (4, 29, 30, 35, 36).



Şekil 2.19. Çalışma mesafesi uzun olduğu taktirde stres plak üzerinde dağılabilir. Kısa olması durumunda kısa segment üzerine çok fazla yüklenilmesine sebep olur. [Gönç U., Teker KK., Tandoğan R., Kayaalp A. 2012].

2.4.4. Kırık Redüksiyonu

Kırık redüksiyonu orijinal ekstiremite uzunluğunun ve anatomik hizalanmasının sağlanmasıdır (57). Kemik fragmentlerinin internal fiksasyonla geleneksel olarak gerçekleştirilen doğrudan redüksiyonu, kemik parçalarının devitalizasyonunun ana nedeni olarak kabul edilmiştir. Açık redüksiyon ve internal fiksasyonla bağlantılı indirekt redüksiyon teknikleri kemiğin ve yumuşak doku zarfının kan ile beslenmesindeki hasarı en aza indirmek için popüler hale getirilmiştir (46). Kemik fragmentlerinin indirekt redüksiyonu tipik olarak yumuşak doku distraktörü, eksternal fiksatör ya da ana fragmente bağlanmış aletler ile distraksiyon aletlerinin kombinasyonu

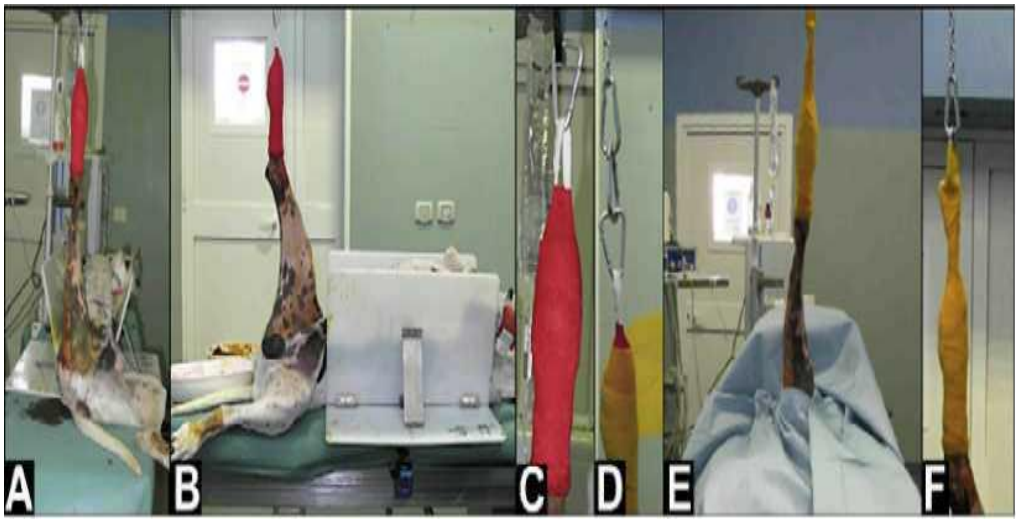
ile sağlanır. İndirekt redüksiyonda kırığın büyük oranda açığa çıkması önlenir ve kırık parçaları bitişik yumuşak dokuya yapışık kalır (58). Parçalı diyafizer kırıklarda fragmentlerin anatomik redüksiyonu artık cerrahi tekniklerin birincil amacı değildir. (30). Biyolojik osteosentezde ana kemik fragmentlerinin hizalanması, bölge cerrahi olarak açılmadan indirekt redüksiyon teknikleriyle yapılır ve bölgeyi daha fazla genişletmek gerekirse, aç ama dokunma tekniği uygulanır. Bu metot ile kırık hematomu ve periostal yumuşak dokular en az seviyede etkilenir (8). Parçalı kırıkta anatomik redüksiyon olmadan kırığın köprülenmesi kırık boşluğu boyunca gerilmenin azalmasına yol açar ve bu da kallusta fibröz kallusun daha hızlı kalsifikasyonuna yol açar (30). MİPO redüksiyonun çok gerekmediği minimal yer değiştirmiş kırıklar için mükemmel bir seçimdir (29).

İntraoperatif iskelet traksiyonu (İİT) ile kırık redüksiyonun arkasındaki mantık, kas kasılmasına karşı koymaktır. İİT farklı şekillerde gerçekleştirilebilir ancak en tutarlı sonuçlar özel olarak tasarlanmış bir ameliyat masası kullanılarak güvenli bölgeler ve sabitleme noktaları kullanılarak alınır (57).



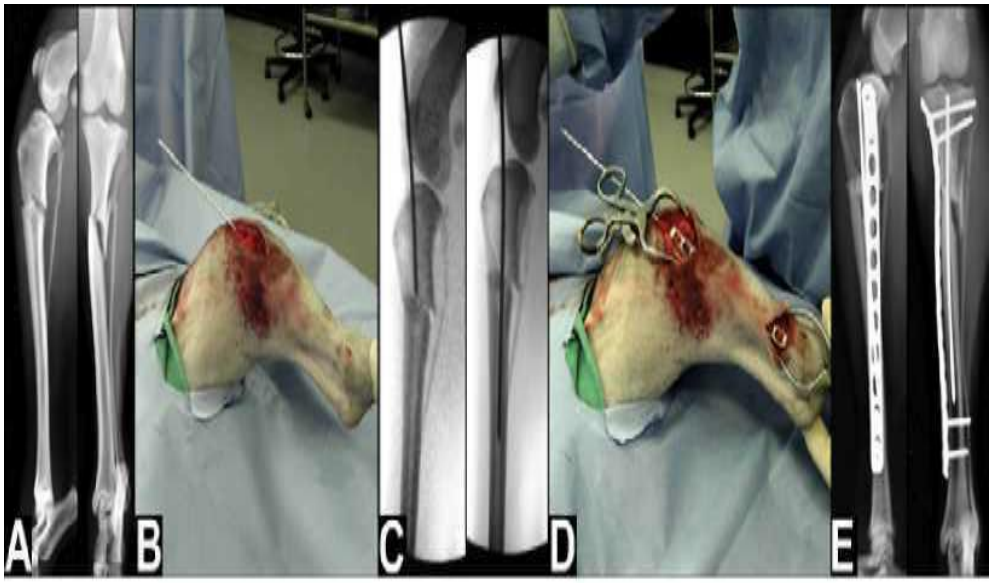
Şekil 2.20. Kraniyo-mediyal görünümden radius ve ulnanın görünümü. [Rovesti GL. 2011].

Diğer bir teknik ise hayvanı kırık bacağından asmaktır. Burdaki amaç kırık uçlarının uzaklaşmasını sağlayarak eklem yüzlerinin düzleşmesini sağlamaktır. Bu teknik çoğunlukla tek başına kullanıldığında antebrachium ve tibianın parçalı kırıkları için endikedir (59).



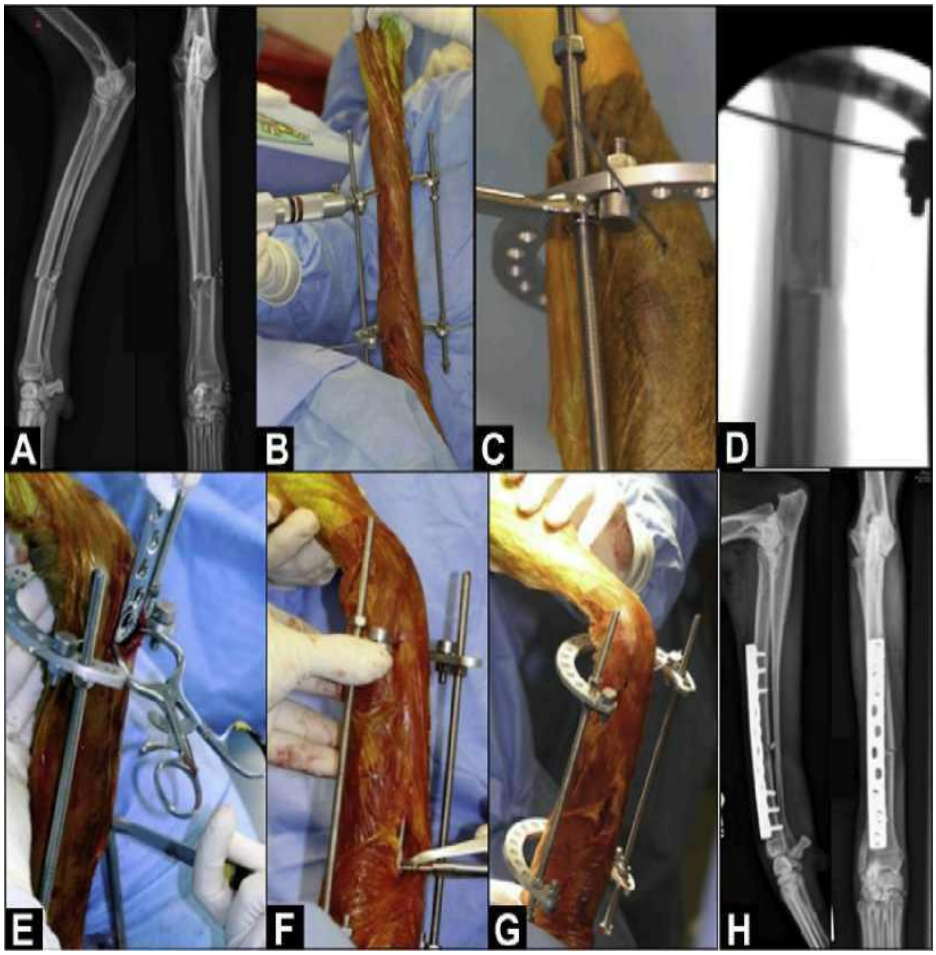
Şekil 2.21. A ve B: Tibia kırığı olan köpekte bacağı asma tekniğinde hastanın pozisyonu. C: Steril olmayan petflex ile bacak sarılır ve tavana asılır. D ve E: Pati ve tavana asma aparatı steril petflex ile sarılır. F: Eğer cerrah isterse işlem sırasında steril olarak tavandan patiyi ayırabilir. [Peirone Bruno., Rovesti GL., Baroncelli AB., Piras L. 2012].

Diğer bir başka teknik ise intramedullar pin uygulamasıdır. Proksimal fragment kemik tutma pensi ile sabitlenir ve pin distale doğru ilerletilir. Pin uygun şekilde hizalandıysa medulla içerisinde kolayca ilerler. İlerlemenin olmaması durumunda pin korteks içerisinde demektir ve yönlendirilmelidir (59).



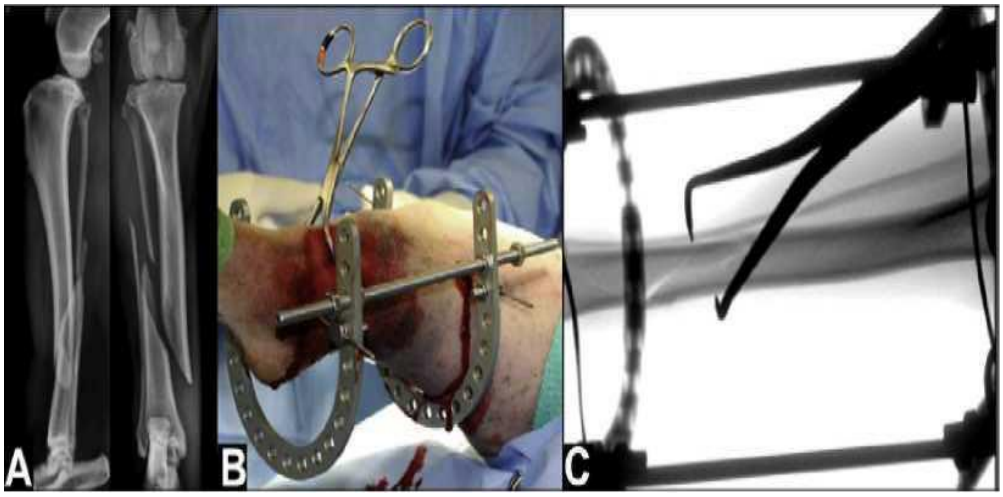
Şekil 2.22. A: Parçalı tibia ve fibila kırığının preoperatif radyografisi. B: Tibiaya normograd pin uygulaması. C: Kırığın indirekt redüksiyonunu gösteren intraoperatif floroskopi görüntüleri. D: MİPO tekniği ile plak uygulanması. E: Olgunun postoperatif radyografik görüntüleri. [Peirone Bruno., Rovesti GL., Baroncelli AB., Piras L. 2012].

İndirekt redüksiyon amacıyla kullanılan diğer bir yöntem ise geçici eksternal fiksatör uygulamasıdır. Fiksatörü yerleştirmek kolay ve hızlıdır. Kullanılan ince pinler ile az miktarda yumuşak doku travması oluşturulur. Plak uygulanırken yerleştirilen fiksatör kemiğe etkiyen stresi azaltır ve plağın rahat yerleştirilmesine yardımcı olur (59).



