



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KEDİ VE KÖPEKLERDE FEMUR KIRIKLARININ
STRING-OF-PEARLS (BONCUK DİZİSİ) KİLİTLİ
PLAĞI (SOP) İLE SAĞALTIMI VE ALINAN
SONUÇLARIN KLİNİK VE RADYOĞRAFİK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Shaheen JAAFAR

**CERRAHİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Hasan BİLGİLİ**

**ANKARA
2018**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KEDİ VE KÖPEKLERDE FEMUR KIRIKLARININ
STRING-OF-PEARLS (BONCUK DİZİSİ) KİLİTLİ
PLAĞI (SOP) İLE SAĞALTIMI VE ALINAN
SONUÇLARIN KLİNİK VE RADYOGRAFİK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Shaheen JAAFAR

**CERRAHİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Hasan BİLGİLİ**

**Bu araştırma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü'nün
16L0239009 proje numarası ile desteklenmiştir**

**ANKARA
2018**

Etik Beyan

Ankara Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Kedi ve Köpeklerde Femur Kırıklarının String-Of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) İle Sağaltımı ve Alınan Sonuçların Klinik ve Radyografik Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Shaheen JAAFAR

Tarih: 29.05.2018

İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Cerrahi Anabilim Dalında Shaheen JAAFAR tarafından hazırlanan “Kedi ve Köpeklerde Femur Kırıklarının String–Of–Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) İle Sağaltımı ve Alınan Sonuçların Klinik ve Radyografik Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK LİSANS/ DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİğİ/ OY çOKLUğU ile kabul/ret edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi Jüri Başkanı

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Raportör

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Üye

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Üye

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Üye

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

İmza

Unvanı Adı ve Soyadı
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	viii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller	x
Çizelgeler	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Uzun Kemikler	1
1.1.2. Uzun Kemiklerin Anatomisi	1
1.1.2.1. Femur kemiğinin Anatomisi (Os femoris)	1
1.1.2.2. Femur'a Bağlanan Kaslar	6
1.1.2.3. Femur'un Vaskülarizasyonu	8
1.2. Kırıkların Sınıflandırılması	9
1.3. Kırık İyileşmesi	12
1.3.1. Primer (Direkt) Kırık İyileşmesi	13
1.3.2. Sekünder (İndirekt, Dolaylı) Kırık İyileşmesi	14
1.4. Kırık Fiksasyonu	15
1.4.1. A/O-ASSİF Prensipieri	15
1.4.2. Kırık Fiksasyonu Yöntemleri	16
1.4.2.1. Konservatif Fiksasyon	16
	iv

1.4.2.2. Eksternal Fiksasyon	17
1.4.2.3. İnternal Fiksasyon	18
1.5. Vidalar	19
1.5.1. Kansellöz Vidalar	21
1.5.2. Kortikal Vidalar	21
1.6. Plak Sistemi	22
1.6.1. Tarihi Gelişme	22
1.6.2. Plakların Çalışma Yöntemleri	24
1.6.3. Kilitli Olmayan Sistem Plaklar	25
1.6.3.1. Kilitli Olmayan Sistemin Çalışma Prensibi	25
1.6.3.2. Kilitli Olmayan Sistemin Dezavantajı	25
1.6.3.3. Dinamik kompresyon Plak (DCP)	26
1.6.3.4. Limited Contact-Dynamic Compression Plate (LC-DCP)	27
1.6.3.5. Reconstruction Plates (Rekonstrüksiyon Plağı)	28
1.6.3.6 Veterinary Cuttable Plate VCP	29
1.6.3.7. Özel Veteriner Plakları	30
1.6.4. Kilitli Sistem Plaklar	31
1.6.4.1. Kilitli Sistemin Çalışma Prensibi	31
1.6.4.2. Locking Compression Plat (LCP)	32
1.6.4.3. String Of Pearls (SOP) Plağı	33
1.6.4.3.1. SOP Bükme Tekniğı	35
1.6.4.3.2. SOP nin Biyomekaniğı	37
1.6.4.4. Advanced Locking Plate System (ALPS)	38
1.6.4.5. Fixin	40

2. GEREÇ ve YÖNTEM	54
2.1.Olgular	54
2.2. Implantlar ve Aletler	56
2.2.1. SOP plağı	56
2.2.2. SOP Setinin Diğer Parçaları ve Bükme Tekniği	58
2.2.3. Rutin Ortopedik Cerrahi Seti ve Yardımcı Aletler	61
2.3. Tez Olgularının Değerlendirme Protokolü	61
2.4.Yöntem	64
2.4.1. Preoperatif Değerlendirme	64
2.4.2. Olgunun ve Operasyon Setlerinin Hazırlanması	64
2.4.3.Olgulara Anestezi Uygulanması ve Operasyon Bölgesinin Hazırlanması	65
2.4.4. Operasyon Bölgesine Yaklaşım	66
2.4.4.1.Femurun diyafizine yaklaşım	66
2.4.4.2.Femurun distaline yaklaşım	68
2.4.5. Postoperatif Uygulamalar	75
2.4.6. Postoperatif Kontroller	75
2.4.6.1. Postoperatif Klinik Kontroller	75
2.4.6.2. Postoperatif Radyolojik Kontroller	76
3. BULGULAR	77
3.1. Preoperatif Bulgular	77
3.1.1. Çalışma Materyalini Oluşturan Hayvan Türü ve Irkların Dağılımı	77
3.1.2. Çalışma Materyalini Oluşturan Yaş, Cinsiyet ve Vücut Ağırlığı Dağılımı	78
3.1.3. Kırıkların Oluşum Nedeni ve Kırığın Sınıflandırılması	79

3.2. Postoperatif Bulgular	82
3.2.1. Postoperatif Klinik Muayene Bulgular	82
3.2.1. Postoperatif Radyolojik Muayene Bulgular	84
4. TARTIŞMA	115
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	125
ÖZET	127
SUMMARY	128
KAYNAKLAR	129
EKLER	141
ÖZGEÇMİŞ	142

ÖNSÖZ

Son yıllarda küçük hayvan ortopedisinin en büyük ilerlemelerinden biri, kilitlenme plakları sisteminin geliştirilmesi ve kullanılabilmesidir. Kilitlenen plağın uygulaması teorisi ve ilkeleri, kilitlenmeyen plaklardan tamamen farklıdır. Ortopedik uygulamada yaygınlaşması ve genel pratikte kullanılması dolayısıyla birkaç kilitlenme plak sistemleri geliştirilmiştir. Kilitli plak sistemi vidanın vida yivi tarafından plak deliğine kilitlendiği sistemdir. Bu sistem kalitesiz veya osteoporotik kemiğin fiksasyonunu, bir eklemin veya omurganın yakınında monokortikal vida kullanma şansını, minimal invaziv cerrahi uygulamasını ve biyolojik olarak perosteal ve kortikal kan akışının korunmasını sağlayan bir sistemdir.

String Of Pearls (SOP) boncuk dizisi plağı, kilitli bir plak olarak kilitlenme mekanizması vidadaki olan yivler plak tabanındaki yivlere kilitlenir. SOP plak sistemi kilitli plak sistemindeki olan avantajlarından ziyade sertliğini kaybetmeden üç boyutta bükülebilmelidir. Bu plak özellikle köpeklerde farklı ortopedik durumlarda kullanılmaktadır, kedilerde ise plak daha önce kullanılmamaktadır.

Bu çalışmada SOP plak daha önceden Türkiye’de kullanılmadığı için ve aynı zamanda kedilerde daha önceden literatürlerde bulmadığımız için; femur kemiğinin diyafiz, distal ve süprakondiler kırıklarında kullanılmıştır. Çalışma plağın femur kırıklarında klinik ve radyografik etki ve sonuçlarını da belirlemiştir.

Bu projeye maddi destek veren Türkiye Cumhuriyeti Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına teşekkür ederim.

Bu tezin oluşturulmasında, konu seçiminden yazımına kadar her aşamasında değerli görüş, katkı ve eleştirilerde bulunan tez danışmanım sayın Prof. Dr. Hasan BİLGİLİ’ye, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı akademik ve idari personeline, her zaman desteklerini esirgemeyen canım eşime ve oğluma, öğrenim hayatım boyunca her zaman arkamda hissettiğim anne, babam ve kardeşlerime, her zaman destekleriyle yanımda olan, fakat adlarını burada tek tek sayamayacağım diğer yakın dostlarıma teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

AO/OTA	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Orthopaedic Trauma Association
AOvet	Arbeitsge-meinschaft fur Osteosynthesefragen
ALPS	Advanced Locking Plate System
AMI	Area Moment of Inertia
A	Arteria
CT	Computer Tomography
°	Derece
DCP	Dinamik kompresyon Plağı
D	Dişi
E	Erkek
ESF	Eksterinal Sekelatal Fiksasyon
I.V	İntravenöz
Kg	Kilogram
LC-DCP	Limited-Contact Dynamic Compression Plate
LCP	Loking kompresiyon plağı
M	Muskulus
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
PC-Fix	Point Contact Fixator
°C	Santigrad derece
SC	SubCutaneous
SOP	String-Of- Pearls
%	Yüzde

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Femur kemiğinin görüntüsü	3
Şekil 1.2. Kondrodistrofik ve kondrodistrofik olmayan köpeklerin distal femur radyografik görüntüsü	5
Şekil 1.3. Köpek ve kedide femur'un şekli	6
Şekil 1.4. Femur'a bağlanan kasların lateral görüntüsü	9
Şekil 1.5. A/O kırık sınıflandırılması	13
Şekil 1.6. Distal femur kırıklarının anatomik yerine göre sınıflandırılması	16
Şekil 1.7. Femur kırığının iyileşmesi	18
Şekil 1.8. Self-tapping vidalar	24
Şekil 1.9. Locking head vidası	25
Şekil 1.10. Kansellöz ve kortikal vidaları	27
Şekil 1.11. Korozyon sebebi ile terk edilen Lane in plağı (1895)	28
Şekil 1.12. Kilitlenmeyen vidaların ve plakların nasıl çalıştığını gösteren resim	31
Şekil 1.13. Kilitlenmeyen bir plakanın uygulanması kırık hattına nasıl olabileceğinin illüstrasyonu	32
Şekil 1.14. DCP Plakları	33
Şekil 1.15. Limited-contact dynamic compression plate (LC-DCP) Plağı	35
Şekil 1.16. Rekonstruksiyon plağı	36
Şekil 1.17. Veterinary Cuttable Plate (VCP)	37
Şekil 1.18. Özel Veteriner Plaklar	38

Şekil 1.19. LCP Plağı	41
Şekil 1.20. SOP-plağı	43
Şekil 1.21. SOP nin ek parçaları (Bending Tee)	44
Şekil 1.22. SOP Bükme tekniğı	45
Şekil 1.23. SOP Bükme tekniğı	46
Şekil 1.24. SOP plağında mükemmel konturlamanın gerekli olmadığıının görüntüsü	47
Şekil 1.25. ALPS plağa özel olarak tasarlanmış bükme penseleri	49
Şekil 1.26. Farklı açılarla yerleştirilen iki kilitleme vidalı plak	50
Şekil 1.27. Fixin plağı	52
Şekil 2.1. SOP plağı	56
Şekil 2.2. SOP boncuklarına takılan ek parçalar “ tee”	58
Şekil 2.3. SOP plağın özel bükme demirleri	59
Şekil 2.4. Kortikal vidalar	60
Şekil 2.5. Femura diyafizine yaklaşım	67
Şekil 2.6. Femurun distaline yaklaşım	69
Şekil 2.7. Süprakondüler femur kırığının redüksiyonu	70
Şekil 2.8. Süprakondüler femur kırığının redüksiyonu	71
Şekil 2.9. SOP plağın uygulanması	72
Şekil 2.10. Sop plağın kemiğe göre bükülmesi	73
Şekil 2.11. SOP plağın bükülmekten sonra uygulanması	73
Şekil 2.12. Parçalı bir kırıkta SOP plağın sarklaj tel ile uygulaması	74