Şekil 2.23. A: Radius ve ulnanın parçalı kırığına ait radyografik görüntüler. B ve C: Geçici eksternal fiksatörün uygulanması. D: İntraoperatif floroskopi görüntüsü. E: Kırık bölgesinde MİPO ile plağın yerleştirilmesi. F: Vida uygulaması. G: Bacak hizalanmasının değerlendirilmesi. H: Postoperatif radyografik görüntüler. [Peirone Bruno., Rovesti GL., Baroncelli AB., Piras L. 2012].

Başka bir teknikte ise kemik tutma penslerinden yararlanılır. Bu teknikte kırık bölgesinden uzağa kemik tutma pensleri yerleştirilir ve fragmentler karşı karşıya getirilip uygun pozisyon sağlandıktan sonra plak uygulaması yapılır (59).

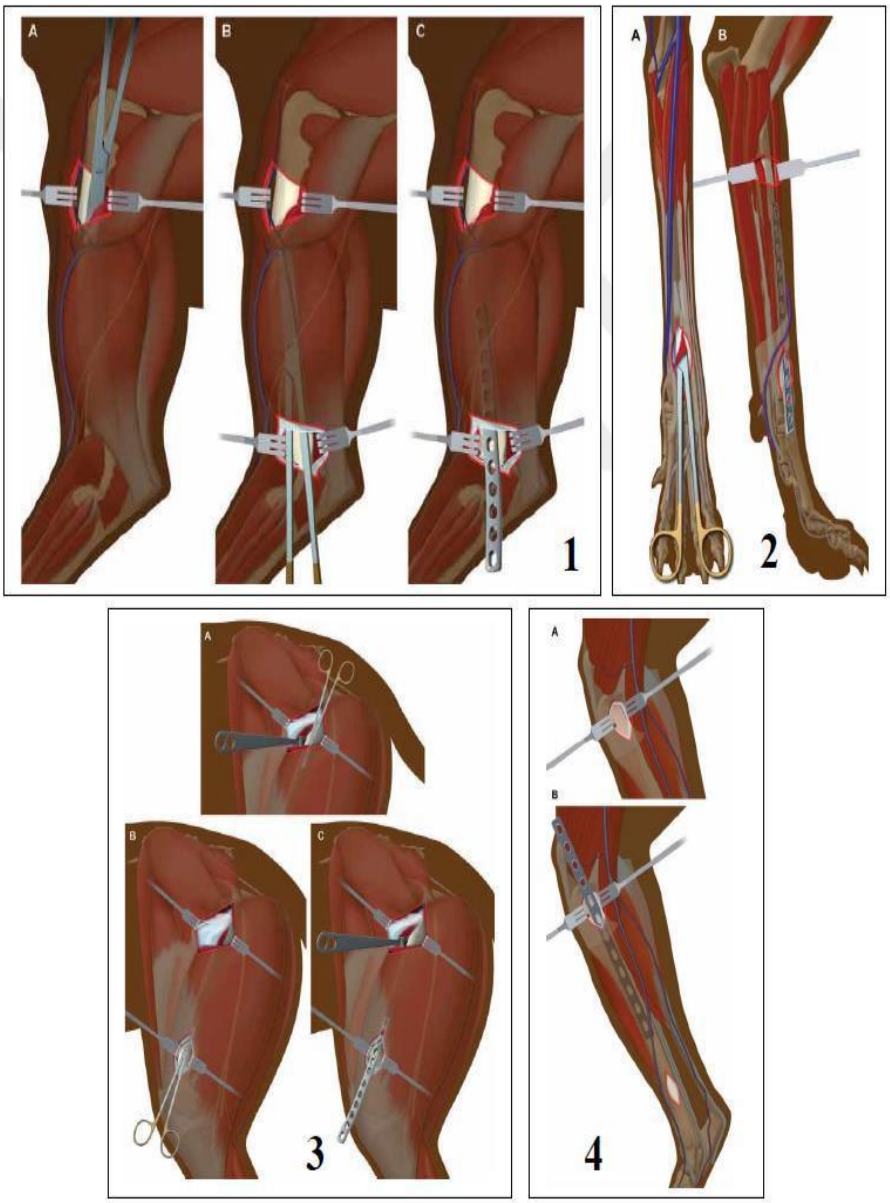


Şekil 2.24. A: Uzun oblik tibia kırığına ait preoperatif radyografiler. B: Nokta-redüksiyon kemik tutma pensi ile perkütan olarak redüksiyon. C: İntraoperatif floroskopik görüntü. [Peirone Bruno., Rovesti GL., Baroncelli AB., Piras L. 2012].

2.4.5. Cerrahi Yaklaşım

Kırık fiksasyonu için minimal invaziv teknikler kullanıldığında cerrahi yaklaşım ve lokal anatominin çok iyi bilinmesi birincil öneme sahiptir (9). Plakların ve vidaların yerleştirilmesi sırasında tüm cerrahi prosedürlerde olduğu gibi çevredeki nörovasküler yapılar yaralanma riski altındadır. MİPO'da matkap klavuzları (sleeves) ve vidaların büstüri ucuyla perkütan olarak yerleştirilmeleri sırasında nörovasküler yapılar görülemediğinden yaralanma riskini yükseltir (60). Operasyon sırasında yapılan ensizyonlar MİPO tekniğinde yumuşak dokudaki pencerelerdir. Buradaki amaç minimal düzeyde yumuşak doku travması yaratıp "ayak izi" bırakmaktır (31). Proksimal ve distal kemik uçlarından 2-4 cm'lik ensizyonlar yapılarak bu iki hat arasında yumuşak dokular diseke edilerek epiperiostal tünel oluşturulur ve plak genellikle distalden proksimale olacak şekilde, plak proksimal ensizyon hattından görülene kadar kaydırılır. Proksimale ve distale 2'şer ya da 3'er adet vida yerleştirilerek stabilizasyon sağlanır (12, 23, 25, 26, 29, 54, 59). Ensizyon hatları usulüne uygun kapatılır.

Köpek humerusunda radial sinir epiperiostal tünelin yakınında uzanır bundan dolayı tünelin diseksiyonu yapılırken dikkat edilmelidir. Tibia ve radius, safenöz ve sefalik venler için çok risk taşımaz. Radiusta diseksiyon *extensor carpi radialis* kasının altından yapıldığı için bir başka kasa zarar verme olasılığı düşüktür (9).



Şekil 2.25. MİPO tekniğinde humerusa (1), radiusa (2), femura (3), tibiaya (4) operatif yaklaşım ve plak uygulamasının şematik görüntüsü. [Pozzi A., Lewis DD. 2009].

2.4.6. MİPO'nun Avantajları ve Dezavantajları

Operasyon süresinin azalması, daha az kan kaybı, minimal yumuşak doku travması, enfeksiyon riskinin azalması, küçük kemiklerdeki hareket kabiliyetine bağlı olarak erken kaynama oranları, ekstiremitenin erken mobilizasyonu, plak çıkarıldığında aynı bölgede kırık görülme olasılığının azalması ve kemik greftine ihtiyacın azalması MİPO'nun avantajlarıdır (5, 9, 23, 25, 30, 31, 36, 54, 59).

MİPO yönteminde kemik greftine çok ihtiyaç duyulmasa da bazı durumlarda greft gerekebilmektedir. MİPO uygulamasından sonra kırık bölgesindeki yırtılmış

kaslarıın kemik fragmentlerini ayırıp dağıtması nedeniyle kaynama gerçekleşmezse plak kırılabilmektedir (32).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

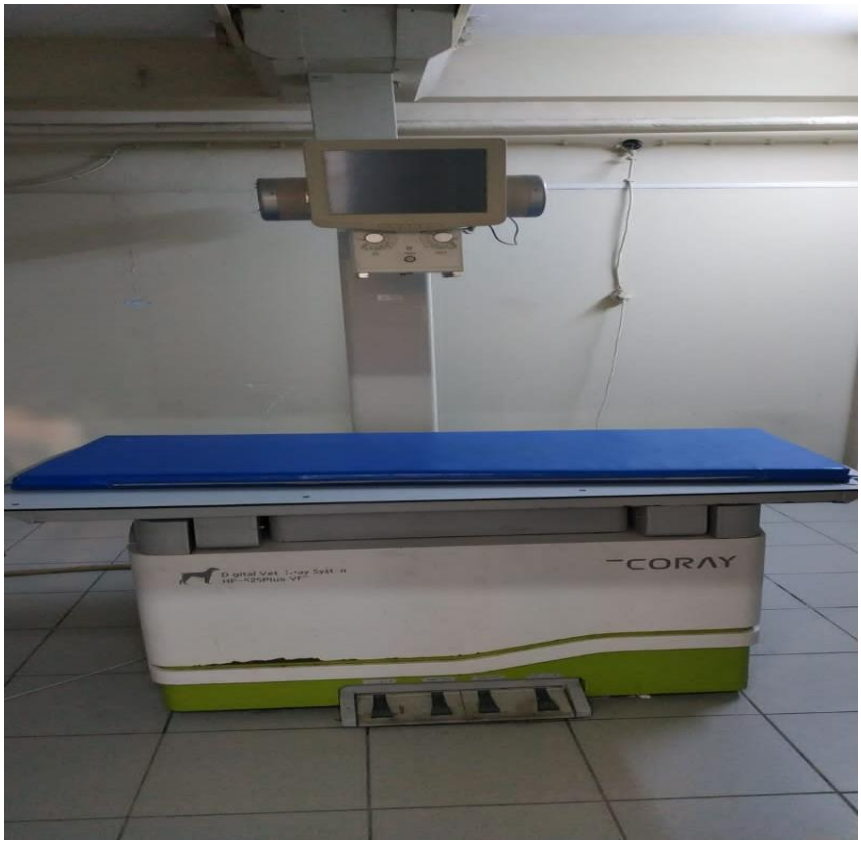
3.1. Gereç

3.1.1. Hayvan Materyali

Hayvan materyallerini, Temmuz 2017 ve temmuz 2020 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi'ne getirilen 10 adet kedi ve 10 adet köpek oluşturdu. Çalışma, İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Başkanlığı'nın **04.08.2017** tarih ve **295822** sayılı izni ile gerçekleştirildi.

3.1.2. Tanı ve Radyolojik Takipte Kullanılan Gereçler

Hastaların ilk klinik muayenesi sonrası kırığın yerinin belirlenmesi ve sonrasındaki post-operatif takiplerinde EcoRay SMS-CM-N Marka röntgen cihazı kullanıldı.



Şekil 3.1. Ecoray (Toshiba) marka X-Ray Cihazı.

3.1.3. Anestezi, Analjezi ve Antibiyoterapide Kullanılan Gereçler

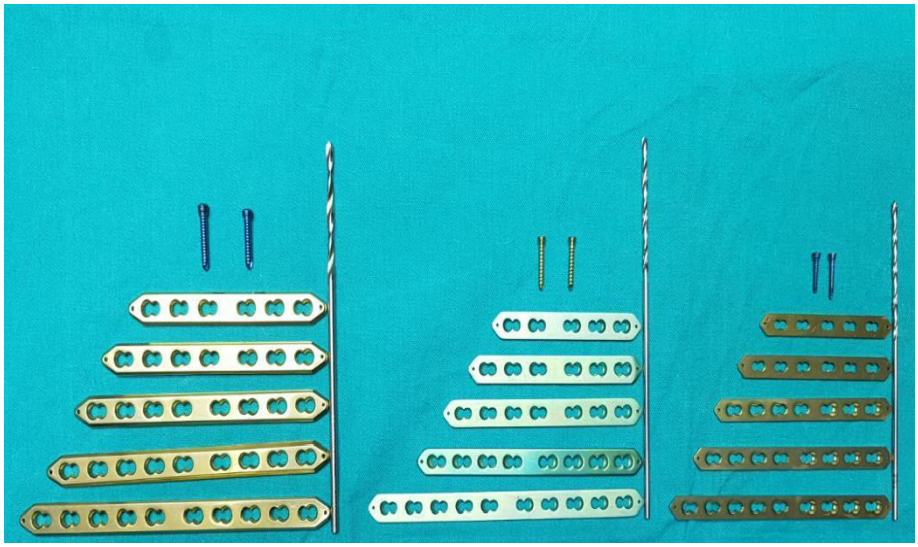
Hayvanlara operasyon öncesinde ve operasyondan sonra analjezi amacıyla meloksikam (melox amp® SC, 15mg/1.5 ml, Nobel, Türkiye) uygulandı. Köpek ve kedilerde premedikasyon için ksilazin (XYLAZINEBIO® %2, İnterhas, Türkiye) damar içi yoldan uygulandı. Genel anestezinin başlaması amacıyla ketamin (Ketasol® %10, İnterhas, Türkiye) damar içi yoldan uygulandı ve genel anestezinin devamı izofluran (Forane® %99.9 inhalasyon çözeltisi, AbbVie, İngiltere) ile sağlandı. Gaz anestezisi için kedi ve köpeklerde değişik çapta balonlu endotracheal tüp (Bıçakçılar, Türkiye) yerleştirildi ve çift vaporizatörlü kapalı sistem inhalasyon anestezi cihazından (Royal 77, Royal Medical Co., Ltd, Korea) yararlanıldı. Operasyon öncesi ve sonrası antibiyoterapi için seftriakson (Novosef®, Sanofi Zentiva, Türkiye) kas içi enjeksiyon olarak yapıldı.