Şekil 3.1. Çalışma materyalini oluşturan hayvan türünün oransal dağılımı	77
Şekil 3.2. Çalışma materyalini oluşturan olguların cinsiyete göre dağılımı	78
Şekil 3.3. Çalışma materyalini oluşturan kırık nedenleri dağılımı	79
Şekil 3.4. Çalışma materyalini oluşturan kırık sınıflandırılmasının dağılımı	80
Şekil 3.5. Çalışma materyalindeki kırılan ekstremitte yerinin dağılımı	81
Şekil 3.6. Olgu no 1'in preoperatif M/L radyografisi	86
Şekil 3.7. Olgu no 1'in postoperatif 30 gün M/L radyografisi	87
Şekil 3.8. Olgu no 1'in postoperatif 60 gün Cr/Ca radyografisi	88
Şekil 3.9. Olgu no 2'nin preoperatif Cr/Ca radyografisi	89
Şekil 3.10. Olgu no 2'nin postoperatif 0 gün Cr/Ca radyografisi	90
Şekil 3.11. Olgu no 2'nin postoperatif 30 gün Cr/Ca radyografisi	91
Şekil 3.12. Olgu no 2'nin postoperatif 90 gün Cr/Ca radyografisi	92
Şekil 3.13. Olgu no 3'ün preoperatif M/L radyografisi	93
Şekil 3.14. Olgu no 3'ün postoperatif 10 gün M/L radyografisi	94
Şekil 3.15. Olgu no 3'ün revizyon radyografisi	95
Şekil 3.16. Olgu no 3'ün postoperatif 60 gün radyografisi	96
Şekil 3.17. Olgu no 4'ün preoperatif radyografisi	97
Şekil 3.17. Olgu no 6'nın preoperatif M/L radyografisi	97
Şekil 3.18. Olgu no 6'nın postoperatif 10 gün Cr/Ca radyografisi	98
Şekil 3.19. Olgu no 6'nın revizyon M/L radyografisi	99
Şekil 3.20. Olgu no 6'nın postoperatif 60 gün M/L radyografisi	100

Şekil 3.21. Olgu no 4'ün preoperatif M/L radyografisi	101
Şekil 3.22. Olgu no 4'ün preoperatif Cr/Ca radyografisi	102
Şekil 3.23. Olgu no 4'ün postoperatif 30 gün Cr/Ca radyografisi	103
Şekil 3.24. Olgu no 4'ün postoperatif 90 gün M/L radyografisi	104
Şekil 3.25. Olgu no 5'in preoperatif M/L radyografisi	105
Şekil 3.26. Olgu no 5'in postoperatif 10 gün M/L radyografisi	106
Şekil 3.27. Olgu no 5'in postoperatif 60 gün M/L radyografisi	107
Şekil 3.28. Olgu no 7'nin preoperatif M/L radyografisi	108
Şekil 3.29. Olgu no 7'nin postoperatif 60 gün M/L radyografisi	109
Şekil 3.30. Olgu no 7'nin postoperatif 60 gün M/L radyografisi	110
Şekil 3.31. Olgu no 9'un preoperatif M/L radyografisi	111
Şekil 3.32. Olgu no 9'un preoperatif Cr/Ca radyografisi	112
Şekil 3.33. Olgu no 9'un postoperatif 10 gün M/L radyografisi	113
Şekil 3.34. Olgu no 9'un postoperatif 60 gün M/L radyografisi	114

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Çalışma materyalini oluşturan olgulara ait bilgiler	55
Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan SOP plağına ait bilgiler	57
Çizelge 2.3. Hasta İlk Muayene ve Takip Formu	62
Çizelge 2.4. Hastaların Aydınlatılmış Onam Formu	63
Çizelge 3.1. Olguların postoperatif 10., 30., 60. ve 90. günlerdeki klinik muayeneye göre 1-5 derecede skorlanması	83
Çizelge 3.2. Olguların postoperatif 10., 30., 60. ve 90. günlerdeki radyolojik muayeneye göre 1-5 derecede skorlanması	85

1. Giriş

1.1. Uzun Kemikler

1.1.2. Uzun Kemiklerin Anatomisi

Uzun kemikler silindirik bir gövde, yuvarlak veya plato benzeri uçlardan oluşur. Proximal taraftaki yuvarlak alana *caput*, distal uçtaki alana ise *condylus* adı verilir. *Condylus*'lar genellikle çift olarak bulunur ve medial ve lateral olarak isimlendirilir. Kemğin orta hattı *diaphysis*; proximal ve distal yüzeyleri ise *epiphysis* olarak isimlendirilir; Ayrıca *epiphysis* ve *diaphysis* arasındaki kısa bölgeye ise *metaphysis* denir. *Epiphysis* hattı (fizyol plak), kırıldaktan oluşan, *metaphysis*'i *epiphysis*'den ayıran ve hayvan yaşlandıkça kemikleşen bir yapıdır (Sturtz ve Asprea, 2012).

1.1.2.1. Femur Kemğinin Anatomisi (*Os femoris*)

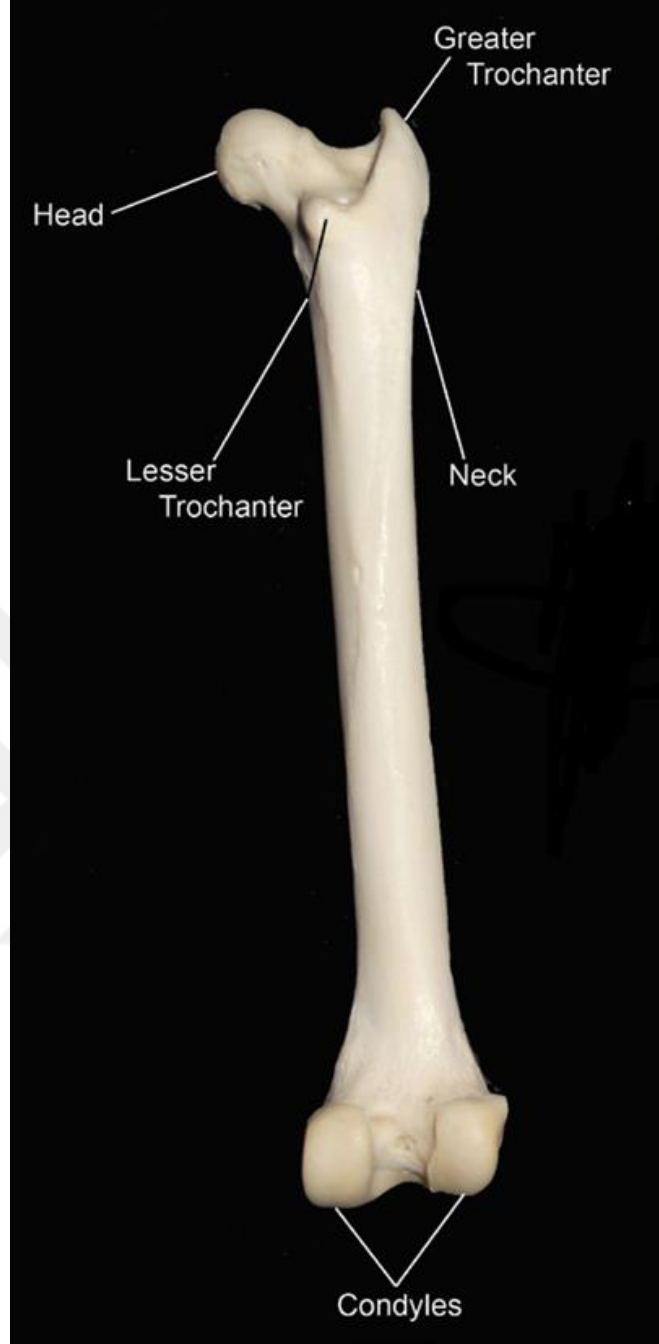
Femur (*Os femoris*) kedi ve köpeklerde en uzun kemik olmanın yanında, iskeletteki en ağır kemiktir (Rumph ve Hathcock, 1990 ve Sturtz ve Asprea, 2012). *Os femoris*, proximal de baş (*caput*), ince boyun (*collum*), belirgin çıkıntılar (*trochanter*'ler) ve distale doğru devam eden bir gövde veya şafttan (*corpus*) oluşurken, distal de *trochlea patellaris* ve *condylus*'lardan oluşur. Pürüzsüz ve neredeyse hemisferik baş (*Caput ossis femoris*) boyun bölgesinin dorsocaudal ve medial kısımlarını kaplar. Femur başı, *Fovea capitis femoris* diye adlandırılan küçük ve neredeyse merkezi bir alan dışında kırıldak ile kaplı bir eklem yüzeyi taşır. *Fovea capitis femoris*, femur başının yuvarlak bağ adı verilen

ligamentine bağlandığı yerdir ve bu ligament, acetabulum'un *Fossa acetabuli*'sine bağlanır (Evans ve de Lahunta, 2013). Boynu (*Collum femoris*), kemiğin belirgin bir şekilde daralan bölgesidir ve kemik başını proximal ekstremitenin geri kalan kısmı ile birleştirir (Bahadır ve Yıldız, 2008). *Collum femoris*'in yapısı ve pozisyonu ırklar arasında büyük farklılık gösterebilmektedir (Lieser, 2003).

Kemiğin proximal ucunun en büyük yumrusu olan çıkıntı (*Trochanter major*), caput'un ve collum'un hemen lateral tarafında bulunur. *Trochanter major*'un tabanının caudomedial tarafındaki derin çukurluğa *Fossa trochanterica* adı verilir. *Trochanter minor* ise *Fossa trochanterica*'nın medial'inde yer alır (Budras ve ark., 2009 ve Evans ve de Lahunta, 2013).

Femur'un diaphysis'i, proximal ve distal metaphysis düzeyinde bulunan substantia spongiosa nedeniyle silindirik bir yapıdadır. Köpekte, diaphysis'in distal 1/3'ü kıvrılarak eğrilik gösterirken; kedide diaphysis düzdür (Piermattei ve ark., 2006).

Tuberositas supracondylaris medialis ve *lateralis*, femur'un condylus'larının arka üst yüzünde yer alan *Ossa sesamoidea muscoli gastrocnemii*'nin eklem yüzeylerinin proximalinde yer alır. Femur'un distal ucu dörtgen şeklindedir ve caudal'e doğru bir çıkıntı yapar. Distal taraf üç ana eklem yüzeyi içerir. Bunlardan ikisi medial ve lateral condylus'ların üzerindedir, üçüncüsü ise cranial'de yer alan *Trochlea ossis femoris*'in üzerindedir. Her bir condylus (medial ve lateral) medial'de direkt olarak tibia ile temastayken, geri kalan kısımları genellikle menisküs'lerin üzerine oturur. Condylus'lar *Fossa intercondylaris* ile ayrılmıştır (Evans ve de Lahunta, 2013). Geometrik açıdan condylus lateral'isin çapı condylus medial'isten daha büyüktür (Şekil 1.1) (Öcal ve ark., 2012).



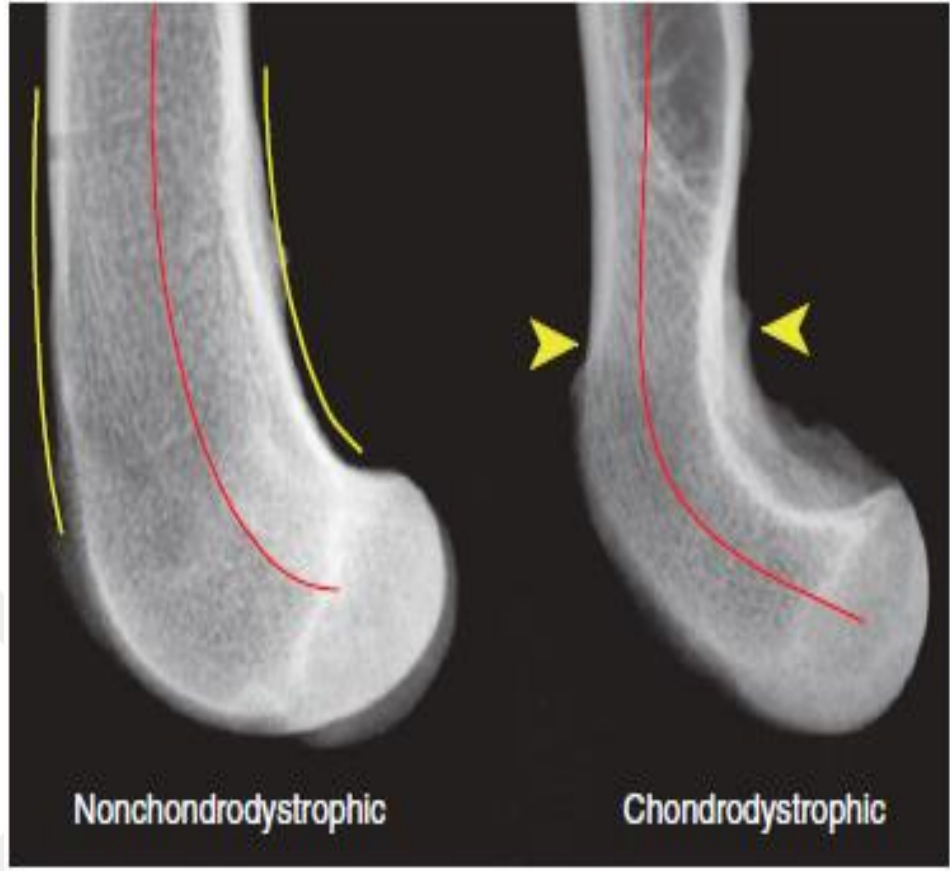
Şekil 1.1. Femur kemiğinin görüntüsü (sol femur caudal'den görünüm) (Sturtz ve Asprea, 2012).

Trochlea ossis femoris veya patellar yüzey, distal ekstremitenin cranial yüzeyinde, condylus'ların eklem yüzeyleriyle kesintisiz şekilde devam eden pürüzsüz, geniş eklem içi bir oluktur. Patella, bu çıkıntıda oluğa oturur ve eklem yüzeyi ile eklemleşir. *M. quadriceps femoris*'in tendosu, patella'ya tutunur. Diz eklemının medial ve lateral kollateral bağları, proximal'de epicondylus medialis ve lateralis'e tutunur. Bu çıkıntılar (epicondylus medialis et lateralis), condylus medialis ve lateralis'in eklem yüzeylerinin proximal ve cranial tarafında bulunur (Evans ve de Lahunta, 2013 ve Kilimci, 2012).

Hem femur'un proximal'indeki anatomik yapıları tanımlamak hem de kalça protez tasarımını kolaylaştırmak için yapılan ve iki boyutlu radyografik görüntülere dayanan bir çalışmada, köpek femur'larının şeklinin, köpek ırkları, boyutları ve yaşlarının farklılığına rağmen benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Palierne ve ark., 2006).

Bilgisayarlı tomografiye (CT) dayanan retrospektif bir çalışmada, kondrodistrofik olmayan köpek ırklarının femur kemiğinin lateral yüzündeki eğilme ve bükülme açılarının morfolojik analizi yapılmıştır. 30 normal femur'un CT görüntüleri çalışmaya bağlı tasarlanmış bir bilgisayar programına yüklenerek, femur'un lateral yüzünden 13 önemli nokta ve buna bağlı olan eğimler ve bükülmeler belirlenmiştir. Femur'un proximal'inin lateral yüzeyinin bükülme açısı tüm örneklerde benzerlik gösterirken, en belirgin bükülme *Trochanter major*'de görülmüştür. Femur'un distal'inde elde edilen eğilme ve bükülme açıları istatistik olarak farklılık göstermiştir (Zamprogno ve ark., 2015).

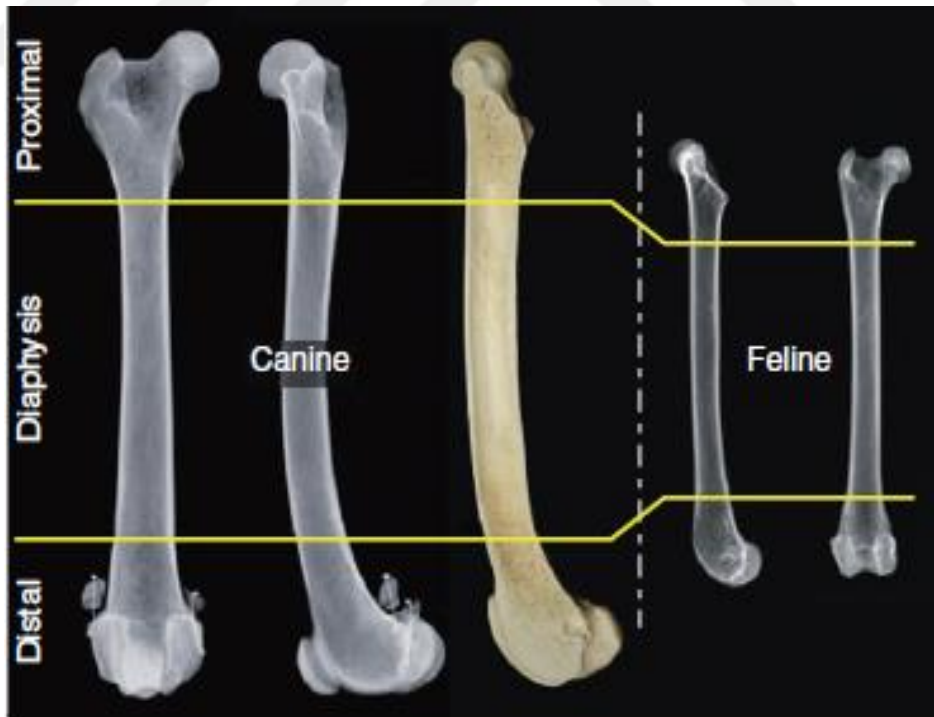
Birçok kondrodistrofik olmayan köpek ırkında, femur condylus'larının sagittal düzlemdeki profili, cranio-proximal olarak logaritmik spiral açılım profiline benzemektedir. Bu benzersiz şekil patella'yı diz eklemının dönüş merkezinden uzaklaştırır ve etkili flexion ve extension yapmaya olanak tanır. Böylece quadriceps mekanizmasında mekanik bir avantaj sağlar. Kondrodistrofik ırklarda distal epiphysis, diaphysis ile ilgili olarak nispeten uzatılmış ve caudal'e doğru yönelmiş durumdadır (Şekil 1.2) (Lidbetter ve Glyde, 2000).



Şekil 1.2. Kondrodistrofik ve kondrodistrofik olmayan köpeklerin distal femur radyografik görüntüsü (Lidbetter ve Glyde, 2000).

Articulatio genus (diz eklemi), sınıflandırma olarak içerisinde eklem içi ligament ve meniscus'lerin yer aldığı karmaşık synovial bir eklemdir. Diz eklemi, içerisinde, femoratibial eklem, femorapatellar eklem ve proximal tibiofibular eklem olmak üzere alt eklemler barındırır (Denny ve Butterworth, 2000 ve Griffith ve ark., 2007). Diz ekleminde iki collateral ve iki çapraz bağ olmak üzere dört ligament bulunur ve bunlar primer olarak ligamentöz destek sağlar (Kowaleski ve ark., 2012; Tomlinson, 2005 ve Vasseur, 2003).

Kedide femur'un diaphysis'i yuvarlaktır ve uzunlamasına incelendiğinde hemen hemen düz olduğu görülür. *Collum femoris*, kemiğin diaphysis'i ile yaklaşık 130° açılıdır ve yaklaşık 30°'lik bir anteversiyon açısı gösterir. *Condylus femoris*'ler köpeklere kıyasla caudal'e doğru daha az eğim gösterir (Şekil 1.3) (Frewein ve Vollmerhaus, 1994 ve Montavon ve ark., 2009).



Şekil 1.3. Köpek ve kedide femur'un şekli (Tobias ve Johnston, 2012).

1.1.2.2. Femur'a Bağlanan Kaslar

Orta, derin ve yüzeysel gluteal kasların tümü pelvis'i ve uyluğun proximal'ini birbirine bağlar ve bacağın dorsolateral yüzeyinde bulunur (Sturtz ve Asprea, 2012). Orta ve derin gluteal kasların yanı sıra *M. piriformis*, *trochanter major*'e bağlanır. *Trochanter minor*, *M. iliopsoas* için yapışma yeridir, *Trochanter tertius* ise *M. gluteus superficialis*'in yapışma yeri olarak görev yapmaktadır (Evans ve de Lahunta, 2013).

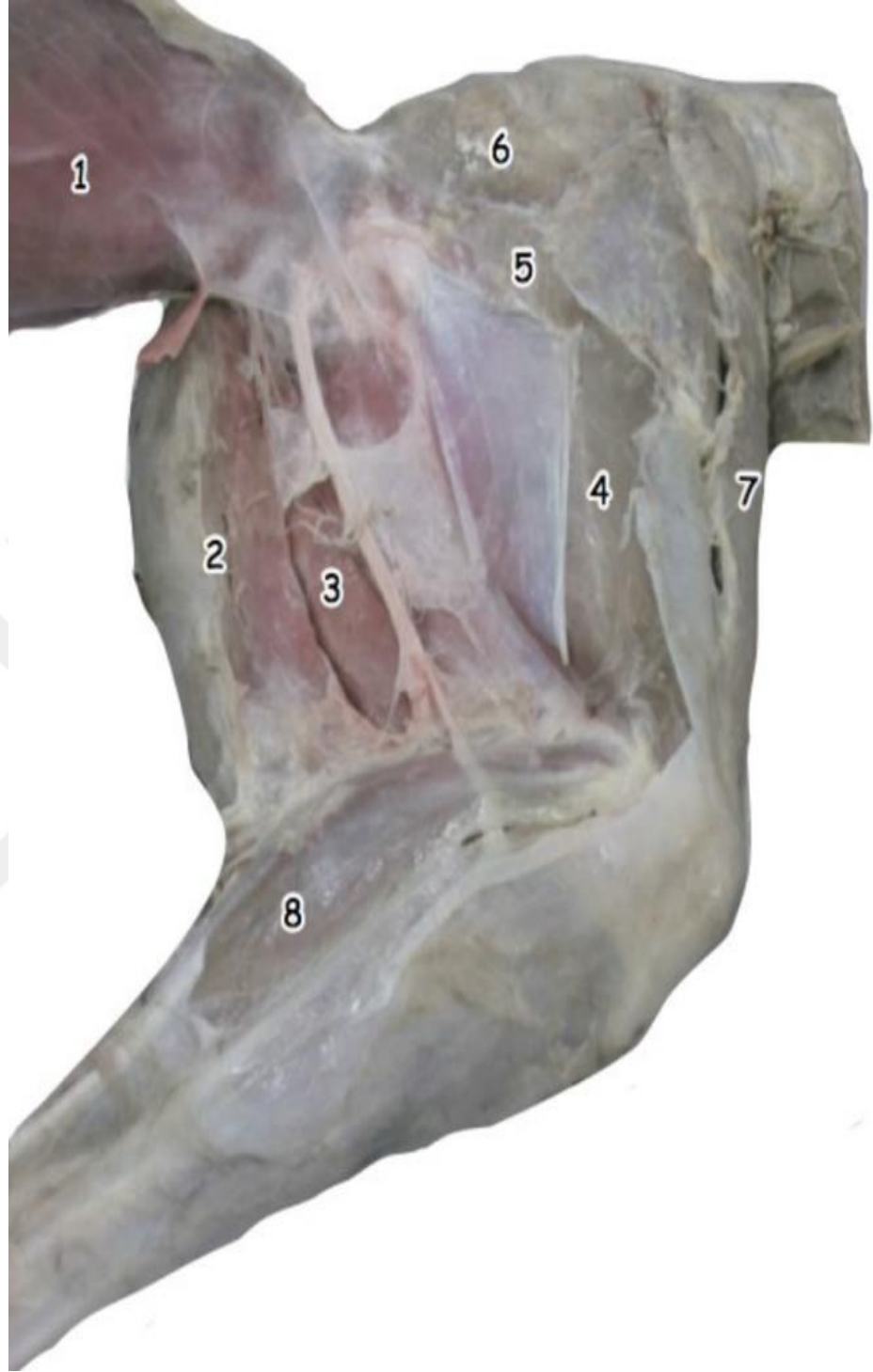
M. biceps femoris, *M. abductor cruris caudalis*, *M. semimembranosus* ve *M. semitendinosus*'tan oluşan Hamstring kas grubu, femur'un caudal'inde yer alır. *M. biceps femoris*, femoral ve gluteal bölgenin caudo-lateral'inde yer alan büyük bir kastır. Cranial başı, *Ligamentum sacrotuberale*'den ve kısmen *Tuber ischiadicum*'dan köken alır. Bu kas patella, *Ligamentum patellae*'nin aponeurosis'i ve *Ligamentum patellae* aracılığıyla *Tuberositas tibia*'ya bağlanır. Caudal baş ise; *Tuber ischiadicum*'dan uzun ve kuvvetli bir tendo vasıtasıyla tibia'nın cranial sınırına kadar uzanır (Evans ve de Lahunta, 2013). *M. tensor fasciae latae*, pelvis'ten dize kadar uzanır (Sturtz ve Asprea, 2012). *M. abductor cruris caudalis*, *M. biceps femoris*'in derininden ve *Ligamentum sacrotuberale*'nin distal kısmından başlar, biceps'in caudal kenarı ile fascia cruris'e bağlanır (Budras ve ark., 2009).

M. semitendinosus, femur'un caudo-lateral'inde yer alır. Dış ve ön yüzü *M. biceps femoris*'le, iç yüzü ise *M. semimembranosus* ve *M. adductor* ile temastadır ve tibia'da sonlanır. *M. semimembranosus*, femur'un arka ve iç tarafında, *M. semitendinosus*'un hemen arkasında yer alır (Dursun, 1998).

M. quadriceps femoris, proximal'de femur'dan başlayan *M. vastus lateralis*, *M. vastus intermedius* ve *M. vastus medialis* ile *Spina ischiadica ventralis*'in caudal'inde acetabulum'un cranio-dorsal'inden başlayan *M. rectus femoris*'i içerir (Budras ve ark., 2009 ve Dursun, 1998). Bahsi geçen bu dört kısım, *Tuberositas tibia*'ya bağlanarak çok kalın bir tendo oluştururlar. *M. quadriceps*'in patella'ya bağlanan tendo'suna, patellar tendon denir (Sturtz ve Asprea, 2012).