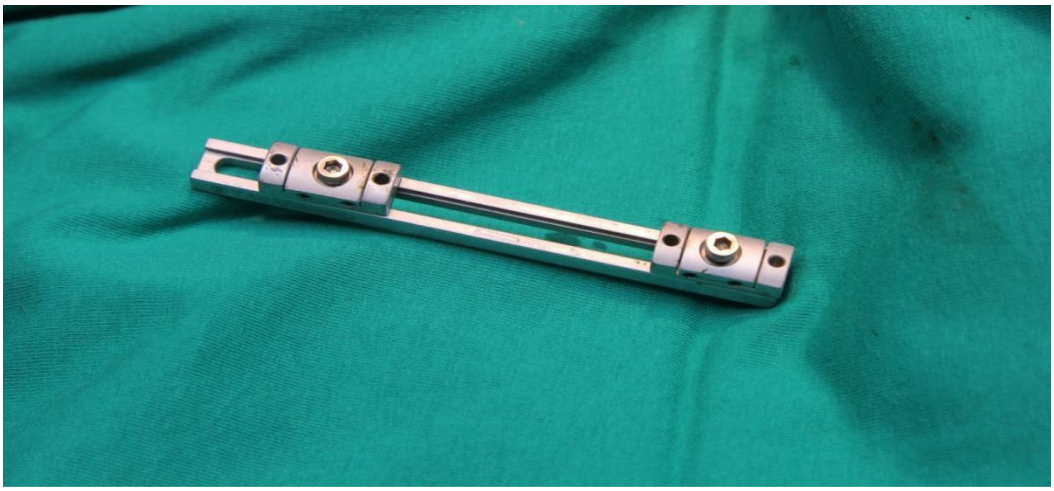
Şekil 3.2. Royal 77 Anestezi Cihazı.

3.1.4. MİPO Tekniğinde Kullanılan Gereçler

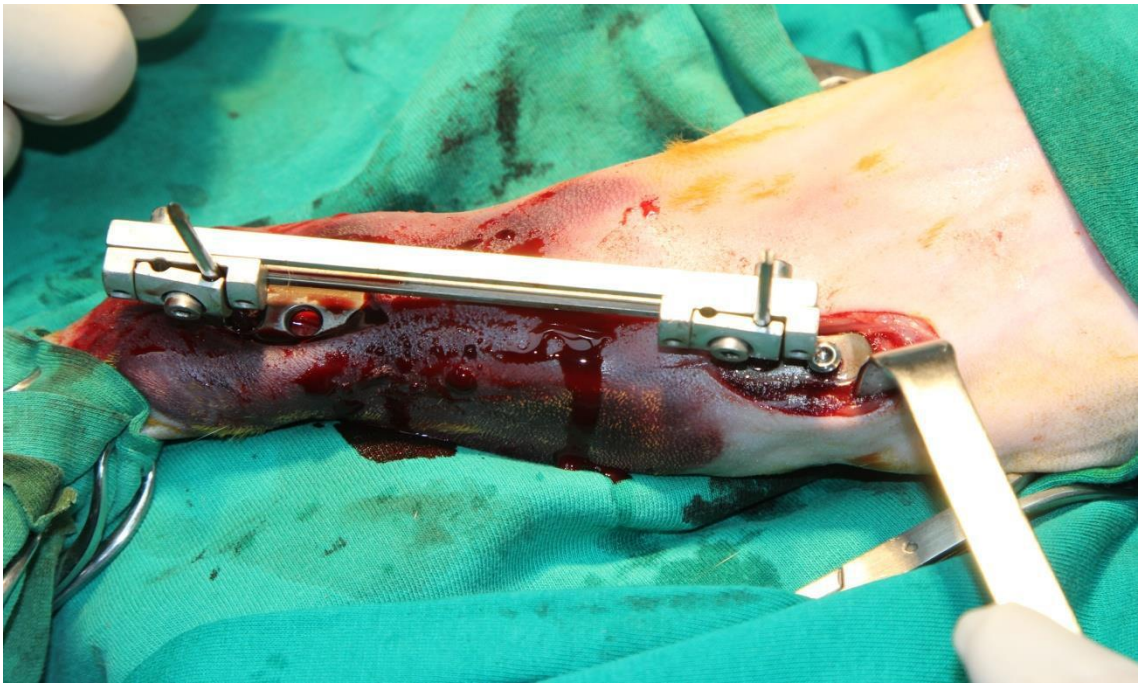
Çeşitli ekstiremite kırıkları olan kedi ve köpeklerlerde traş sonrası bölgenin asepsisi, aseptik cerrahi kurallarına uygun olarak önce %70'lik metil alkol, povidon iyodin %7.5 (POVIDEKS Scrub), %70'lik metil alkol, povidon iyot %10 (POVIIDEKS antiseptik çözelti) ve %70'lik metil alkol kullanılarak sağlandı. Kırık bulunan ekstiremitenin osteosentezinde, yumuşak doku seti ve ortopedi setindeki el aletlerinden yararlanıldı. MİPO tekniği uygulanırken kedi ve köpekler için uygun uzunlukta ve kalınlıkta üretilmiş olan kilitli plaklar, titanyum alaşımlı kilitli kompresyon plağı (LCP) ve plağa uygun kilitli kortikal vidalar (Orthocat, Türkiye) kullanıldı.



Şekil 3.3. MİPO tekniğinde kullanılan çeşitli kalınlıklarda ve uzunluklardaki LCP plaklar ve kortikal vidalardan bazılarının görünümü.



Şekil 3.4. MİPO tekniğinde indirekt redüksiyon için kullanılan distraktör.



Şekil 3.5. Kedi olgularından 10. numaralı hastada distraktörün uygulanmış halinin görüntüsü.

3.2. Yöntem

3.2.1. Preoperatif Verilerin Toplanması ve Vakaların Seçimi

Çeşitli ekstiremitelerinde uzun kemikleri kırık şüpheli bulunan kedi ve köpeklere radyografik muayene uygulanarak os *humerus*, *radius*, *femur* ya da *tibia*'sında kapalı diyafizer kırık belirlenen olguların klinik, radyolojik ve topallık verileri Tablo 3.1 ve 3.2'deki formlarla kayıt altına alındı.

Hayvan Sahibinin Adı ve Soyadı:
Adresi:
Telefon Numarası:

Tablo. 3.1. Hasta Onam Formu.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ CERRAHPAŞA VETERİNER FAKÜLTESİ DOKTORA TEZİ HASTA TAKİP FORMU

Hasta ile İlgili Bilgiler

Türü:

Irkı:

Yaşı:

Vücut Ağırlığı:

Kırığın Ne Zaman Oluştuğu:

Hastanın Radyografisi ile İlgili

Hangi Ekstiremite:

Kırığın Tipi:

Operasyon ile İlgili

Kullanılan Plak Kalınlığı:

Kullanılan Vida Sayısı:

Operasyon Sonrası ile İlgili

İlk Kontrolde Radyografik Olarak Kaynama Durumu ve Topallık Durumu:

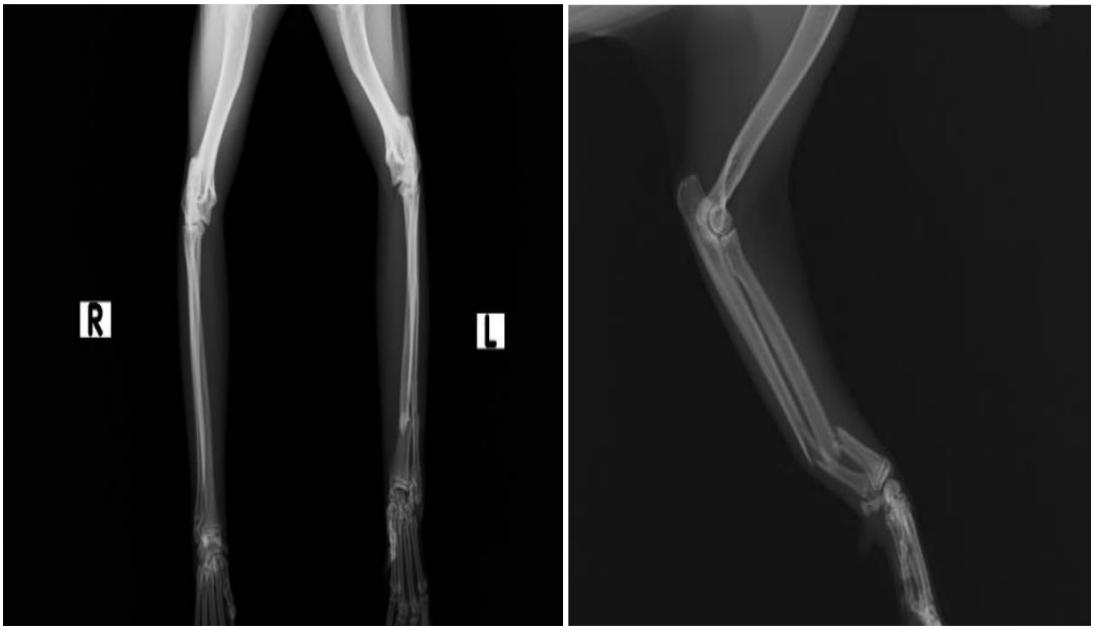
İkinci Kontrolde Radyografik Olarak Kaynama Durumu ve Topallık Durumu:

Herhangi Bir Komplikasyon Görüldü mü:

Plak Operasyondan Sonra Ne Zaman Uzaklaştırıldı:

Tablo. 3.2. Hasta ile ilgili bilgileri içeren tablo.

Radyolojik muayenede bütün vakalardan hem kırık olan hem de sağlam ekstiremitenin en az iki yönlü radyografisi (A/P ve M/L) çekildi. Preoperatif dönemde sağlam ektremiteden elde edilen radyografik görüntü değerlendirilerek uygun kalınlık ve uzunluktaki plak belirlendi.



Şekil 3.6. Kedi olgularından 3 numaralı hastanın çift poz (A/P ve M/L) radyografik görüntüleri

Kedi ve köpeklerde, kırık fragmentlerinde proksimal ve distal bölgede plak uygulaması için yeterli kemik mesafesi bulununan diyafizer ve metafizer ekstiremite kırıkları olanlarçalışma kapsamına alındı. Kırık oluşumu üzerinden 2 hafta ya da daha fazla zaman geçmiş olgular, açık kırıkları bulunan olgular ve eklem içi kırıkları bulunan olgular çalışmaya dahil edilmedi.

3.2.2. İmplant Seçimi

Vakalarda kullanılan kilitli kombine plaklar ve kilitli kompresyon plaklarının kalınlığı ve uzunluğu; hayvanın yaşı, kilosu, büyüklüğü, kırığın tipi, kırığın yapı ve yerine göre kontrolateral ekstiremiteden alınan ölçümler göz önünde bulundurularak seçildi.

3.2.3. Aseptik Cerrahi İçin Bölgenin Hazırlanması ve Genel Anestezi

Vakaların genel anestezisi öncesinde analjezi sağlanması amacıyla preoperatif dönemde meloksikam 01-0.3 mg/kg dozunda deri altı yolla uygulandı. Premedikasyon amacıyla damar içi yolla 0.5-1 mg/kg dozunda ksilazin uygulandı. İndüksiyon için ketamin damar içi yolla 5 mg/kg dozunda yavaş ve dikkatli bir şekilde verildi. Hasta entübasyonun rahat yapılabileceği hale geldikten sonra uygun çaplı kafı olan bir entübasyon tüpü ile entübe edilerek %2'lik izofloran ve %100 oksijen karışımını soluması sağlanarak genel anestezi sürdürüldü. Kırık bulunan bölgenin daha fazla travma almaması için bölgenin hazırlanması genel anestezi sonrasına bırakıldı. Hasta

operasyon masasına ilgili ekstiremite üstte kalacak şekilde ya da sırt üstü bağlandı. Hastaya damar içi yolla 25 mg/kg dozunda seftriakson verilerek antibiyoterapi sağlandı. Bölge tıraş edildikten sonra alkol ve povidon iyot ile temizlendi ve ilgili ekstiremite steril serviyet bezleriyle örtülerek kırık redüksiyonuna ve MİPO tekniğinin uygulanmasına hazır hale getirildi.