M. sartorius, cranial ve caudal kısımlara ayrılır. *Crista iliaca*'nın ve *Ala ossis ilii*'nin cranial kenarından başlar ve femurun medial'inde yer alarak fascia cruris'e uzanır (Budras ve ark., 2009). *M. gracilis*, femur'un medial yüzünde, *M. sartorius*'un arkasında, derinin hemen altında, *M. pectineus* ise femur'un medio-dorsal'inde yer alır. *M. popliteus*, *Fossa poplitea*'da femur'un condylus lateralis'inden bir tendo ile başlar, tibia'nın facies caudalis'inin üst ve medial'ine tutunur (Şekil 1.4) (Budras ve ark., 2009 ve Dursun 1998).

M. gastrocnemius'un medial ve lateral başları femur'un epicondylus'larından başlar ve tuber calcanei'nin dorso-proximal yüzeyine yapışır. *M. flexor digitorum superficialis*, daha belirgin olan lateral *Tuberositas supracondylaris*'ten başlar. *Ligamentum collaterale*'ler bölgedeki epicondylus'lardan, *M. popliteus* ve *M. extensor digitorum longus*'un tendo'ları, lateral condylus üzerinden ve lateral epicondylus ile trochlear oluğun yan çıkıntısı arasındaki birleşimden başlar (Evans ve Miller, 1993).



Şekil 1.4. Femur'a bağlanan kasların lateral görüntüsü. 1. *M. biceps femoris* 2. *M. semitendinosus* 3. *M. adductor* 4. *M. vastus lateralis* 5. *M. tensor fascia latae* 6. *M. gluteus superficialis* 7. *M. sartorius* 8. *M. gastrocnemius* (Kelly ve ark., 2102).

1.1.2.3. Femur'un Vaskülarizasyonu

Femur'un epiphysis'inin beslenmesi, *Caput femoris*'in dışına kadar uzanan dizi şeklinde, physis'ten (büyüme plağı) geçen ve daha sonra epiphysis'e nüfuz eden damarlar tarafından sağlanır (Johnson ve ark., 2005). *A. circumflexa femoris medialis*, *A. profunda femoris*'in devamıdır. Damar; *Trochanter major*'un distal'inde, femur'un caudal yüzeyinde, proximal ve orta kısmın birleşimi yakınında femur'a girer. Bu damar ayrıca obturator, profund, ascendens, transvers ve acetabular dalları verir (Evans ve de Lahunta, 2013). Cavum medullare içinde, bu besin arteri, endosteal yüzeye nüfuz eden sayısız çıkan ve inen meduller arterlere bölünür ve diaphysis için kan tedarikini sağlar. Metaphyseal arterler, ascendens ve descendens meduller arterlerin terminal dallarıyla anastomoz yapar. Periosteal arterler, facies aspera boyunca diaphysis'e girer ve parçalanmış veya segmental kırıklarda kemik parçalarına tek kan kaynağı olarak görev yapar (Evans ve Miller, 1993).

Distal metaphyseal vaskülarizasyon öncelikle metaphysis'in tüm taraflarına giren *A. femoralis*, *A. saphena* ve *A. genu descendens*'ten gelen dallar tarafından sağlanır. Buna ek olarak, *A. poplitea*'dan gelen *A. genus caudalis*, eklem kapsülünün caudal kısmına kan tedarik eder ve aynı zamanda femur'un distal'inin vaskülarizasyonunu güçlendirir (Evans ve Miller, 1993).

Diz ekleminin merkezindeki önemli yapılar, *A. genus media*'dan beslenir. Bu dal, *A. poplitea*'dan köken alır ve eklem kapsülünün caudal'ine penetre olur. *Fossa intercondylaris*'in cranio-distal'inden geçerek çapraz bağların arasında cranial'e doğru uzanır (Rooster, 2001).

Caput femoris'in vaskülarizasyonu, *Collum femoris*'i çevreleyen ekstrakapsüler vasküler halkadan gelen damarlara bağlıdır. Köpeklerin aksine, genç kedilerdeki yuvarlak bağ tarafından çıkan bir damar, femur'un epiphysis'ine önemli miktarda kan tedariki sağlar. Ancak kediler yaklaşık 7 aylık olunca bu damar kaybolur (Culvenor, 1996 ve Pohlmeier, 1981).

1.2. Kırıkların Sınıflandırılması

Kırık sınıflandırması, kırıkların kayıt altına alınmasına ilişkin farklı gruplar arasında veya farklı tedavi gören benzer gruplar arasındaki karşılaştırmayı kolaylaştıracak şekilde bilgi sağlar (Marsh ve ark., 2007).

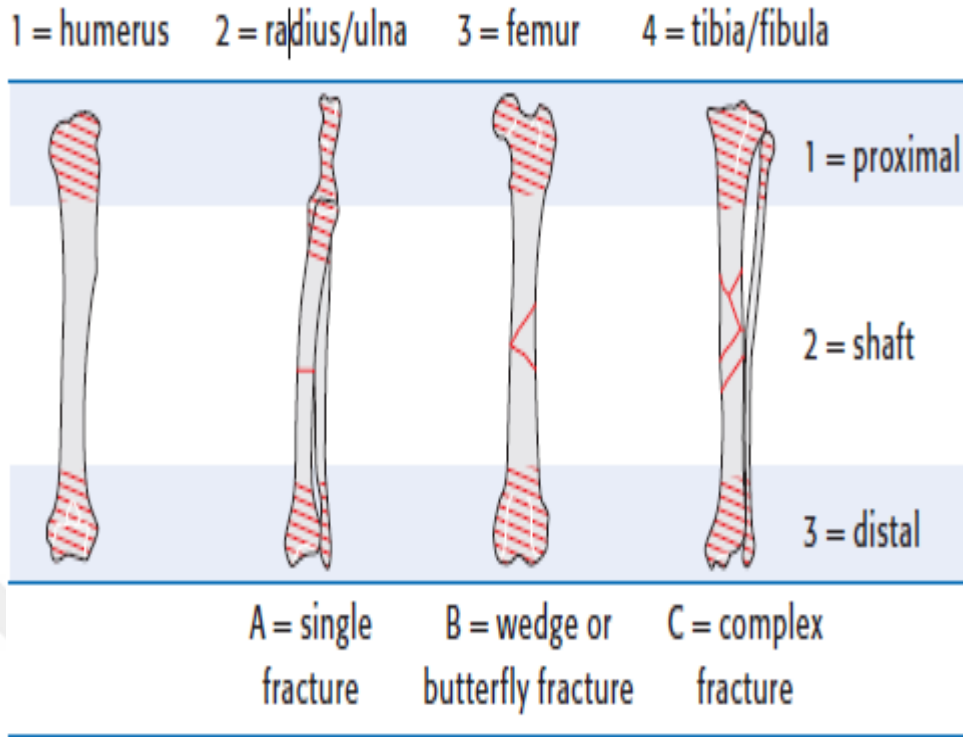
Kırıklar birçok bazda sınıflandırılabilir ve bu sınıflandırmalar kırıkların tanımlanmasında kullanılır. Sınıflandırmaların nedensel faktörleri; açık kırık ve buna bağlı olan açık yarayı, kırığın yerini, morfolojisini, şiddetini ve fragmentlerin axial redüksiyonundan sonra kırığın stabilitesini içerir. Nedensel faktörler arasında kemiğe uygulanan doğrudan şiddet (örn. araba kazaları), dolaylı şiddet (femur collumunun kırılması, humerus veya femur kondillerinin kırılması), kemik hastalıkları (örn. kemik neoplazmları, kemiği etkileyen beslenme bozuklukları) yer alır (Aslanbey, 1994; Oryan ve ark., 2013 ve Piermattei ve ark., 2006).

Kapalı kırık, kırık hattının üstündeki bütünlüğünü kaybedilmeden korunması halidir. Açık kırık ise, kırık bölgesindeki bulunan derinin bütünlüğünü kaybetmesi ve kırık fragmentlerinin çevre ile teması olduğu bir durumdur (Denny ve Butterworth, 2000).

Kırıkların farklı özelliği kırık sınıflandırma sistemlerinin temeli olarak kullanılmıştır, ancak sınıflandırmaların çoğu anatomik konuma ve kırık morfolojisine dayanmaktadır. Kırık çeşitlerine göre tek anatomik bölgede lokalize edilmiş isteğe göre birçok kodlama aralığı vardır (Örn. Gardenin femur boynu kırıklarının sınıflandırılması, Denisin omurga kırıklarının sınıflandırılması, Letournel ve Judet acetabular kırıkların sınıflandırması) ancak bunlar daha geniş bir sistemin parçası değildir. İyi bir sınıflandırma sistemine ideal olarak her kırık çeşidi dahil olmalıdır (belirli bir bölgedeki tüm kırıklar dahil edilmelidir) ve kırığı spesifik olarak tanımlamalıdır (belirli bir kırık sadece bir kategoriye sığmalıdır) (Marsh ve ark., 2007).

AO/OTA (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Orthopaedic Trauma Association) (Müller sınıflandırılması) sınıflandırılması tatminkâr ve güvenilir gibi görünmektedir. Müller sınıflandırma sistemi, araştırmaların karşılaştırılmaları ve tedavilerin dağılımları için ideal olarak, hem yeni başlayanlara hem de uzmanlara uzun kemiklerin herhangi bir kırılmasının sınıflandırılmasına yardımcı olan standart bir sınıflandırma sistemidir (Colton, 1997; Meling, 2013; Müller ve ark., 1990 ve Pechníková, 2013).

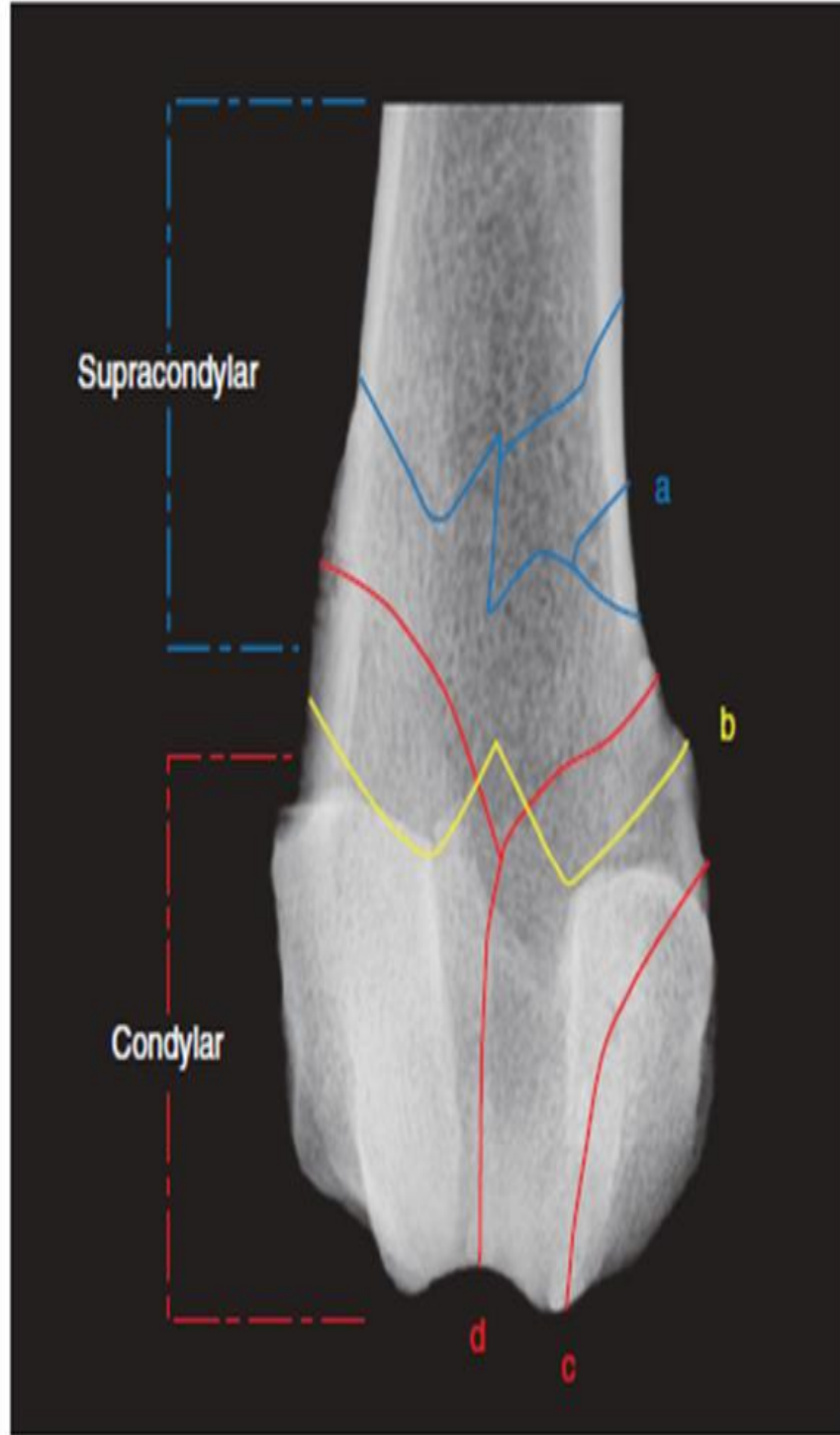
AOVet (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), küçük hayvanların özel gereksinimlerini karşılayan beşeri bir kırık sınıflandırma sistemini adapte etmiştir. Bilgisayarla erişilen veri alımına kolayca izin vermek için, kırıkların lokalizasyonu ve morfolojisi karakterize klasik terimlerle tanımlanır ve alfasayısal kodlarla atanır. Her uzun kemiğe bir sayı (1 = humerus, 2 = radius / ulna; 3 = femur; 4 = tibia / fibula) atanır ve ayrıca üç bölüme ayrılır (1 = proximal, 2 = diaphysis; 3 = distal). Her kırık ek olarak şiddete göre yazılır (A = tek kırık; B = kama veya kelebek parçası, C = kompleks veya birden fazla parça) (Şekil 1.5) (Johnson ve ark., 2005).