3.2.4. Humerus Kırığına MİPO'nun Uygulanması

Humerus kırığına MİPO tekniğini uygulamak için Hulse (2012) tarafından tarif edilen cerrahi yaklaşım tercih edildi (61). Hasta lateral yatış pozisyonunda olcak şekilde yatırıldı ve ilgili bacak üstte bırakıldı. İlk ensizyon deriye 2 ya da 3 cm olacak şekilde proksimal metafizde trochanter major'un üst kısmından kraniyolateral olacak biçimde yapıldı. Axillobrachiol ven, ensizyonun kaudalinde olup, sefalik ven cleidobrakialis kasının altında seyreder (61). Bu nedenle her iki ven dikkatle korundu. Kleidobrakialis, deltoid kasın akromiyal başı, triceps kasının baş kısmı ve brachialis kası proksimal metafizin kraniyolateral yüzeyinin açığa çıkarılması için kısmi olarak kaldırıldı. Distal deri ensizyonu lateral epikondiloid sınırda, kaudolateral olarak yapıldı. Radial sinirin süperfisiyal kolları korundu. Triceps kasının lateral başı kaudale doğru kaldırılırken epikondiloid sınırda *extensor carpi radialis'*in origosu kısmi olarak kaldırıldı. Distal ensizyondan periostal elevatör sokularak proksimal ensizyondan görünene kadar kaydırılarak epiperiostal tünel oluşturuldu. Kırık fragmentlerinin redüksiyonunu sağlamak için pasif çekme hareketleri ve fragmenter kompresyon hamleleri yapılarak kırık uçları en iyi şekilde karşı karşıya getirilmeye çalışıldı ve redüksiyon sağlandı. Uygun uzunlukta ve kalınlıktaki Kilitli Kompresyon Plağı (LCP) seçilerek distal fragmentten proksimale doğru olacak şekilde plak epiperiostal tünelden geçirildi. Proksimal ve distal kırık fragmentleri için her bir fragmente 2 ya da 3 adet olacak şekilde kilitli vida yerleştirildi ve kırık hattına denk gelen plak bölümlerine vida yerleştirilmedi. Önce kaslar sonrasında deri altı bağ doku emilebilen iplikle deri ise usulune uygun şekilde emilmeyen uygun numara iplik ile kapatıldı.

3.2.5. Antebrachium Kırığına MİPO'nun Uygulanması

Antebrachium kırığına MİPO tekniğini uygulamak için (Pozzi ve Lewis) tarafından tarif edilen cerrahi yaklaşım tercih edildi (9). Antebrachiuma yaklaşım için hastanın dorsal yatış pozisyonunda olması ve kraniyomediyal yaklaşım tercih edildi. Antebrachio-karpal eklemin ortasına 2-3 cm'lik dorsal ensizyon yapıldı. Deri sınırının

retraksiyonundan sonra derin antebrachial fasiya *extensor carpi radialis* ve *extensor digitalis communis* tendoları arasından ensize edildi. Daha fazla genişletme gerekli ise *adductor pollicus longus* kası transekte edilebilir. İndirekt redüksiyon teknikleriyle kemik uçları karşı karşıya getirelemediği olgularda aç ama dokunma tekniğinden yararlanıldı 2 ya da 3 cm uzunluğundaki kraniyomediyal deri ensizyonu plağın proksimal deliklerinin olacağı seviyede yapıldı. Derin antebrachial fasiya *extensor carpi radialis* ve *pronator teres* kasları arasından ensize edildi. *Extensor carpi radialis* laterale çekildi. Epiperiostal tünel proksimalden distale olcak şekilde periostal elevatör ile kemiğin üzerinden oluşturuldu. Plak distalden proksimale olacak şekilde epiperiostal tünelden kaydırıldı. Her bir kırık fragmenti için 2 ya da 3 adet kilitli vida kullanılarak plak kemiğe vidalandı. Deri altı bağ doku ve deri usulüne uygun kapatıldı.



Şekil 3.7. Köpek olgularından 3 numaralı hastanın 46.günde kaynama gerçekleştikten sonra LCP plağın çıkmış hali.

3.2.6. Femur Kırığına MİPO'nun Uygulanması

Femur kırığına MİPO tekniğini uygulamak için (Pozzi ve Lewis) tarafından tarif edilen cerrahi yaklaşım tercih edildi (9). Femura lateral yaklaşımda hayvan ilgili bacak üstte olacak şekilde yan yatırıldı. Distal femur kırıklarında redüksiyonu kolaylaştırma amacıyla dizin altına yastık konuldu. Yaklaşık 3 cm lik proksimal ensizyon trochanter major'un distaline yapıldı. Deri ve deri altı dokular retrakte edildikten sonra ensizyon *fascia latae'* nın superfisial yaprağı ile *biceps femoris*'in kraniyal sınırı boyunca yapıldı. Derin *fascia latae*'nın retraksiyonundan sonra femurun proksimalini örten *vastus lateralis* kası açığa çıkarıldı. Hohmann retraktörü femurun kraniyeline yerleştirildi ve

vastus lateralis kası kraniyale çekilerek ve femurun lateral yüzü ortaya çıkarıldı. Patellanın ve lateral trochlear çıkıntınınn palpasyonundan sonra patellanın başlangıç seviyesinden yukarı doğru 3 cm'lik ensizyon yapıldı ve proksimale doğru genişletildi. Subkutanöz dokular deri ensizyonuyla aynı hattan ensize edildi. *Fascia latae* kası *biceps femoris*'in kraniyal sınırı boyunca ensize edildi. *Vastus lateralis* ve *biceps femoris* kaslarını ayırmak için fascia latae'nın yapmış olduğu kaslar arası bölmenin ayırılması gerekti. Plağın distalden yerleştirmesini yapmak için *vastus lateralis* kası kraniyale, *biceps femoris* kası kaudale çekildi ve distal metafiz ortaya çıkarıldı. İndirekt redüksiyonda karşı karşıya getirelemeyen kemik uçları için aç ama dokunma tekniği uygulandı ve kırık hematomu korundu. Uygun uzunlukta ve kalınlıktaki plak distalden proksimale doğru oluşturulan epiperiostal tünelden kaydırıldı. Her kırık fragmentine 2 ya da 3 adet kilitli vida yerleştirildi. Fascia, deri altı bağ doku ve deri usulune uygun biçimde kapatıldı.

3.2.7. Tibia Kırığına MİPO'nun Uygulanması

Tibia kırığına MİPO tekniğini uygulamak için (Dejardin ve Guiot) tarafından tarif edilen cerrahi yaklaşım tercih edildi (62). Kısaca bu yaklaşımda proksimal tibial epifizeal alan, patellar ligament ile medial tibial platonun kaudal sınırının ortasına küçük bir ensizyon yapılarak açığa çıkarıldı. Proksimal tibial epifize ulaşana kadar kranial ve kaudal sartorius kaslarının arasına keskin olacak şekilde diseksiyon yapıldı. İkinci küçük ensizyon, medial tibial malleolusu açığa çıkartmak için distal tibianın ortasında yapıldı ve keskin diseksiyonları takiben *tibialis kaudalis* ve *fleksor digitorum profundus* tendosu kaudale çekildi. Kırık fragmentlerinin redüksiyonunu sağlamak için pasif çekme hareketi ve fragmenter kompresyon hamleleri yapılarak kırık uçları en iyi şekilde karşı karşıya getirilmeye çalışıldı ve redüksiyon sağlandı. Mesafe ölçülerek uygun uzunlukta ve kalınlıkta plak seçildi ve iki ensizyon arasında epiperiostal tünel oluşturuldu. Kırık fragmentlerinin yer değiştirme yönüne bakılarak plak distal ensizyondan diğer taraftan çıkana kadar kaydırıldı. Kaslar, deri altı bağ dokusu ve deri uygun ipliklerle usulune uygun şekilde kapatıldı.



Şekil 3.8. Köpek olgularımızdan 7 numaralı hastanın plak yerleştirildikten ve vidalandıktan sonraki görüntü.

3.2.8. Postoperatif Bakım, MİPO ve İyileşme Verilerinin Toplanması

Operasyon sonrası intratracheal tüpün çıkarılması sonrası hastalar uyanmadan postoperatif radyografiler alındı ve daha sonra intratracheal tüp çıkartıldı. Antebrachium ve tibia kırığı bulunan hastalara Robert Jones bandajı yapıldı ve 2 gün sonra çıkarıldılar. Anesteziden uyanan hayvanlara operasyon bölgesine ulaşamamaları için Elizabeth yakalığı takıldı. Operasyon sonrası tüm olgulara 7 gün boyunca seftriakson disodyum (20 mg/kg/günde 2 kez) kas içi yapıldı. Yine analjezi amacıyla tüm hayvanlara meloksikam (0.1 mg/kg/ günde 1 kez) deri altı yolla uygulandı. Hasta sahiplerine kedileri 1 hafta boyunca kafeste tutmaları, köpeklerin sahiplerine ise köpekleri dar bir alanda tutmaları söylendi. Postoperatif 10. Günde dikişler alındıktan sonra Elizabeth yakalıklar çıkarıldı. Olguların çoğu 15 günde bir muayene edildi ve röntgen çekildi. Muayeneler sırasında kırık kemiğin iyileşmesi klinik ve radyolojik olarak değerlendirildi. Bu değerlendirilmelerde (Bhandari ve ark. 2002) yaptığı çalışma hayvanlara adapte edilerek bu skorlama sisteminden yararlanıldı (63). Klinik ve radyolojik olarak kırık iyileşmesi sağlanmış vakalardan plak ve vidalar çıkarıldı. Bölgenin enfekte olmaması için 3 gün süre ile ilgili ekstiremite pansumana alındı.

Tablo 3.3. Operasyon sonrası ağrı durumunu değerlendirmek için kullanılan skorlama tablosu

	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
Hayvanın ekstiremitesindeki ağrı durumu **4-** İlgili ekstiremitenin muayenesinde ağrı yok				
3- Hafif dereceli ağrı (Ekstremite tutulup yapılan muayene izin verir ancak ekstiremitesini çekerek ağrı hissettiğini belli eder)				
2- Orta dereceli ağrı (Ekstiremite tutulup muayene yapmak zordur bununla birlikte başını çevirip ısırma meyili gösteririr ve ilgili ekstiremiteyi çekerek ağrı hissettiğini belli eder)				
1- Yüksek dereceli ağrı (Ekstiremitenin tutulup muayene yapılmasına izin vermez)				

Tablo 3.4. Operasyon sonrası radyolojik durumu değerlendirmek için kullanılan skorlama tablosu

	Radyolojik Değerlendirme		
Derece	**Kallus Formasyonu**	**Kırık Hattı**	**Kaynama Derecesi**
1	Homojen kemik yapısı	Belli değil	Kaynamış
2	Büyük, kemik trabekülleri zor ayırt edilebilir	Zor ayırt edilebilir	Kaynamış
3	Bariz kallus. Kırık hattında köprülenme	Ayırt edilebilir	Kesin değil
4	İz şeklinde kallus. Kırık hattında köprülenme yok	Uzak	Kaynama yok
5	Kallus formasyonu yoktur	Uzak	Kaynama yok

4. BULGULAR

4.1. Klinik ve Radyografik Muayene Bulguları

Çalışmaya dahil edilen 10 kedi ve 10 köpeğin anamnez, klinik muayene ve radyografik tanı verileri tablo 4.1 ve 4.2' de derlendi. Kedilerin anamnezinde kırıkların 4 tanesinin trafik kazası, 4 tanesinin yüksekten düşme sonucu oluştuğu öğrenildi. 2 tanesinin ise sebebi belli değildi. Vakalardan hiçbiri kliniğimize bandaj yapılarak getirilmedi. Vakaların 3 tanesinde *ossa cruris,* 4'ünde *ossa antebrachii,* 1'inde *os humerus,* 2 tanesinde *os femoris* kırığı tespit edildi. Olgu 1'de hem diyafizer *os humerus* kırığı hemde *ossa cruris* kırığı mevcuttu. Vakaların 4 tanesinde (7, 8, 9, 10 numaralı vaka) parçalı kırık mevcuttu. Vakaların hiçbirinde kırık dışında herhangi bir hastalık bulunmamaktaydı.

Köpeklerin anamnezinde kırıkların 6 tanesinin trafik kazası, 1 tanesinin yüksekten düşme sonucu oluştuğu öğrenildi. Olguların 3 tanesinin ise sebebi belli değildi. Vakaların hiçbiri kliniğimize bandaj yapılarak getirilmedi. Vakaların 5 tanesinde *ossa antebrachii,* 1 tanesinde *os femoris*, 4 tanesinde *ossa cruris* kırığı tespit edildi. Olgu 1'de hem *ossa antebrachii* kırığı hemde *ossa cruris* kırığı mevcuttu. Vakaların hiçbirisinde kırık dışında herhangi bir hastalık bulunmamaktaydı.

Çalışmada kedi vakalarında 6 delikli kombine kilitli plak 1, 5 ve 7 numaralı olgularda, 6 delikli LCP plağı 2 ve 9 numaralı olgularda 8 delikli 3, 4, 6 numaralı olgularda, 9 delikli LCP plağı 8 numaralı olguda ve 10 delikli kombine kilitli plak 10 numaralı olguda kullanılmıştır. Çalışmadaki tüm kedilere 2.4 mm kalınlıkta ve değişik uzunlukta plaklar kullanıldı.

Çalışmada köpek vakalarında hayvanın büyüklüğüne göre uygun kalınlıkta ve uzunlukta kilitli kombine plaklar ve LCP plaklar kullanıldı. 5 delikli 2.7 mm kalınlıkta kilitli kombine plak 5 ve 9 numaralı olgularda, 8 delikli ve 2.7 mm kalınlıkta kilitli kombine plak 1 numaralı olguda, 9 delikli ve 3.5 mm kalınlıkta titanyum LCP plak 3 ve 6 numaralı olgularda, 10 delikli ve 3.5 mm kalınlıkta kilitli kombine plak 2 ve 4 numaralı olgularda, 11 delikli ve 3.5 mm kalınlıkta kilitli kombine plak 7 numaralı olguda, 12 delikli ve 3.5 mm kalınlıkta kilitli kombine plak 8 numaralı olguda, 13 delikli ve 3.5 mm kalınlıkta kilitli kombine plak 10 numaralı olguda kullanıldı.

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen 10 adet kedinin anamnez ve klinik muayene bilgileri.

Olgu No	Irk	Yaş	Cinsiyet	Kırığın Oluşum Şekli	Tanı
1	Melez	1.5	Dişi	Yüksekten Düşme	Sağ humerus diyafizinde transversal,
2	Melez	1	Erkek	Trafik Kazası	Sol antebrachium diyafizinde Transversal kırık
3	Melez	1	Erkek	Yüksekten Düşme	Sol antebrachium diyafizinde Transversal kırık
4	Melez	2	Erkek	Yüksekten Düşme	Sağ antebrachium diyafizinde Transversal kırık
5	İran	8 aylık	Dişi	Trafik Kazası	Sol tibia diyafizinde Transversal kırık
6	Melez	1	Erkek	Bilinmiyor	Sağ ve Sol antebrachium diyafizinde Transversal kırık
7	Melez	3	Dişi	Bilinmiyor	Sol femur diyafizinde parçalı kırık
8	Melez	5	Dişi	Trafik Kazası	Sağ tibia diyafizinde parçalı kırık
9	Melez	4	Dişi	Yüksekten Düşme	Sağ femur diyafizinde parçalı kırık
10	Melez	3	Dişi	Trafik Kazası	Sağ tibia diyafizinde parçalı kırık

Tablo 4.2. Çalışmaya dahil edilen 10 adet köpeğin anamnez ve klinik muayene bilgileri.

Olgu No	Irk	Yaş	Cinsiyet	Kırığın Oluşum Şekli	Tanı
1	Spitz	14 aylık	Dişi	Yüksekten Düşme	Sağ tibia diyafizinde parçalı, Sağ antebrachium diyafizinde Transversal kırık
2	Melez	1	Erkek	Trafik Kazası	Sol antebrachium diyafizinde Transversal kırık
3	Alman Kurdu	1	Dişi	Trafik Kazası	Sol antebrachium diyafizinde Transversal kırık
4	Melez	2	Erkek	Trafik Kazası	Sol antebrachium diyafizinde Transversal kırık
5	Jack Russel	1	Dişi	Bilinmiyor	Sağ femur diyafizinde oblik kırık
6	Melez	3	Erkek	Bilinmiyor	Sağ antebrachium diyafizinde Transversal kırık
7	Kangal	1	Erkek	Trafik Kazası	Sağ tibia diyafizinde Transversal kırık
8	Melez	10 aylık	Dişi	Trafik Kazası	Sol tibia diyafizinde Transversal kırık
9	Jack Russel	3	Erkek	Bilinmiyor	Sol tibia diyafizinde parçalı kırık
10	Melez	1	Erkek	Trafik Kazası	Sağ tibia diyafizinde parçalı kırık

4.2. İntra ve Post Operatif Bulgular

Çalışmada kedi vakalarının hepsinde proksimal ve distal fragmente 2'şer adet bikortikal kilitli vida yerleştirildi. Köpek vakalarında 3 numaralı olguda proksimale 3 adet distale 2 adet bikortikal kilitli vida kullanıldı. Diğer köpek vakalarının hepsinde proksimal ve distal fragmentlere 2'şer adet bikortikal kilitli vida kullanıldı.

Çalışmadaki vakalarda Vida-Plak Dansitesi (VPD) kedilerde 0.598, köpeklerde ise 0.502, Plak-Açıklık Oranı (PAO) kedilerde 7.77, köpeklerde ise 9.17 olduğu tespit edildi (Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.).

Vakaların anesteziden tam olarak uyandıktan sonra ayağa kalkabildikleri ve operasyon yapılan ekstiremiteye kısa süreli basış sağladıkları görüldü. Vakaların

herhangi birinde operasyon bölgesinde kanama, enfeksiyon ve vida gevşemesi sonucu plak stabilizasyonunun bozulması ile karşılaşılmadı. Ortalama iki hafta sonra vakaların MİPO uygulanan ekstiremitesine düzgün birşekilde basabildiği gözlendi (Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.).

Düzenli gelen vakaların postoperatif 15, 30, 45 ve 60. günlerinde kaydedilen operasyon sonrası ağrı durumu değerlendirme tablosu ve operasyon sonrası radyolojik değerlendirme tablosu skorlamalarına ait veriler tablo 4.5.'de ve tablo 4.6.'da verildi.

Tablo 4.3. MİPO uygulanan kedi vakalarından elde edilen intraoperatif ve postoperatif verilerin özeti.

Vaka No	Kırığın Tipi ve Yeri	Plak Kalınlığı ve Delik Sayısı	Yerleştirilen Vida Sayısı	VPD PAO	Radyografik kaynama zamanı (gün)
1	Diyafizer Transversal Humerus	2.4 mm 4 Delikli kilitli	4	1 9.7	44. Gün
2	Diyafizer Transversal Antebrachium	2.4 mm 6 Delikli LCP	4	0.66 11.6	42. Gün
3	Diyafizer Transversal Antebrachium	2.4 mm 8 Delikli kilitli	4	0.50 10.9	44. Gün
4	Diyafizer Transversal Antebrachium	2.4 mm 8 Delikli kilitli	4	0.50 12.1	43. Gün
5	Diyafizer Transversal Tibia	2.4 mm 6 Delikli kilitli	4	0.66 8.2	43. Gün
6	Diyafizer Transversal Antebrachium	2.4 mm 8 Delikli kilitli	4	0.50 10.7	45. Gün
7	Diyafizer Parçalı Femur	2.4 mm 6 Delikli kilitli	4	0.66 2.6	49. Gün
8	Diyafizer Parçalı Tibia	2.4 mm 9 Delikli kilitli	4	0.44 7.4	48. Gün
9	Diyafizer Parçalı Femur	2.4 mm 6 Delikli LCP	4	0.66 2.1	49. Gün
10	Diyafizer Parçalı Tibia	2.4 mm 10 Delikli kilitli	4	0.4 2.4	44.Gün

Tablo 4.4. MİPO uygulanan köpek vakalarından elde edilen intraoperatif ve postoperatif verilerin özeti.

Vaka No	Kırığın Tipi ve Yeri	Plak Kalınlığı ve Delik Sayısı	Yerleştirilen Vida Sayısı	VPD PAO	Radyografik kaynama zamanı (gün)
1	Diyafizer Transversal Antebrachium	3.5 mm 8 Delikli kilitli	4	0.50 13	48. Gün
2	Diyafizer Transversal Antebrachium	3.5 mm 10 Delikli kilitli	4	0.40 9.4	46. Gün
3	Diyafizer Segmental Antebrachium	3.5 mm 9 Delikli LCP	5	0.55 3.1	49. Gün
4	Diyafizer Transversal Antebrachium	3.5 mm 10 Delikli kilitli	4	0.40 12.7	47. Gün
5	Diyafizer Oblik Femur	2.7 mm 5 Delikli kilitli	4	0.80 4.3	52. Gün
6	Diyafizer Transversal Antebrachium	3.5 mm 9 Delikli LCP	4	0.44 11.6	44. Gün
7	Diyafizer Parçalı Tibia	3.5 mm 11 Delikli kilitli	4	0.50 2.8	48. Gün
8	Diyafizer Transversal Tibia	3.5 mm 12 Delikli kilitli	4	0.33 12.3	48. Gün
9	Diyafizer Transversal Tibia	2.7 mm 5 Delikli kilitli	4	0.80 13.2	51. Gün
10	Diyafizer Parçalı Tibia	3.5 mm 13 Delikli kilitli	4	0.30 9.3	50.Gün

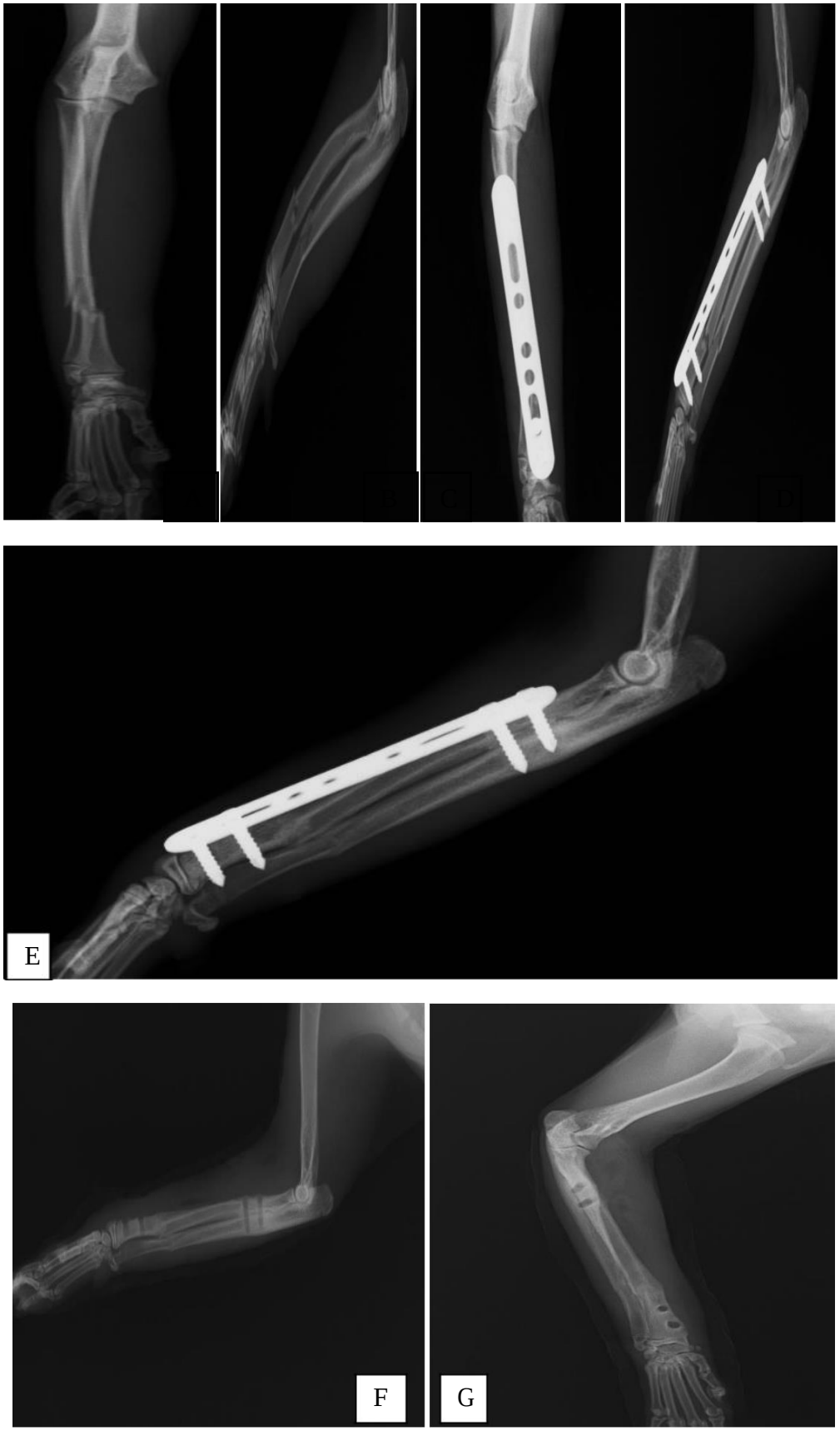
	15.gün	30.gün	45.gün	60.gün
Hayvanın ekstiremitesindeki ağrı durumu **4-** İlgili ekstiremitenin muayenesinde ağrı yok **3-** Hafif dereceli ağrı (Ekstiremite tutulup yapılan muayene izin verir ancak ekstiremitesini çekerek ağrı hissettiğini belli eder) **2-** Orta dereceli ağrı (Ekstiremite tutulup muayene yapmak zordur bununla birlikte başını çevirip ısırma meyili gösteririr ve ilgili ekstiremiteyi çekerek ağrı hissettiğini belli eder) **1-** Yüksek dereceli ağrı (Ekstiremitenin tutulup muayene yapılmasına izin vermez)				
KEDİ	2	3.6	4	4
KÖPEK	1.8	3.4	4	4

Tablo 4.5. Kedi ve köpeklerin 10'ar Tanesinde Ekstiremitelerinde Ağrı Skoru ve Ortalamasını Gösteren Tablo