Şekil 1.5. A/O kırık sınıflandırılması (Johnson ve ark, 2005).

Kırık segmentlerinin morfolojik tanımını kullanarak femur diaphysisinin kırıkları evrensel olarak sınıflandırılmaktadır. En yaygın kırık konfigürasyonları transversal, kısa oblik, uzun oblik, spiral, segmental ve parçalı kırıkları içermektedir. Bazen bu kırıklar femur'un proximal veya distal bölgesine kadar uzanır; bu detaylarda kırık tanımına dahil edilmelidir (Beale, 2004 ve Guiot ve ark., 2012).

Distal femur kırıkları, metaphysis veya epiphysis içindeki anatomik konumlarına göre sınıflandırılır. Suprakondiler terimi metaphysis kırıklar için ayrılırken, kondiler ve interkondiler epiphysis kırıklarını tanımlamak için kullanılır (Şekil 1.6) (Guiot ve ark., 2012). Nadir olsa da, genellikle eşzamanlı suprakondiler kırıklarla birlikte bikondiler kırıklar gelişir ve bunlar T veya Y kırıkları olarak adlandırılır (Beale, 2004).



Şekil 1.6. Distal femur kırıklarının anatomik yerine göre sınıflandırılması. Suprakondiler (a), physeal (b), kondiler (c,d) kondiler kırıklar ek olarak sınıflandırılmıştır unikondiler (c) bikondiler (d) (Guiot ve ark., 2012).

Raghunath ve ark. (2007), AO/ASIF sınıflandırma sistemine göre 100 olguda 103 uzun kemik kırıklarını sınıflandırmıştı. Femur kırıkları çoğunlukla basit diaphysis kırıklardır, toplam olguların %32'sini, buna takiben kompleks kırıkların %21'ini ve %11'inde kelebek kırıklar olarak izlemiştir. Distal femur kırıkları ise toplam olguların %22'sinde görülmüştür. Çoğu uzun kemik kırıkları basit tip kırık iken, toplam olguların sadece %10'u bileşik nitelikte izlenmiştir.

1.3. Kırık İyileşmesi

Kırıkların iyileşmesi ve iskelet dokusu onarımı, doku hacminde bir artış, iskelet ve vasküler dokuları oluşturan kök hücrelerin farklılaşmasıyla karakterize edilen anabolik fazı içerir (Phillips, 2005).

Kallusun çevresini saran ve sonradan kallusun içerisine büyüyen vasküler yatağın çoğalması, doku onarımı alanına arttırılan kan akışı aracılığıyla daha da fazla çoğalır. Kondrosit farklılaşması ilerledikçe kırıkta ekstrasellüler matriks mineralizasyonu gerçekleşir ve kırılma onarımının anabolik fazı kondrosit apoptozu ile son bulur (Gerstenfeld, 2003).

Anabolik fazın ardından katabolik aktivitelerin ağırlık verdiği uzun bir evre izlenir, bu evre kallus dokularının hacminde azalma ile karakterizedir. Kırıkta dokusu emilir ve yeni kemik dokuları kırıktağın yerini alır. İlk mineralize olan matriks osteoklastlar tarafından absorbe edilir. Kemik iliği alanı yeniden düzenlenir, hematopoietik dokunun orijinal kemik iliği yapısı ve kemik yeniden oluşturulur (Holstein ve ark., 2013 ve Melnyk ve ark., 2008).

1.3.1. Primer (Direkt) Kırık İyileşmesi

Primer kırık iyileşmesi, intramembranoz kemik oluşumunu ve direkt olarak korteksin yeniden şekillendirmesini içerir (Isaksson ve ark., 2007). Birkaç aydan birkaç yıla kadar süren bu iyileşme, kırıkta kompresyon ve stabilite sağlayan fiksasyon yöntemleri (açık redüksiyon ve internal fiksasyon cerrahisi) doğrudan iyileşme veya birleşmeye izin verir (Oryan ve ark., 2013 ve Marsell ve Einhorn, 2011).

Sekonder kemik iyileşmesinin aksine, bu tip iyileşmede rijid stabilizasyon, kanselloz veya kortikal kemikte kallus oluşumunu bastırır (Sfeir ve ark., 2005). Bu işlem, ancak kırık fragmentlerinin anatomik restorasyonu olduğunda ortaya çıkar. Kırığın bir tarafındaki kemik emici hücreler tünel oluşturma rezorpsiyon tepkisine girip, kan damarlarına nüfuz etme yolları sağlayarak yeni Haversian sistemi kurarlar. Bu yeni kan damarlarına, osteoblastlar için osteoprogenitör hücreler haline gelen endotel hücreleri ve perivasküler mezenkimal hücreler eşlik eder. Bu olaylar farklı remodeling ünitelerinin kesme konileri (cutting cones) oluşması ile sonuçlanır (Einhorn, 1998).

Kemik uçları arasındaki boşluk 0.01 mm'den ve fragment oluşturuucu gerginlik %2'den az ise, kırık iyileşmesi (contact healing) diye adlandırılır. Kesme konilerinin uçları, kırık hattını çaprazlayan osteoklastlardan oluşur ve 50-100 µm/gün'lük bir oranda longitudinal boşluklar üretir. Bu boşluklar daha sonra kesici koninin arkasında bulunan osteoblastların ürettiği kemik tarafından doldurulur. Gap iyileşme (Gap healing), contact iyileşmeden farklıdır; çünkü kemik birleşmesi ve Haversian sisteminin yeniden şekillenmesi aynı anda ortaya çıkmaz. Bu tip iyileşme, stabil koşullar ve anatomik redüksiyon elde edilirse ve boşluk 800 µm - 1 mm arasında olursa ortaya çıkar. Bu süreçte kırık alanı öncelikle uzun eksene dik olarak yönlendirilmiş lamellar kemikle doldurulur, contact iyileşmesi sürecinin tersine sekonder bir osteonal rekonstrüksiyona da ihtiyaç duyulur. Primer kemik yapısı daha sonra longitudinal revaskülarize

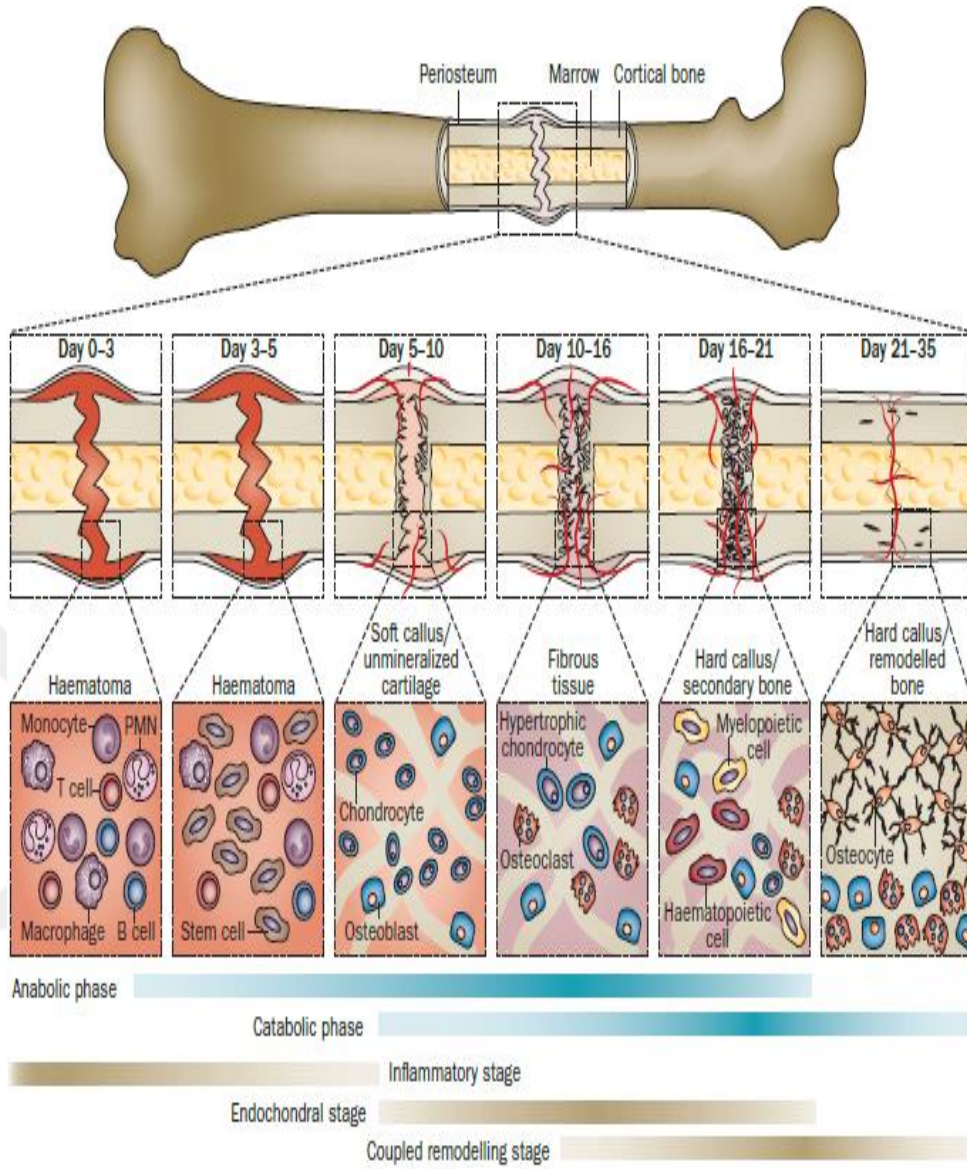
osteonların taşıdığı osteoprogenitor hücrelerinin osteoblastlara ayrılan hücrelerle kademe kademe olarak değiştirilir ve boşluğun her yüzeyinde lamellar kemik üretilir (Marsell ve Einhorn, 2011).

Kallus radyolojik olarak görülmez, kırıldak süreç yoktur, önce osteoklastlar kırık uçlarında bulunan nekrozu rezorbe eder sonra yeni osteoblastlar kemik yapısını oluşturur (Halıcı, 2012).

1.3.2. Sekonder (İndirekt, Dolaylı) Kırık İyileşmesi

Bu tip iyileşme anatomik redüksiyona ya da rijid stabilizasyona gerek duymaz iken, mikro hareket ve ağırlık taşıma (weight-bearing) ile gelişir. Sekonder kemik iyileşmesi tipik olarak operatif olmayan kırık tedavisinde ve intramedüller çivileme, eksternal fiksasyon veya karmaşık parçalanmış kırıkların internal fiksasyonu gibi kırık bölgede bir miktar hareketin görüldüğü bazı cerrahi tedavilerde ortaya çıkar (Marsell ve Einhorn, 2011).

Kırık onarımı, her biri farklı hücresel özelliklerin ve hücre dışı matris (ekstraselüler matriks) bileşenlerin varlığı ile karakterize edilen üç faza bölünebilir. Zamansal sıraya göre, olaylar bir inflamatuvar fazı yansıtır; intramembranoz ossifikasyonu, kondrojenez ve endokondral ossifikasyon içeren tamir fazı; ve yeniden şekillendirme (remodeling) fazı. Bu üç fazın birbiri üzerine örtüştüğünü ve sonuçta sürekli bir iyileşme süreci oluşturduğunu belirtmek önemlidir (Şekil 1.7) (Sfeir ve ark., 2005).



Şekil 1.7. Femur kırığının iyileşmesi (Einhorn ve Gerstenfeld, 2015).

1.4. Kırık Fiksasyonu

1.4.1. A/O-ASİF Prensipleri

1958'de İsviçreli ortopedik ve genel cerrahi çalışan bir grup, İsviçre'deki kırıkların tedavisi AO veya ASIF (Association of Study Internal Fixation) 'ni kurdular. Travma tedavisinde uluslararası otorite olarak yerini korumak üzere, sürekli araştırma, implant ve alet geliştirme, klinik dokümantasyon ve çok yönlü eğitim olanakları AO/ASIF vakfı tarafından koordine edilmektedir (Matter, 1998).

AO/ASIF in başlangıç prensip ve yöntemleri; kırıkların operatif tedavisini, iç fiksasyonun mekanik yönlerini ve tüm fragmentlerin mutlak stabilitesini vurgulamıştır. En büyük değişiklik, kemiğin ve yumuşak dokuların kan dolaşımının korunmasına büyük önem verilerek, iç fiksasyonun mekanik yönünden biyolojik yönüne kayması ile olmuştur. Ölü kemiğin revaskülarizasyonu ve birleşmesi için tam stabilitenin gerekli olduğu ve yalnızca canlı kemiğin, kallus oluşumu ile hareketin üstesinden gelebildiği ve birleşmeyi sağlayabileceği kabul edilmiştir. Bu farkın değerlendirilmesi, bir kırığın stabilizasyonu için doğru tekniğin seçilmesinde de önemlidir (Schatzke, 1995).

1.4.2. Kırık Fiksasyon Yöntemleri

1.4.2.1. Konservatif Fiksasyon

Kapalı redüksiyonun gerçekleştirilebildiği ve kırılma uçlarının yüzey alanının en az %50'sinin tutulduğu kırıklar, konservatif fiksasyon için uygun kırıklardır. Konservatif fiksasyon komplikasyonları seyrek değildir; bir çalışmada alçıya bağlı olan yumuşak doku komplikasyon oranı %63 olarak belirlenmiştir (Meeson ve ark., 2011).

Eksternal koaptasyonun bir çok komplikasyonları görülmektedir bunlardan, malunion, gecikmiş kaynama, non-union, eklem sertliği, kas atrofisi, ekstremitenin uzun süre alçı ile bağlantılı kullanılmama osteopeni, hafif dermatit, basınç yaraları, yumuşak dokuların avasküler nekrozu (Harasen, 2012).

1.4.2.2. Eksternal Fiksasyon

Eksternal Skeletal Fiksasyon (ESF); stabil ve stabil olmayan kırıklar, açık ve infekte kırıklar, parçalı kırıklar, osteotomiler, artrodez, ligament ve tendon rekonstrüksiyonu, ekstremitte uzatılması, gecikmiş kaynama veya kaynamama ve periartiküler kırıklar gibi sayısız durumlar için savunmaktadır (Piórek ve ark., 2012 ve Tsai ve Pead, 2015).

Diğer teknikler gibi, ESFler de kusurlu bir sistem olmaya ve komplikasyonların oluşabilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Çok sayıda farklı pin tipi (örn., negatif veya profil pin, yivsiz pinler) mevcut olmasına rağmen, pin kemik arayüzü, ESF sisteminin en zayıf halkalarından biridir. Pin-kemik arayüzü zayıflaması, pinin ani gevşemesine, ağrı ve pin kanalı sepsisine yol açarak fiksatorün başarısızlığına sebep olabilir (Bilgili ve ark., 2007; Piórek ve ark., 2012 ve Tsai ve Pead, 2015). Pin yolu enfeksiyonu ve deri tahrişi de meydana gelebilir. Kırılan kemiğe zarar veren transfiksasyon pin sadece kemiğin mekanik stabilitesini tehlikeye atmakla kalmaz, aynı zamanda zayıf kan dolaşımına daha fazla zarar vererek ve pin-doku arayüzünden bakteri yayı doğrudan kırık bölgesine sokarak fizyolojisine de ciddi zarar verebilir. Eksternal fiksasyonu ile diğer komplikasyonlar, eklem hareket kabiliyeti (range of motion) kaybolması, kas atrofisi, fibrozis, kontraktür veya tüm bu koşullar gelişebilir (Bilgili ve ark., 1999 ve Martinez ve DeCamp, 2012).

1.4.2.3. İnternal Fiksasyon

Kırığı tedavi etmek için internal fiksasyon seçmenin başlıca nedeni, hastanın ekstremitelerinin hareket etmesine ve vücut ağırlığını taşımaya izin verdiği halde, iyileşene kadar parçaları sıkıca sabitlemektir. Ekstremitenin ve özellikle kırıkların üstündeki ve altındaki eklemlerin sağlığı, kaslar işlev görmeye devam edildiğinde ve eklem hareketi kırıkta beslenmesini sürdürdüğünde optimize edilir. Çeşitli olası yaklaşımların avantaj ve dezavantajları, bireysel bir hastanın bakımını optimize etmek için dengelenmelidir (Johnston ve ark., 2012).

İnternal fiksasyon alet ve aparat, kompresyon veya torsiyon yoluyla uygulanan statik veya çevrimli yük paylaşımı standardı üzerinde çalışır (Miller ve Goswami, 2007).

Bir çok internal fiksasyon tipleri bulunmaktadır:

- a) Teller ve pinler: Küçük kemiklerin kırılması için kullanılırlar, örn. Ön ve arka ekstremitedeki büyük sabitleme aparatların yerleştirilmesi güç olan yerlerde.
- b) Plaklar: Metaphysis/diaphysis veya çok uzun kemik kırıklarında kullanılırlar. Eksternal fiksasyona benzer cebire gibi işlev görür. Vidalar vasıtasıyla ve vida ile plak arasındaki direnç kuvveti ile sabitlenir.
- c) Vidalar: Kırıkları tedavi etmek için vidalar plak olmadan uygulanabilir. Herhangi bir eklem kırığı veya diz eklemi kalça eklemi, pelvis vs. gibi pürüzlü yüzeylerde vidalar kolay seçenektir. Biyolojik olarak emilebilen vidalar bulunması ikinci ortopedik cerrahiden kaçınılmasını sağlar. Kemikler yükü taşımakta zayıflarsa veya gücünü kayıp ederse, fonksiyonel destek sağlamak için çubuklar uzun kemiklerin içine sokulur (Mehmood ve ark., 2014).

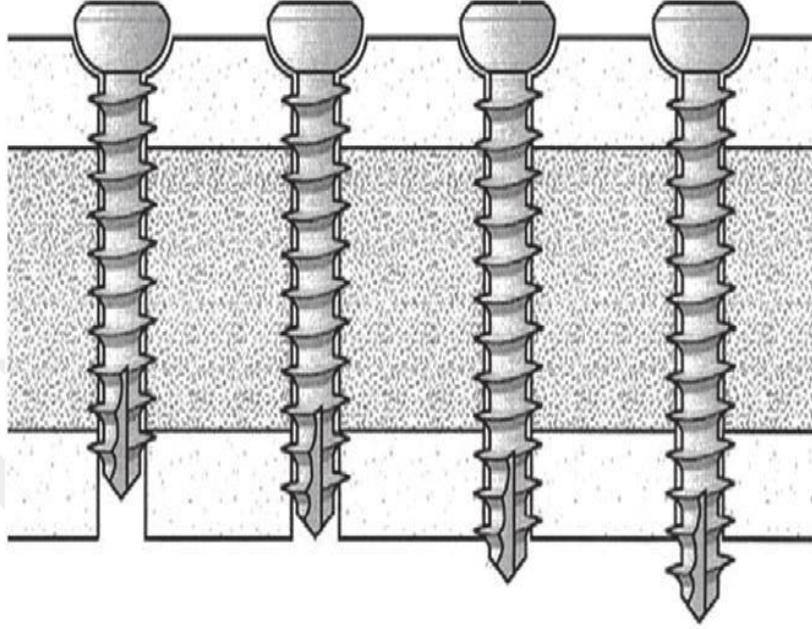
1.5. Vidalar

Kemik vidaları, lag vida prensibi ile statik interfragmenter veya plak / kemik kompresyonunu sağlamak için de kullanılır. İnterfragmenter kompresyon, vidanın başı kemiğin birinci korteks üzerinde ve vida yivleri sadece ikinci kortekste kenetlenmesi için üretilmiştir. Kemik vidalarının ikincil bir fonksiyonu; fragmentleri, pozisyon vidası olarak adlandırılan interfragmenter kompresyon dışında sabit bir pozisyonda tutmaktır (Piermateti, 2006).

Kortikal veya süngerimsi (kansellöz) vidalar için standart boyutlar 1.5, 2.0, 2.4, 2.7, 3.5, 4.0, 4.5, 5.5 ve 6.5 mm çapındadır. Her çap için değişik uzunlukta vida mevcuttur. Vidalar, diğer implantlara benzer şekilde 316L paslanmaz çelikten yapılmıştır. Titanyum vidaları farklı boyutlar da mevcuttur (Johnston ve ark., 2012).

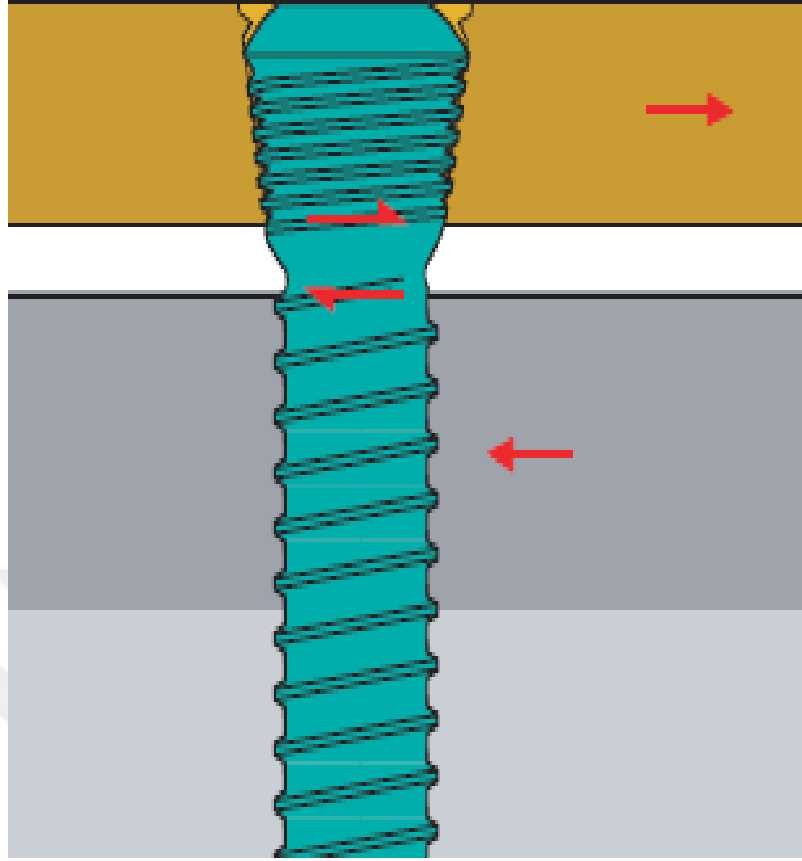
İnsanlarda kullanılan kılavuzlu vidalar (self-tapping), monokortikal vidalar ve kilitlenen vidalar, hasta morbiditesini azaltabildiği için hayvanlarda da artan bir şekilde uygulanması artmaktadır (Johnston ve ark., 2012 ve Koch, 2005).

Kendiliğinden kılavuzlu vidalar, yerleştirmeyi hızlandırmak için tasarlanmıştır. Ucu üzerindeki kesme flüti, yiv desenini kemiğe kesmek için bir tap kullanmadan takılmaya izin verir. Tutma kuvvetini tap vidalardaki benzer şekilde elde etmek için, kesme flütünün uzak korteksten tamamen geçtiği (2 mm ötesine geçtiği) şekilde ilerletilmelidir (Şekil 1.8) (Murphy ve ark., 2001).



Şekil 1.8. Self-tapping vidalar (Johnston ve ark., 2012).

Baş tarafından kilitlenen vidalar, vida başındaki yivlerle plağın deliğine kilitlenir. Locking compression plağı (LCP) ve UniLock sistemi gibi internal fiksetörlerde kullanılan ve kendiliğinden delme, kesme ve monokortikal vida olarak kullanılabilirler. Kilitli başlı vidalar, plağa göre konumları sabit olduğundan, daha iyi bir ankrāj sağlarlar. Metaphysis kırıklarda ve minimal invazif teknikler kullanıldığında, sabit açılı bir araç olarak da işlev görebilirler (Şekil 1.9) (Koch, 2005).



Şekil 1.9. Locking head vidası (LHS) (Koch, 2005).