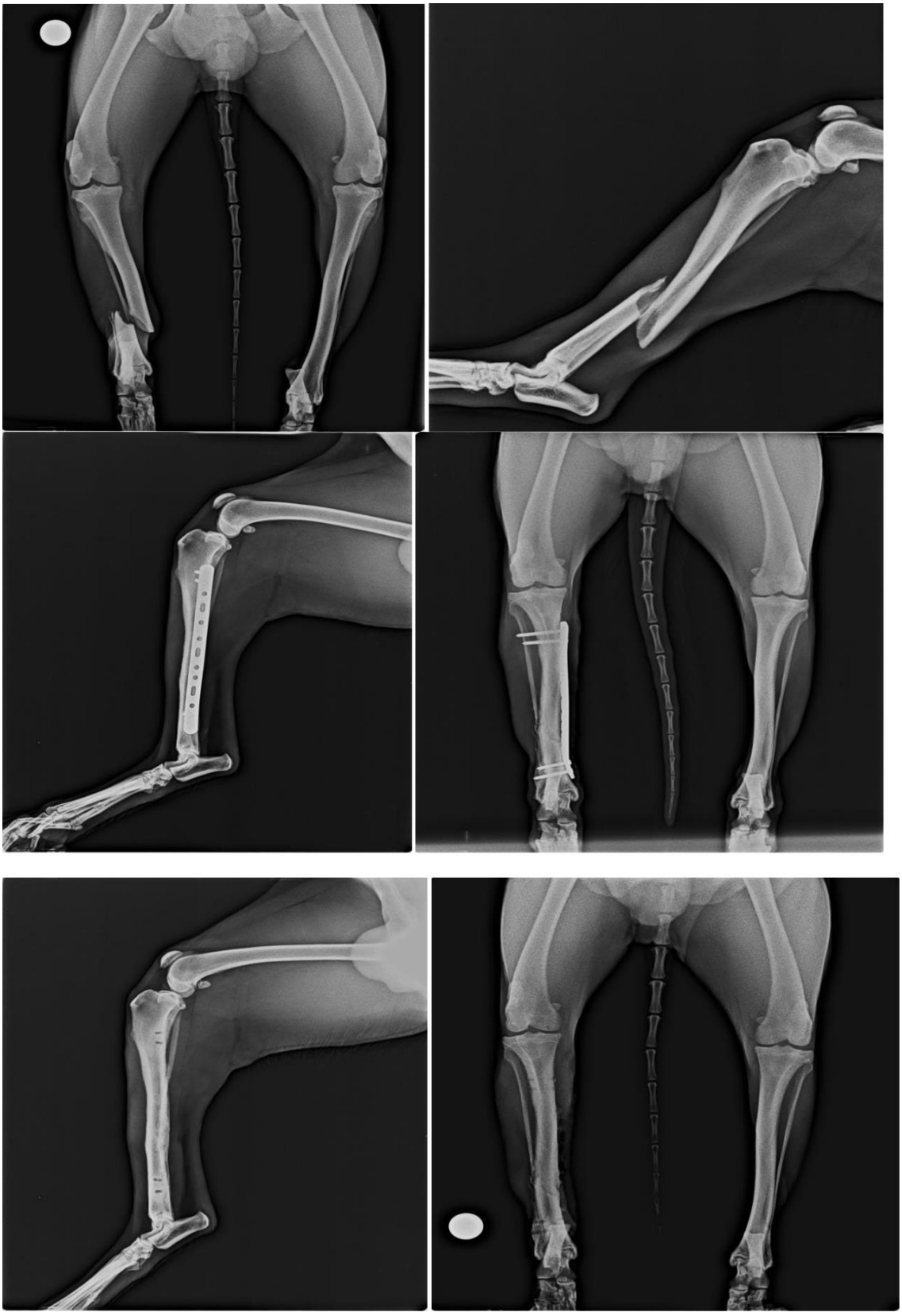
Radyolojik Değerlendirme

Derece	**Kallus Formasyonu**	**Kırık Hattı**	**Kaynama Derecesi**	**15.Gün--30.Gün--45.Gün--60.Gün**			
1	Homojen kemik yapısı	Belli değil	Kaynamış				
2	Büyük. Kemik trabekülleri zor ayırt edilebilir.	Zor ayırt edilebilir	Kaynamış				
3	Bariz kallus. Kırık hattında köprülenme	Ayırt edilebilir	Kesin Değil				
4	İz şeklinde kallus. Kırık hat tında köprülenme yok	Uzak	Kaynama Yok				
5	Kallus formasyonu yoktur	Uzak	Kaynama Yok				
KEDİ				3.7	2.3	1.9	1.1
KÖPEK				3.9	2.6	2.1	1.2

Tablo 4.6. Kaynamanın derecesini gösteren radyolojik değerlendirme tablosu.



Şekil 4.1. Kedi olgularından 4 numaralı hastanın preoperatif (A ve B), postoperatif (C ve D), 30. Gün (E) ve 43. gün plak çıktıktan sonra elde edilen radyografik görüntüleri.



Şekil 4.2. Köpek olgularından 10 numaralı hastanın preoperatif, 50. gün ve plak çıktıktan sonraki ragyografik görüntüleri.

5. TARTIŞMA

Bu çalışma çeşitli uzun kemiklerde kırık tanısı klinik muayene ve radyografi ile tespit edilmiş farklı ırk, cinsiyet ve yaştaki 10 adet kedi ve 10 adet köpek ile gerçekleştirilmiştir. Kedi olgularını 1 adet humerus, 4 adet radius ulna, 2 adet femur, 3 adet tibia kırığı, köpek olgularını ise 5 adet radius ulna, 1 adet femur ve 4 adet tibia kırığı oluşturdu.

Hayvanlarda ve insanlarda kırıkların sağaltımı için fazla bir süredir stabilizasyon için çeşitli plak türleri kullanıldı (41, 48, 49, 50, 51). Stabilizasyonu sağlamak için Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon (ORIF) yöntemi kullanılmıştı. Bu yöntem ile kırık hattına ulaşmak için çok fazla yumuşak doku diseksiyonuna ihtiyaç duyuluyor ve bundan dolayı yumuşak dokular fazla miktarda travmatize ediliyordu (3). Yumuşak doku hasarını azaltmak için yapılan çalışmalar, indirekt redüksiyon tekniklerini geliştirdi (27). İlerleyen yıllarda rijid stabilizasyondan ziyade biyolojik osteosentez üzerine değişimler yaşanmaya başlandı (46). MİPO'da bu biyolojik osteosentez yöntemlerinden birisidir. MİPO' da vaka seçimi çok önemlidir. Anatomik redüksiyona uygun olmayan diyafizer ve metafizer kırıklar ile bazı basit transversal kırıklar MİPO için en uygun vakalardır (7, 46). Krettek ve arkadaşları 1997 yılında insan hastaların femurlarında bu yöntemi ilk defa tanımladı ve uyguladı (43). Helfet ve arkadaşları aynı yıl distal tibia kırıklarında MİPO yöntemini uyguladı (45). Geçtiğimiz yüzyılda MİPO tekniği insalarda uygulanmış olup günümüzde ise kedi ve köpekler için de kabul görmüş bir teknik oldu (12).

MİPO tekniği biyolojik osteosentez yöntemlerinden birisi olup bu yöntemde kırık hattı açığa çıkarılmaz ve indirekt redüksiyon tekniklerinden faydalanılarak kemik uçları karşı karşıya getirilir. Kırık hattının uzağından proksimal ve distal ensizyonlar yapılarak, plak bu ensizyon hatlarından birisinden ilerletilir ve diğerinden görülene kadar oluşturulan epiperiostal tünelden kaydırılır. Sonrasında proksimal ve distal plak bölgesine ikişer ya da üçer adet kilitli vida yerleştirilir. MİPO'da kırık hattı açığa çıkarılmadığı için kırık hematomu korunmuş olur. Hematomun osteojenik etkileri sayesinde, kırık iyileşmesi üzerine yararlı birçok etkisi bulunur (2, 16, 17, 20, 21). Yapılan çalışmada diğer çalışmadakilere benzer olacak şekilde MİPO tekniklerine sadık kalınarak kırık hattı ortaya çıkarılmadan kırık hematomu korundu.

MİPO'nun Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon (ORIF)'e göre birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar arasında düşük postoperatif enfeksiyon oranı, operasyon süresinde azalma, erken kaynama ve ilgili ekstiremitede erken basış sayılabilir (1, 2, 5, 12, 11, 23, 6, 24, 25, 26, 27, 28, 7, 8, 29, 30, 31, 32). Sunulan çalışmada postoperatif olarak kedi ve köpek vakalarının herhangi birisinde enfeksiyona rastlanmadı.

MİPO 'da implant seçimi kırığın bulunduğu yere ve şekli ile hayvanın boyutu ve ağırlığına göre yapılmalıdır (7). Biz de yapmış olduğumuz çalışmada her hasta için uygun kalınlıkta ve uzunlukta plaklar kullandık. Kedi vakalarında 2.4 mm kalınlığında çeşitli delik sayısına sahip kilitli plaklar ile LCP plaklar kullanıldı. Köpek vakalarında ise 2.7 mm ve 3.5 mm kalınlığında çeşitli delik sayısına sahip kilitli plaklar ile LCP plaklar kullanıldı. 20 kilograma kadar olan köpeklerde 2.7 mm kalınlığında plaklar kullanılırken 20 kilogramdan büyük köpeklerde 3.5 mm kalınlığındaki plaklar kullanıldı. MİPO tekniğinde yapı üzerindeki gerilimi dağıtmak için uygulamalarda uzun bir plak kullanılmalı ve en az sayıda vidanın yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir (4, 6, 36, 26, 39, 8, 29, 35, 30). Sunulan çalışmada olabildiğince uzun plaklar kullanıldı. Plağın en proksimaline ve distaline en az vida yerleşimi için her fragmente ikişer vida yerleştirildi. 3 numaralı köpek olgusunda proksimal fragmente 3 adet vida yerleştirildi. MİPO'da osteosentez mümkün olan en uzun plak ile yapılmalı ve plağın proksimal ve distal uçlarına en az sayıda vida yerleştirilmelidir (6, 26, 29, 30, 31 39, 54). Bu sayede yapı üzerindeki gerilim dağılmış olur ve erken fonksiyonel rehabilitasyon elde edilir (31, 54). Genellikle her bir fragmente iki ya da üç vidadan fazla yerleştirilmemesi önerilir. Biz de yapmış olduğumuz araştırmada 3 numaralı köpek olgusu hariç bütün vakalarda her bir fragmente literatüre uygun şekilde ikişer adet kilitli vida kullanarak stabilizasyonu sağladık.

Plak çalışma uzunluğu (mesafesi) kırık hattına en yakın mesafeye yerleştirilen proksimal ve distal vidalar arasındaki mesafe plak çalışma uzunluğu olarak adlandırılır (4, 25, 28, 31, 47). Yüksek çalışma uzunluğu vida yükünü azaltır ve bu sayede plak üzerine daha az vida yerleştirilir ve bu sayede Plak-Vida Dansitesi düşük tutulabilir (47). Plak kırılma riskini azaltmak için plak çalışma uzunluğu mümkün olduğu kadar fazla olmalıdır. Plak çalışma uzunluğu arttığı zaman stres, plak üzerinde daha fazla mesafeye yayılacaktır (31). Sunulan çalışmada bu bilgi doğrultusunda ve bu bilgiye uygun olacak şekilde en uygun plak çalışma mesafesi elde edebilmek için plağın en

distal ve proksimal deliklerine tüm olgularda ikişer adet kilitli vida yerleştirildi (3 numaralı köpek olgusu hariç).

İdeal plak uzunluğunun hesaplanabilmesi için kullanılan parametrelerden birisi Vida-Plak Dansitesi VPD'dir (55). VPD stabilizasyonda kullanılan vida sayısı ile plaktaki deliğin oranlanması ile elde edilen sonuçtur (4, 7, 25, 36, 55). Bu oranın 0.4-0.5 arasında olması istenir (31, 35, 55). Proteasa ve arkadaşlarının köpeklerde yapmış olduğu bir çalışmada MİPO grubunda VPD değeri 0.44 tespit edilmişken, ORIF grubunda VPD değeri 0.69 olarak tespit edilmiştir (35). Guiot ve Dejardin' in kedi ve köpeklerde yapmış olduğu çalışmada VPD değeri 0.15-0.64 olarak tespit edildi (62). Sunulan araştırmada kedi vakalarında bu değer 0.598, köpeklerde ise 0.502 olarak hesaplandı. Kedi vakalarında bu değerin 0.5'ten fazla çıkmasının sebebi 6 delikli plakların olgularından 5 tanesinde (1, 2, 5, 7 ve 9 numaralı olgularda) kullanılmasından dolayı olduğu tespit edildi. Elde edilen bu oranın literatür sınırlarından yüksek çıkması çalışmada herhangi bir komplikasyona neden olmadı.

İdeal plak uzunluğunun hesaplanabilmesi için gerekli olan diğer parametre ise Plak Açıklık Oranı (PAO)' dır (55). PAO plak uzunluğunun kırık hattının uzunluğuna oranıdır (4, 25). Basit kırıklarda bu oran 8-10'dan, parçalı kırıklarda ise 2-3'ten fazla olmamalıdır (4, 7, 25, 36, 35, 55). Proteasa ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada MİPO grubunda PAO değeri 7.12 olarak tespit edilmişken, ORIF grubunda PAO değeri 8.92 olarak tespit edildi (35). Sunulan araştırmada kedi vakalarında bu değer 7.77, köpek vakalarında ise 9.17 olduğu tespit edildi. Guiot ve Dejardin' in yapmış olduğu çalışmada PAO değeri 1.5-45.00 olarak tespit edildi (62). Yaptığımız çalışmada kedi olgularında 6 olguda transversal (basit) 4 tanesinden ise parçalı kırık tespit edildi. Köpek olgularında ise 5 olguda transversal (basit), 1 olguda oblik ve 4 olguda ise parçalı kırık tespit edildi. Basit kırıklarda, kırık hattı uzunluğu kemik uzunluğuna göre oldukça uzun kaldığı için kedi vakalarında da PAO değeri 2, 3, 4 ve 6 numaralı olgularda 10'nun üzerinde çıktı. Köpek vakalarında ise PAO değeri 1, 4, 6, 8 ve 9 numaralı olgularda 10'nun üzerinde çıktı. Literatürden farklı olarak kedi ve köpek vakalarında PAO oranlarının üzerine çıkılmasına rağmen, yaptığımız çalışmada plak ile ilgili ya da operasyon sonrasında herhangi bir komplikasyon yaşanmadı.