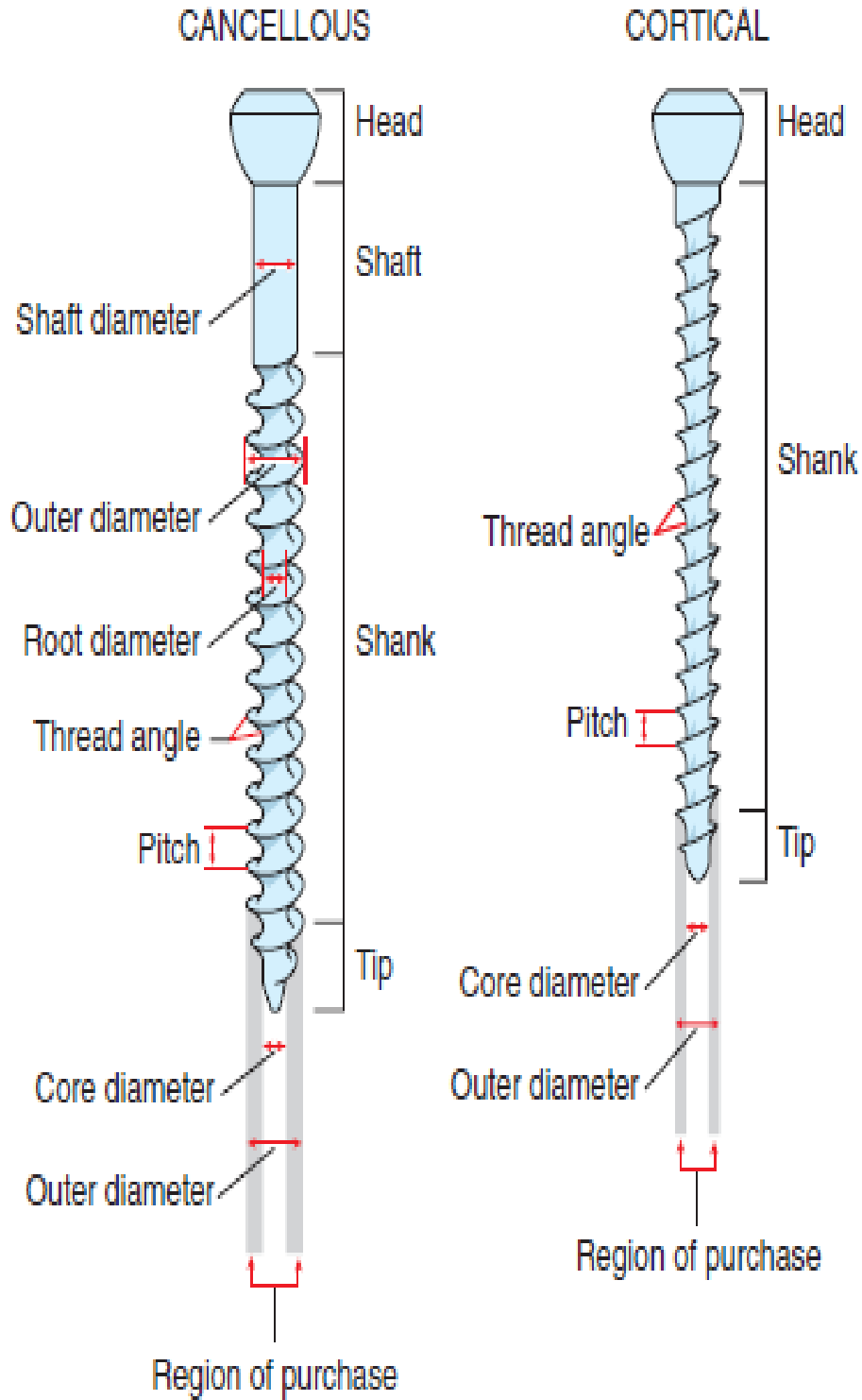
1.5.1. Kansellöz Vidalar

Epiphysial ve metaphysial kemik fragmentlerin kompresyonu için kullanılmaktadır. Birim uzunluğu başına nispeten az sayıda yivler bulunurken, vida boyu kısmen veya tamamen yivlerle açılmış olabilir; yivler oldukça derindir ve yivlerin eğimi nispeten yüksektir. İnsan osteoporotik kemiğinde çok kullanışlı olmasına rağmen, köpek ve kedi kemiklerindeki bu tip yivli vidalara çok daha az ihtiyaç vardır; çünkü bu tür hayvanlarda metaphyseal zonlar bile yoğun kortikal kemik ile kaplıdır ve bu da kortikal yivli vidaların iyi tutulmasını sağlar. Kısmen yivli vidalar, vida şaftının sertliğinde çarpıcı bir değişikliğin bulunduğu yivli ve yivsiz bölgelerin birleşme yerinde doğal olarak zayıftır. Bu durum stres etkisi yaratır ve tekrarlayan bükülme yüklerine maruz kaldığında bu alanı gerilme kırığına maruz bırakır. Bu nedenle cerrah, kavşağın kırılma çizgisinden mümkün

olduğunca uzakta olmasını sağlamaya çalışmalıdır (şekil 1.10) (Johnston ve ark., 2012; Koch, 2005 ve Piermattei, 2006).

1.5.2. Kortikal Vidalar

Özellikle yoğun diaphysis kemiklerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Vidalar tamamen yivlidir, kansellöz vidalara göre birim uzunluğunda daha fazla yiv bulunur. Yivler kansellöz vidalara göre daha sığ ve daha düz eğimlidir. Doğru uygulamalarla bu vidalar lag vidalar gibi işlev görebilir. Tam yivli vidalar uzunlukları boyunca tekdüze çaplıdır, kısmen yivli vidalar için açıklanan stres birikimi etkisine maruz değildirler. Ayrıca, tamamen yivli vidalar, humerus kondilünün lateral kısmı gibi aşırı dereceli sıkışmış kırıklarda kullanıldığında kırılma eğilimi daha azdır (şekil 1.10) (Johnston ve ark., 2012; Koch, 2005 ve Piermattei, 2006).

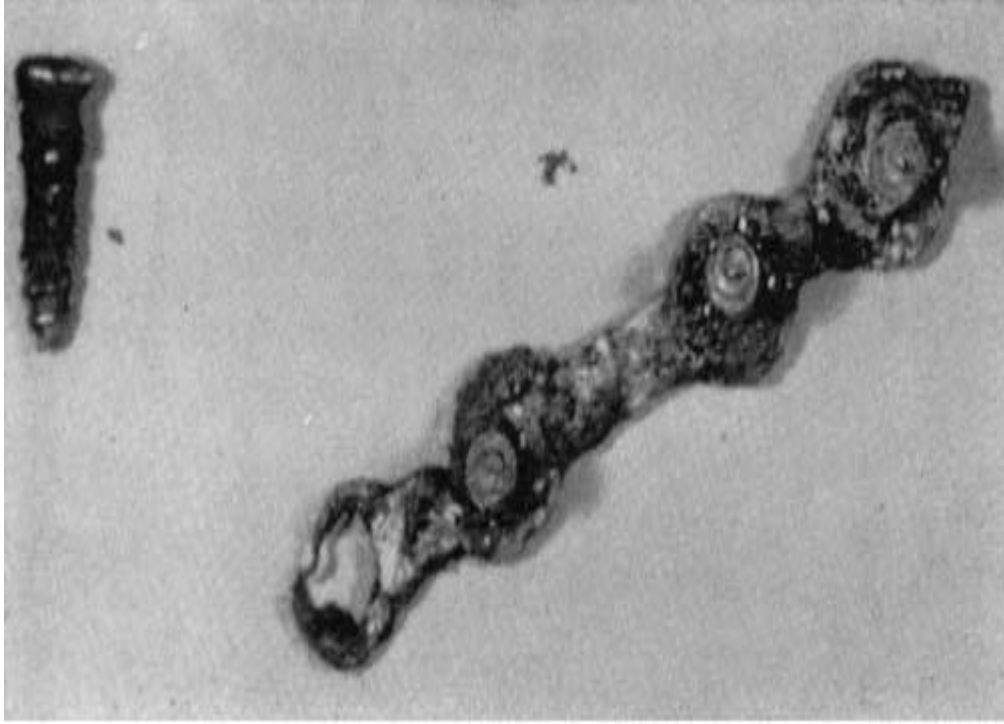


Şekil 1.10. Kanselloz ve kortikal vidalar (Johnston ve ark., 2012).

1.6. Plak Sistemi

1.6.1. Tarihi Gelişme

Ondukuzuncu yüzyılın sonlarında plak osteosentezinin temeli atılmıştır. C. Hansmann, (1886) tibia kırıklarını tedavi etmek için bir sabitleme plağı kullanmıştı, kalay, nikel ve bakırdan oluşan bir metal şerit ile kemik parçaları üzerine vidalarla sabitlemişti. Gümüşten yapılan plak ve vidaları ilk mutlak implantasyonu Halsted tarafından 1893'de gerçekleştirilmişti; Lane tarafından 1895 yılında metal plak implant olarak kullanılmıştır (Şekil 1.11) (Greenhagen ve ark., 2011). Ancak korozyon yüzünden başarısız olmuştur (Uthoff ve ark., 2006).



Şekil 1.11. Korozyon sebebi ile terk edilen Lane in plağı (1895) (Uthoff ve ark., 2006).

1909'da Lambotte, kavisli kemikler için plakların kıvrılmasına ilişkin sağlam bir alternatifin yanı sıra, günümüzde kortikal vida olarak kabul edilen konik ve tamamen yivli bir vida önermişti; Kendiliğinden kılavuzlanan bir vida 1912'de Sherman tarafından önerilmişti; 1948'de Eggers tarafından geliştirilen plak, vidanın iki uzun delik arasında kayması nedeniyle başarısız olmuştur. Sıkıştırma kaplaması kavramı ilk kez Danis tarafından 1949'da gösterilmişti, kompresyon plak kavramı ise yine ilk kez Danis tarafından 1949'da kanıtlanmışti; Kemik fragmentleri arasındaki eksensel kompresyonun ve rijid fiksasyon gerçekleştirilmesi, böylece tam olarak mutlak stabilite ve kallusun oluşmamasıyla primer kemik iyileşmesi sağlanmışti (Mehmood ve ark., 2014 ve Uthoff ve ark., 2006). 1958'de Bagby ve Janes, vida sıkıştırması sırasında interfragmentar kompresyon sağlamak için özel olarak tasarlanmış oval delikli bir plak tanımlamışlardır (Igna ve Schuszler, 2010).

Germe mekanizması kullanarak; Muller ve arkadaşları, 1965 yılında Bagby ve Jane gibi interfragmenter kompresyonu sağlamak için paralel bir tasarım geliştirdiler. Orijinal Dinamik kompresyon Plağı (DCP) ilk olarak 1967'de Schenk ve Willenegger tarafından geliştirilmiştir (Mehmood ve ark., 2014). DCP yeterince sertlik sağlamadı ve gecikmiş iyileşme de bildirildi. Tespit edilen kırılma aralığı plağın çıkarılmasından sonra yüksek streslere neden olmuştur (Patel, 2008).

1990 yılında Perren ve arkadaşları periost tabakasının kırık kaynamasındaki önemini öne sürerek geliştirdikleri kemik temas yüzeyi çentikli olan LC-DCP ile ilgili çalışmalarını yayınlamışlardır. Aradan geçen zamanda fonksiyonel geri dönüş kırık tedavisindeki temel amaçlardan biri olmaya devam ederken tedavide biyolojik faktörler önem kazanmıştır. Kırık tedavisinde kemik ve yumuşak doku kanlanması daha ön planda tutulmaya başlanmıştır. Kırık tedavisinde periostun fonksiyonunu korumak için geliştirilen LC-DCP lerden sonra vidaların plağa kilitlendiği PC-Fix plaklar geliştirilmiştir (Özkazanlı, 2008).

2000 yılında, konvansiyonel ve kilitli vidalı teknolojinin tek bir yerde kullanılabileceği bir kombinasyon deliği ile Locking Compression Plate (LCP) kilitli plağı geliştirilmiştir. LCP'de vidalar plağa kilitlenmektedir (Igna ve Schuszler, 2010).