MİPO tekniğinde indirekt redüksiyon ile kırık hattını doğrudan açmadan kırık fragmentlerinin uç uca getirilmesi, kırık hattından uzakta fragmentlere belli bir miktar

güç uygulanarak ve redüksiyon manevraları ile gerçekleştirilir. Bu sayede ekstiremitenin fonksiyonel hizalanması, uzunluğu ve stabilizasyonu sağlanır (4, 57). İndirekt redüksiyon teknikleri arasında İntraoperatif İskelet Traksiyonu (İİT), hayvanı kırık bacağından asmak, intramedullar pin uygulaması, geçici eksternal fiksatör yerleştirmek ve kemik tutma pensleri ile redüksiyonu sağlamak bulunur (57, 59). Eğer indirekt redüksiyon teknikleriyle kemik uçları karşı karşıya getirilemeyecek ise aç ama dokunma tekniği uygulanır (1, 6, 7, 8). Sunulan çalışmada 1, 2, 3, 4, 7 ve 9 numaralı kedi olgularında ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 numaralı köpek olgularında gözlem yapabilmek için aç ama dokunma tekniği kullanıldı. Biz de yapmış olduğumuz araştırmada hayvanları ilgili ekstiremitelerinden asarak, vücut ağırlığından faydalandık. Operasyon sırasında ise kırık hattında uzakta olacak şekilde kemik tutma pensleri aracılığı ile redüksiyon manevraları yaparak indirekt redüksiyonu gerçekleştirdik. Kedi olgularından 10 numaralı hastada kediler için özel distraksiyon aparatımızdan faydalandık. Aparat sayesinde kemik fragmentleri birbirinden uzaklaştırıldı ve bu sayede kemik fragmentleri uç uca getirildi ve sonrasında plak fiksasyonu yapıldı. Sunulan çalışmada tibia kırıklarının olduğu vakalarda indirekt redüksiyon başarı oranı humerus, antebrachium ve femura göre daha yüksektir. Humerus, antebrachium ve femur için skopi ve indirekt redüksiyon cihazlarının tekniğin tam olarak uygulanabilmesi için gerekli olduğunu tespit ettik.

Xu ve arkadaşlarının yapmış olduğu MİPO ve ORIF tekniklerininin kıyasladığı çalışmada, radyografik olarak ORIF grubunda ilk dört haftada zayıf bir kallus tespit etmişlerdir. Sekizinci hafta da kallus oluşumu ve mineralizasyonu devam etmiş ve kırık hattı yeni kemik dokusu ile köprülenmiştir. MİPO grubunda ise dördüncü hafta da kırık hattındaki kallus ORIF grubuna göre daha belirgin bulundu. Sekizinci hafta da ise kırık hattı köprülendi. Her iki grupta da sekizinci ve on ikinci hafta da kallus ve kemik hacmi oranları belirgin biçimde farklı olmadığı tespit edildi (5).

Yapılan diğer bir çalışmada da Pozzi ve arkadaşları MİPO ve ORIF tekniklerini kıyaslanmışlardır. Yapılan radyografik kontrollerde MİPO vakalarının 42-61 gün aralığında kaynadığı tespit edildi. ORIF grubunda ise yapılan radyografik kontrollerde vakaların 56-80 gün aralığında kaynadığı tespit edildi (8).

Baroncelli ve arkadaşları da yapmış oldukları çalışmada MİPO ve ORIF tekniklerini kıyasladılar. Bir ayın sonunda MİPO grubunda sekiz köpekten beşinde

klinik kaynama tespit ederken ORIF grubunda sekiz köpekten ikisinde klinik kaynama tespit etmişlerdi. 60 gün sonunda MİPO grubunda tüm vakalarda klinik kaynama tespit edilmişken ORIF grubunda sekiz vakadan yedisinde klinik kaynama tespit ettiler (28).

Aggarwal ve arkadaşları MİPO tekniğinde kemik iyileşmesini radyografik olarak ortalama 45-50 gün arasında olduğunu tespit ettiler (25). Guiot ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada 23 hayvanın radyografik olarak ortalama iyileşme süresi 14-55 gün olarak tespit edildi (62). Biz de yapmış olduğumuz çalışmada MİPO tekniği ile kedi olgularında ortalama kaynama süresini 42-49 gün, köpek vakalarında ortalama kaynama süresini 44-51 gün olarak tespit ettik. Bizim bulduğumuz sonuçlar literatür verileri ile benzerlik gösterdi.

MİPO tekniğinde kırık hattı ortaya çıkarılmadığı ve proksimal ve distal ensizyon hatları küçük olduğu için operasyon süresi oldukça kısa olduğu bildirildi (7, 8, 12, 23, 29, 30). Schmökel ve arkadaşları 2 köpek ile yapmış olduğu çalışmada operasyon süresini bir köpekte 65 dakika diğer bir köpekte ise 70 dakika olarak tespit ettiler (30). Sunulan çalışmada operasyon süresinin ortalama 60 dakika olduğu belirlendi.

MİPO yönteminde kırık hattı geniş bir ensizyonla ortaya çıkarılmayıp, fazla yumuşak doku travması yaratılmadığı ve kemik fragmentleri manipülasyonu çok daha az olduğu için operasyon sonrası dönemde ağrı ORIF'e göre çok daha az olduğu bildirilmiştir (5, 7, 25). Sunulan araştırma ile operasyonu yapılan vakaların operasyon sonrası kendi başlarına ayağa kalkabildikleri ve birinci günden itibaren ilgili ekstiremitesine ağırlık vererek hareket edebildikleri tespit edildi. Yapmış olduğumuz çalışmada 15 gün aralıklarla hastalarda ağrı durumunu değerlendirildi. Kedi ve köpeklerde ilk 15 gün ağrı, orta dereceli hissedilmişken 30. günden itibaren ağrı giderek azalmıştır ve 45. günden itibaren yapılan muayenelerde ağrı durumu tespit edilmedi.

Operasyon sonrası Robert Jones bandajı, şişliği önlemek ve ekstra destek sağlaması için vakalara uygulanması önerilir. (7, 25, 28). Biz de operasyon sonrasında tüm vakalarımızda 2 gün boyunca Robert Jones bandajı uyguladık. İkinci gün kontrollerinden sonra Robert Jones bandajları hastalardan uzaklaştırıldı. Hastalara Robert Jones bandajının yanı sıra operasyon bölgelerine zarar vermemeleri için 10 gün boyunca Elizabeth yakalık takıldı. 8 numaralı kedi olgumuzun mizacı hırçın olduğundan ve yerleştirilen implanta zarar vermemesi açısından 10 gün boyunca ilgili ekstiremitesi cebireli bandaja alındı ve 10 gün sonra cebire uzaklaştırıldı. Olgularımızın hiçbirinde

plak ya da vida ile ilgili komplikasyon gözlenmedi. Vakaların herhangi birinde postoperatif enfeksiyon gözlenmedi.

Sonuç olarak 10 adet kedi ve 10 adet köpek hastamıza MİPO tekniği uygulamasının değerlendirildiği çalışmada literatüre benzer sonuçlar elde edilmiş olup tekniğin tibia vakalarında skopi cihazı olmadan uygulanmasının kolay olduğu, diğer ekstiremite vakalarında ise fakültemizde skopi cihazı olmadığı için MİPO tekniğini uygulamanın zor olduğu kanatine varıldı. Bunun sebebi ise tibiada kas miktarının az olması ve bu sayede kemik fragmentlerinin manüpülasyonunun kolay yapılabilmesi olarak düşünüldü.

KAYNAKLAR

1. Palmer HR. Biological osteosynthesis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1999; **29-5**: 1171-1185.

2. Altunatmaz K. Kırık İyileşmesinin Biyolojisi ve Biyolojik Osteosentez. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg* 2004; **30 (1)**: 141-147.

3. Garafolu F., Pozzi A. Effect of Plating Technique on Periostal Vasculature of the Radius in Dogs: A Cadaveric Study. *Vet Sur* 2013; **42**: 255-261.

4. Chao P., Lewis DD., Kowaleski MP., Pozzi A. Biomechanic Concepts Applicable to Minimally Invasive Fracture Repair in Small Animals. *Vet Clin Small Anim* 2012; **42:** 853-872.

5. Xu H., Xue Z., Ding H., Qin H., An Z. Callus Formation and Mineralization after Fracture with Different Fixation Techniques: Minimally Invasive Plate Osteosynthesis versus Open Reduction Internal Fixation. *Plos One* 2015; 1-13.

6. Craig A., Witte PG., Moody T., Harris K., Scott HW. Management of Feline Tibial Diaphyseal Fractures Using Orthgonal Plates Performed via Minimally Invasive Plate Osteosynthesis. *Feline Med Surg* 2018; **20 (1)**: 6-14.

7. Hudson CC., Pozzi A., Lewis DD. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis: Applications and Techniques in Dogs and Cats. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; **22**: 175-182.

8. Pozzi A., Risselada Marjie., Winter MD. Assessment of Fracture Healing After Minimally Plate Osteosynthesis or Open Reduction and Internal Fixation of Coexisting Radius and Ulna Fractures in Dogs via Ultrasonography and Radiography. *J Am Vet Med Assoc* 2012; **241**: 744-753.

9. Pozzi A., Lewis DD. Surgical Approaches for Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; **22:** 316-320.

10. Wagner M. General Principles for the Clinical Use of LCP. *Injury Int J Care Injured* 2003; **34**: S-B31-S-B42.

11. Mushtaq A., Shadid R., Asif M., Maqsood M. Distal Tibia Fracture Fixation with Locking Compression Plate (LCP) Using the Minimally Invasive Percutaneous Osteosynthesis (MIPO) Tecnique. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2009; **35**: 159-64.

12. Barnhart MD., Maritato KC, Editor. Locking Plates in Veterinary Orthopedics. USA: Wiley Blackwell; 2019.

13. Dursun N. Veteriner Anatomi I. 11. Baskı. Ankara: Medisan Yayınevi; 2007.

14. König HE., Liebich HG, Editor. Veteriner Anatomi (Evcil Memeli Hayvanlar). Malatya: Medipress; 2015.

15. Evans HE., Lahunta AD. Editor. Miller's Anatomy of the Dog. Fourth edition. St. Louis, Missouri: Saunders; 2013.

16. Kılıçoğlu SS. Mikroskobik Düzeyinde Kırık İyileşmesi. *J Ankara Univ Fac Med* 2002; **55 (2):** 143-150.

17. Mafamane H., C. Hackenbroich C., Ellinghuas A., Schmidt BK. Research in Fracture Healing and Its Clinical Applications in the Veterinary Practice. *J Vet Sci Ani* 2017; **5 (3)**: 303.

18. Tanrıkulu S., Gönen E. Kırık İyileşmesi. *Totbid Dergisi* 2017; **16:** 455-475.

19. Sürel YB., Zorer G., Uğurlu S. Kırık İyileşmesi ve Periostun Önemi. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1996; **30:** 417-422.

20. Liberman JR., Friedlaender GE. Fracture Repair. *Bone Regeneration and Repair* New Jersey: Humana Press; 2005.

21. Marsell R., Einhorn TA. The Biology of Fracture Healing. *Injury* 2011; **42 (6)**: 551-555.

22. Safalı S. Curcuminin Kırık İyileşmesi Üzerine Etkisinin Ratlarda İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi. *Uzmanlık Tezi*. 2016. Konya.

23. Kumar A., Qureshi B., Sangwan V. Biological Osteosynthesis in Veterinary Practice: *A Review. Int J Livest Res* 2020; **10 (10)**: 25-31.

24. Hortsman CL., Beale BS., Conzemius MG., Evans R. Biological Osteosynthesis Versus Traditional Anatomic Reconstruction of 20 Long-Bone Fractures Using an İnterlocking Nail: 1994-2001. *Vet Surg* 2004; **33**: 232-237.

25. Aggarwal S., Singh T., Verma P., Udehiya R.,Mohindroo J., Devi NU., Kumar A. Comperative Evalation of Minimally Invasive and Mini Incision Bone Plating Techniques for the Repair of Radius Fractures in Dogs. *J Pharm Innov* 2020; **9 (4)**: 164-170.

26. Güven M., Ceviz E., Demirel M., Özler T., Kocadal O., Önal A. Minimally Invasive Osteosynthesis of Adult Tibia Fractures by Means of Rigid Fixation with Anatomic Locked Plates. *Strat Traum Limb Recon* 2013; **8**: 103-109.

27. Krettek C., Müller M., Miclau T. Evulation of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) in the Femur. *Injury Int J Care Injured* 2001; **32**: S-C-14-23.

28. Baroncelli AB., Peirone B., Winter MD., Reese DJ., Pozzi A. Retrospective Comparasion Between Minimally Invasive Plate Osteosynthesis and Open Plating for Tibial Fractures in Dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2012; **25**: 410-417.

29. Beale BS., McCally R. Minimally Plate Osteosynthesis: Tibia and Fibula. *Vet Clin Small Anim* 2012; **42**: 1023-1044.

30. Schmökel HG., Hurter K., Schawalder P. Percutaneos Plating of Tibial Fractures in Two Dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2003; **16**: 191-5.

31. Gönç U., Teker KK., Tandoğan R., Kayaalp A. Minimal İnvaziv Osteosentez: Temel Prensipleri, Cerrahi Planlama ve Redüksiyon Yöntemleri. *Totbid Dergisi* 2012; **11 (1)**: 1-14.

32. Andalib A., Sheikhbahaei E., Andalib Z., Tahririan MA. Effectiveness of Minimally İnvasive Plate Osteosynthesis (MIPO) on Comminuted Tibial or Femoral Fractures. *Arch Bone Jt Surg* 2017; **5 (5)**: 290-295.

33. Kojima KE., Pires RES. Absolute and Relative Stabilities for Fracture Fixation: The Concept Revisited. *Injury* 2017; **48 (4)**: S1.

34. Goodship AE., Kenwright J. The Influence of Induced Micromovement Upon The Healing of Experimental Tibial Fractures. *J Bone Surg Br* 1985; **67 (4)**: 650-655.

35. Proteasa A., Dascalu R., Schüszler L., Sala A., Igna C. Data of Impalant Stability After Minimally Plate Osteosynthesis in Dogs. *Indian J Appl Res* 2013; **3 (12)**: 461.

36. Turan A., Katı YA., Yüksel HY. Distal Femur Kırıklarında Plak ile Minimal İnvaziv Osteosentez Uygulamaları. *Totbid Dergisi* 2018; **17:** 332-341.

37. Palmer HR. External Fixators and Minamally Invasive Osteosynthesis in Small Animal Veterinary Medicine. *Vet Clin Small Anim* 2012; **42**: 913-934.

38. Özsoy S., Altunatmaz K. Treatment of Extremity Fractures in Dogs Using External Fixators with Closed Reduction and Limited Open Approach. *Vet Med Czech* 2003; **48 (5)**: 133-140.

39. Perren SM. Evalatution of The İnternal Fixation of Long Bone Fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2002; **84 (8)**: 1093-1010.

40. Egol KA., Kubiak EN., Fulkerson E., Kummer FJ., Koval KJ. Biomechanics of Locked Plates and Screws. *J Orthop Trauma* 2004; **18 (8)**: 488-493.

41. . Blatter G., Weber BG. Wawe plate osteosynthesis as a salvage procedure. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990; **109**: 330-333.

42. Baumgaertel F., Buhl M., Rahn B.A. Fracture Healing in Biological Plate Osteosynthesis. *Injury* 1998; **29 (3)**: S-C3-S-C6.

43. Krettek C., Schandelmair P., Miclau T., Tscherne H. Minimally Invasive Percutaneuos Plate Osteosynthesis (MIPPO) Using the DCS in Proximal and Distal Femoral Fractures. *Injury* 1997; **28 (1)**: S-A20-S-A30.

44. Wenda K., Runkel M., Degreif J., Rudig L. Minimally Invasive Plate Fixation in Femoral Shaft Fractures. *Injury* 1997; **28 (1)**: S-A13-S-A19.

45. Helfet DL., Shonnard PY., Levine D., Borrelli J Jr. Minimally Plate Osteosynthesis of Distal Fractures of the Tibia. *Injury* 1997; **28 (1)**. S.A42-S-A48.

46. . Schatzker J. Changes in the AO/ASIF Principles and Methods. *Injury* 1995; **26 (2)**: B51-B56.

47. Gautier E., Sommer C. Guidelines for the Clinical Application of the LCP. *Injury Int J Care Injured* 2003; **34**: S-B63-S-B76.

48. Uhthoff HK., Poitras P., Backman DS. Internal Plate Fixation of Fractures: Short History and Recent Developments. *J Orthop Sci* 2006; **11**: 118-126.

49. Miclau T., Martin RE. The evalution of Modern Plate Osteosynthesis. *Injury* 1997; **28 (1)**: S-A3-S-A6.

50. Hass N., Hauke Chr., Schütz M., Kaab M., Perren SM. Treatment of Diaphyseal Fractures of the Forearm Usin The Point Contact Fixator (PC-Fix): Results of 387 Fractures of a Prospective Multicentric Study (PC-Fix II). *Injury Int J Care Injured* 2001; **32**: S-B-51-62.

51. Frigg R. Development of Locking Compression Plate. *Injury Int J Care Injured* 2003; **34**: S-B6-S-B10.

52. Kiner DW., Rouhipour V., Kellam JF. Biomechanics of Locked Plate Fixation. *Tech Orthop* 2007; **22 (3):** 151-155.

53. Johnson AL., Houlton JEF, Vannini Rico. AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat. Davos: AO Publishing; 2005.

54. Sirbu PD., Petreus T., Asaftei R., Berea G., Botez P. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) in Long Bone Fractures- Biomechanic-Design-Clinical Results. Klika V, editor. Biomechanics in Application Czech Republic: İntechopen; 2011. 101-124.

55. Niemeyer P., Südkamp NP. Principles and Clinical Application of the Locking Compresion Plate (LCP). *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2006; **73 (4)**: 221-228.

56. Balcı V. Alt Ekstremite Kırıklarının Plak İle Biyolojik Tespiti. Şişli Etfal Eğitim ve Araştıma Hastanesi. *Uzmanlık Tezi*. 2005. İstanbul

57. Rovesti GL. Reduction Techniques in Minimally Invasive Traumatology. Conference: American college of veterinary surgeons. 2011.

58. Leunig M., Hertel R., Siebenrock KA., Ballmer FT., Mast JW., Ganz R. The Evulotion of Indirect Reduction Techniques for the Treatment of Fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2000; **375**: 7-14.

59. Peirone Bruno., Rovesti GL., Baroncelli AB., Piras L. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Reduction Techniques in Small Animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2012; **42 (5)**: 873-895.

60. Ozsoy MH., Tuccar E., Demiryurek D., Bayramoglu A., Hayran M., Cavusoglu AT., Dincel VE., Sakaogullari A. Minimally Invasive Plating of the Distal Tibia: Do We Really Sacrifice Saphenous Vein and Nerve? A Cadaver Study. *J Orthop Trauma* 2009; **23**: 132-138.

61. Hulse D. MIPO Tecniques for the Humerus in Small Animals. *Vet Clin Small Anim* 2012; **42**: 975-982.

62. Guiot LP., Dejardin LM. Prospective Evaluation of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis in 36 Nonarticular Tibial Fractures in Dogs and Cats. *Vet Surg* 2011; **40**: 171-182.

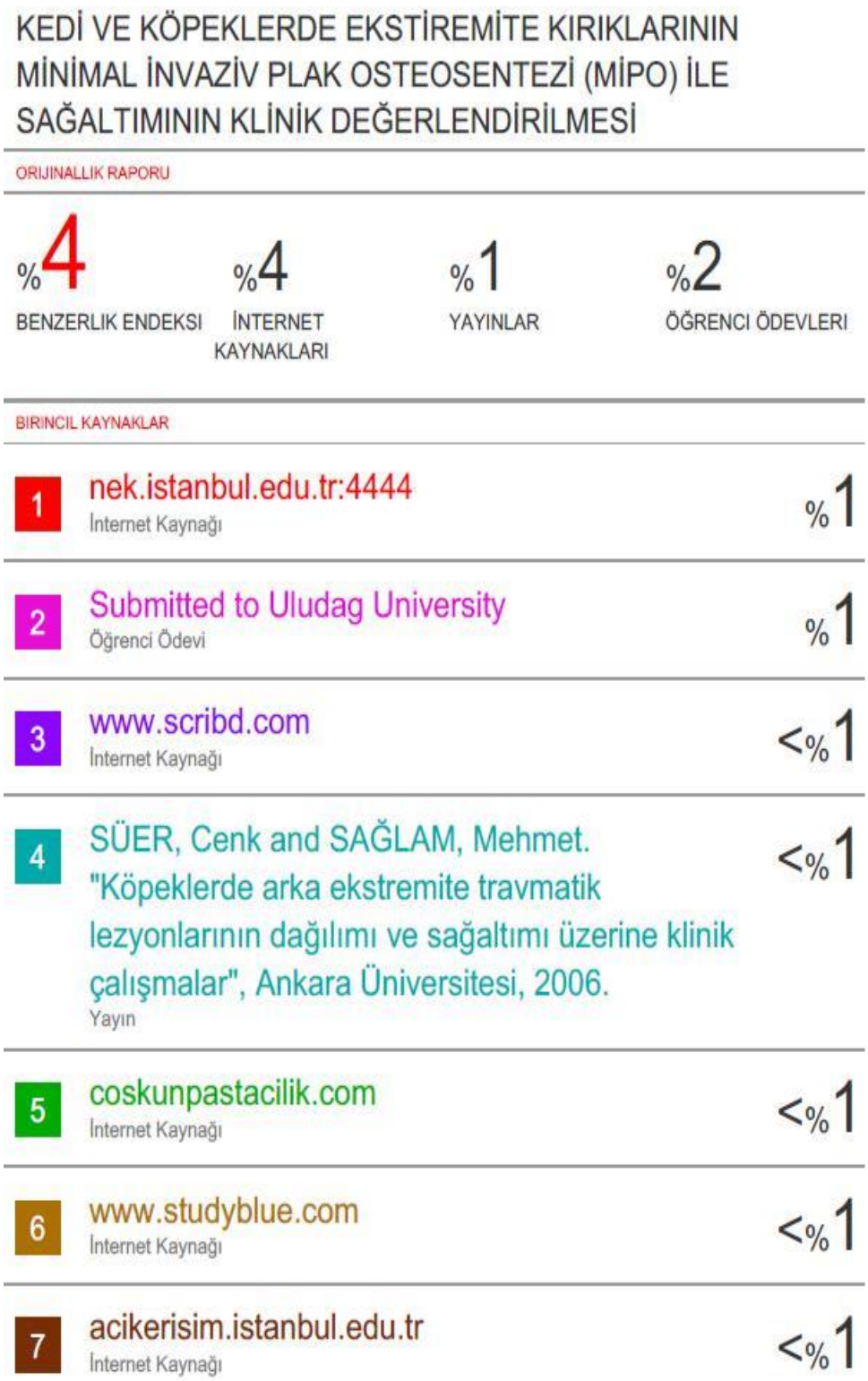
63. Bhandari M, Guyatt G.H., Kreder H.J., McKee M.D., Schemitsch E.H., Stephen D,, Whelan D.B. Interobserver and Intraobserver Variation in the Assessment of the Healing of Tibial Fractures After Intramedullary Fixation. *J Bone Joint Surg* 2002; **84-B**: 15-18.

HAM VERİLER

FORMLAR

PATENT HAKKI İZNİ

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI



KEDİ VE KÖPEKLERDE EKSTİREMİTE KIRIKLARININ MİNİMAL İNVAZİV PLAK OSTEOSENTEZİ (MİPO) İLE SAĞALTIMININ KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ

ORIJINALLIK RAPORU

%4	%4	%1	%2
BENZERLIK ENDEKSI	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCI ÖDEVLERI

BIRINCIL KAYNAKLAR

1	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	%1
2	Submitted to Uludag University Öğrenci Ödevi	%1
3	www.scribd.com İnternet Kaynağı	<%1
4	SÜER, Cenk and SAĞLAM, Mehmet. "Köpeklerde arka ekstremite travmatik lezyonlarının dağılımı ve sağaltımı üzerine klinik çalışmalar", Ankara Üniversitesi, 2006. Yayın	<%1
5	coskunpastacilik.com İnternet Kaynağı	<%1
6	www.studyblue.com İnternet Kaynağı	<%1
7	acikerisim.istanbul.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1

2. Canine masticatory myositis in a Rottweiler breed dog. B.Karan, M Karabağlı, K. Özer. 2019.

3. Unusual hyperthermia related to general anaesthesia in an Anatolian shepherd dog. O. Guzel, E. Yildar, B. Karan, D. Aydin, D.S. Mckinstry. 2018.

4. Bifi d phallus with complete duplication and a separate scrotum in a German shepherd dog: a case report. M. Karabağlı, B. Karan, U. U GURLU, Z. Mutlu, F. Yıldırım, I. Fırat, A. Baran, A. UCUR, A. BAYRAK, S. Ozturk. 2017.

5. Kedi ve Köpeklerde Vasküler Ring Anomalileri. M. Karabağlı, B. Karan. 2017.

6. Pleural Efüzyonlar-Göğüs Boşluğunda Sıvı Birikimi. M. Karabağlı, B. Karan, Ümit Uğurlu. 2017.

Özel İlgi Alanları (Hobileri): Kitap okumak, Playstation oynamak, tiyatroya gitmek