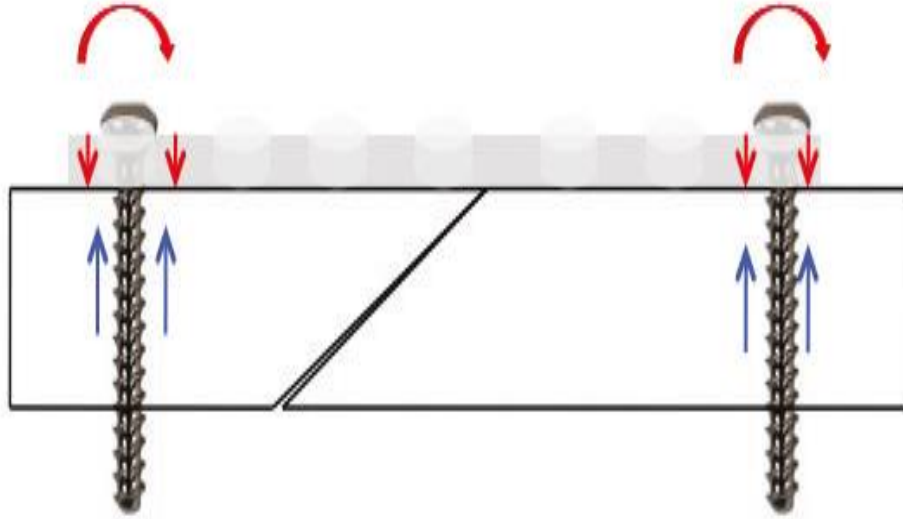
1.6.2. Plakların Çalışma Yöntemleri

Notralizasyon plak, her halinde redükte edilmiş bir kırıkta bükülme, burma ve aksenal kuvvetleri engeller. Kompresyon plakalar, kırılma hattındaki aralığını direkt redüksiyonla azaltmak amacıyla kullanılır, kırık hattına kompresyon uygulayarak stabiliteyi artırır. İmplant aygıtları, implantın yük taşıyan bir aygıt olduğu ve yük paylaşımı olmadığı bir köprü yapısı da görevi görebilir. Köprü plağı olarak kullanılan implantlar genellikle kırık hattındaki aralığı kapatır, anatomik hizasını dolaylı redüksiyon yaparak sağlar. Kırık hattını normalde etkileyen çoğu veya tüm kuvvetlerin taşınmasında rol oynar (Baker, 2013).

1.6.3. Kilitli Olmayan Sistem Plaklar

1.6.3.1. Kilitli Olmayan Sistemin Çalışma Prensibi

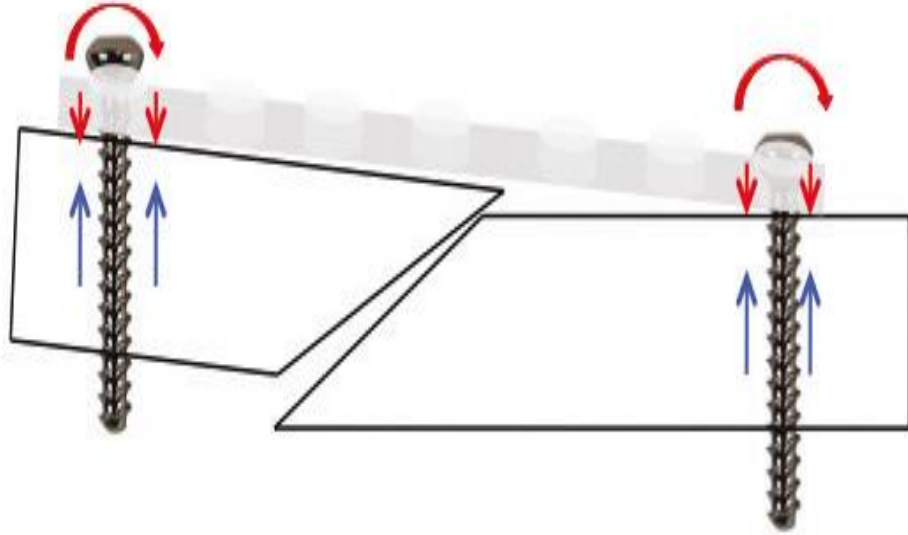
Bu sistemde, yapının (kemik, vida ve plak) sabitliği plağı kemiğe sıkıca sıkıştırdığı şekilde ve vidanın kemiğe sıkıca takıldığına bağlıdır. Böylece, plak ile vidanın başı ve plak ile ve kemiğin arasında yüksek axial kuvvet oluşturulur (Şekil 1.12). Aslında, vida başı plağı kemiğe sıkıca oturtturur ve vida - plak - kemik yapısı plak ile kemik arasında oluşan friksiyon nedeniyle dengelidir (Arthurs, 2015). Konvansiyonel yöntemler, kırık hattı boyunca direkt iyileşmeye izin verir ve genellikle basit kırıklarda iyi çalışır; bununla birlikte, bu yöntemler parçalı, metaphysis ve/veya osteoporotik kırıklarda daha az avantajlıdır (Greiwe ve Archdeacon, 2007 ve Perren, 2001).



Şekil 1.12. Kilitlenmeyen vidaların ve plakların nasıl çalıştığını gösteren resim (Arthurs, 2015).

1.6.3.2. Kilitli Olmayan Sistemin Dezavantajı

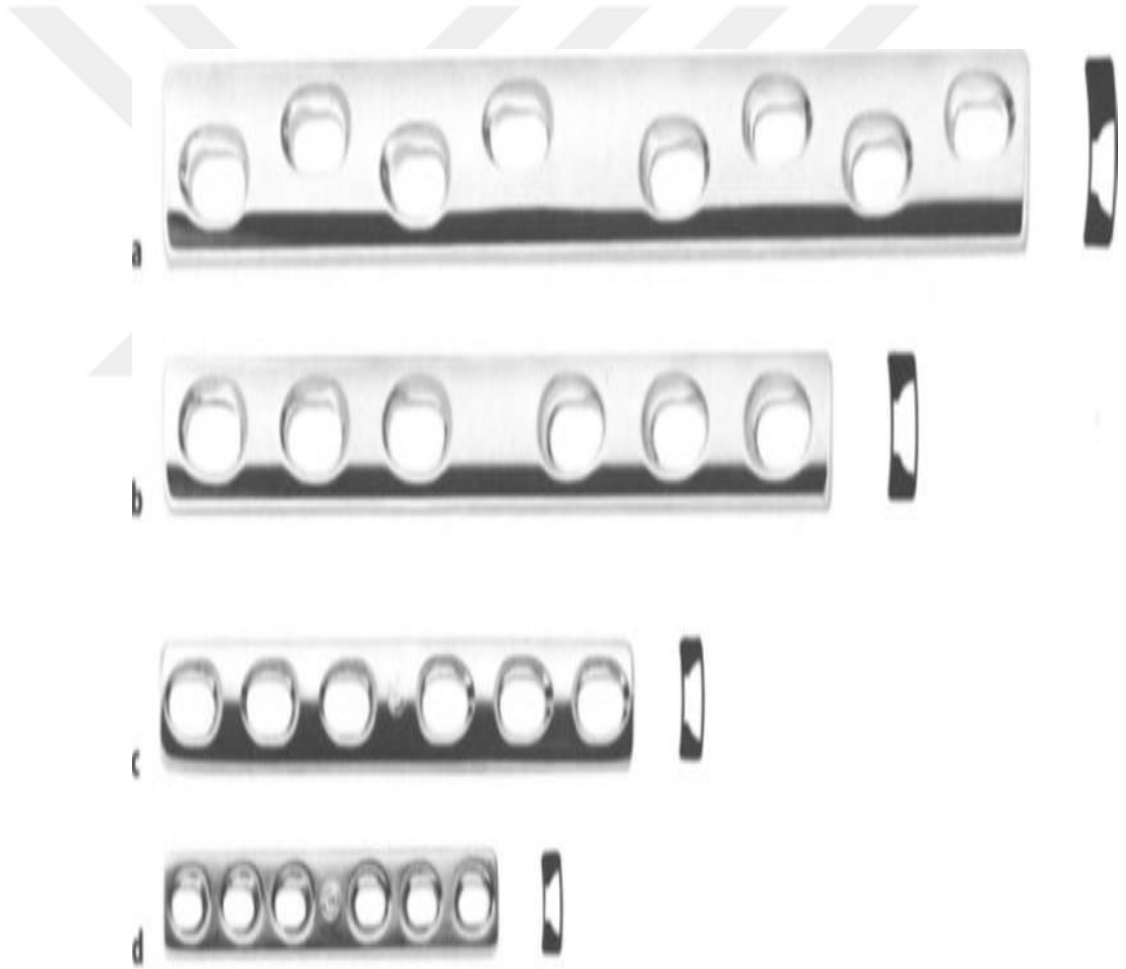
Yerleştirildikten sonra, vidalar, kemikte vida dişi sıyırma işlemi nedeniyle gevşeyebilir veya vidalar tekrarlayan döngüsel hareket vasıtasıyla geri döner. Gevşemiş bir vida, mekanik ve fonksiyonel olarak yararsızdır ve eğer bu birden çok vida için meydana gelirse, plak gevşek hale gelir ve artık sabit değildir. Plak kemiğin yüzeyine uyacak şekilde doğru şekillendirilmemişse veya plak ve vidalar kemiğe yanlış uygulanırsa, (örneğin, ilk vidalar açılı bir şekilde takılırsa) kırık fragmentlerin yanlış hizalamasına neden olabilir (Şekil 1.13). Tüm yumuşak dokular kemik yüzeyinden ayrılmalıdır, aksi takdirde plağın ve kemiğin arasına sıkışarak, bu durum yapının kötü stabilitesiyle sonuçlanır. Bahsi geçen bu durum, yaygın yumuşak doku diseksiyonu ve periostun soyulması anlamına gelir. Plaktan gelen basınç, periostun kan akışına zarar verebilir ve bozabilir, bu nedenle derin kortikal kemik, kemik kuvvetini azaltabilir ve verimli kırık iyileşmesini etkileyebilir (Arthurs, 2015 ve Stoffel ve ark., 2007).



Şekil 1.13. Kilitlenmeyen bir plakanın uygulanması kırık hattına nasıl olabileceğinin illüstrasyonu (Arthurs, 2015).

1.6.3.3. Dinamik Kompresyon Plakası (DCP)

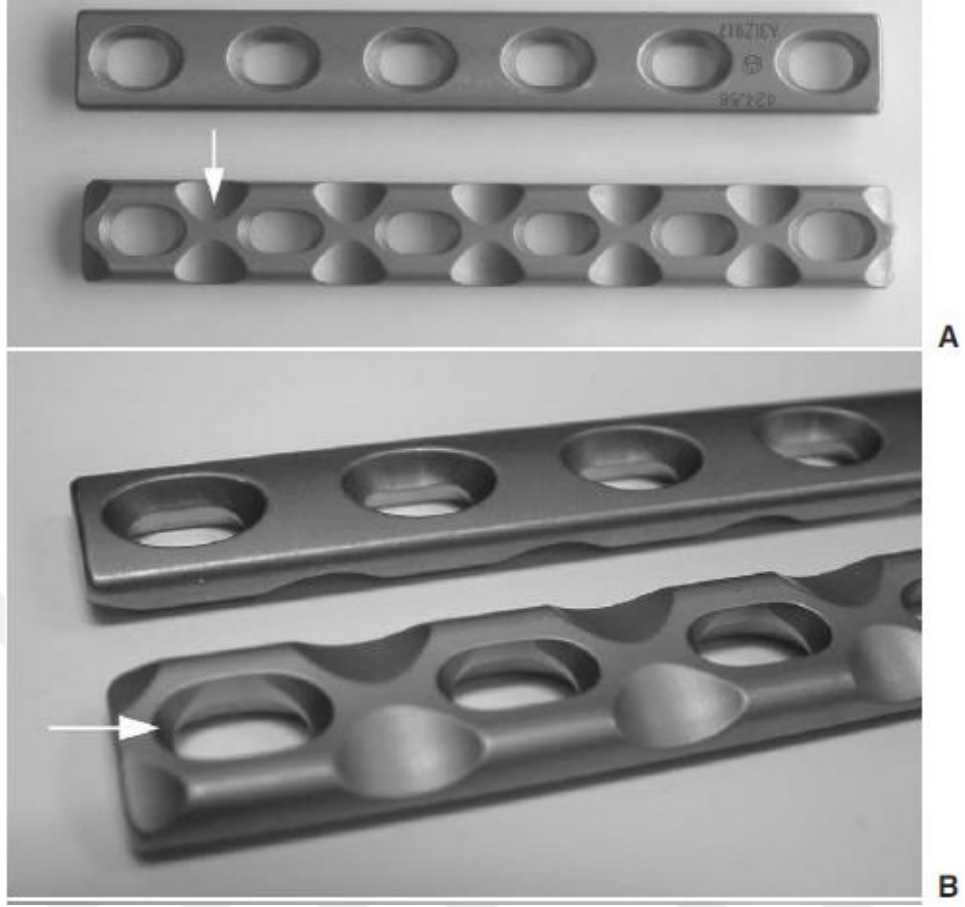
DCP dinamik kompresyon plakadaki vida deliklerinin tasarımı, ASIF tarafından geliştirilen küresel hareket prensibine dayanır. Vida sıkıldığında, küresel vida başı, deliğin en derin kısmına gelene kadar plağın ortasına doğru kayar. Vida başı ile plağın vida deliği arasındaki etkileşim, vidanın her iki yönde 25 derecelik bir uzunlamasına ve 7 derece yanal açılara açılmasına olanak tanır (Şekil 1.14). Kilitli olmayan sistemin birçok dezavantajları DCP plakta görünür (Brinker ve ark., 1998 ve Piermattei ve ark., 2006).



Şekil 1.14. DCP Plakları (Brinker ve ark., 1998).

1.6.3.4. Limited Contact-Dynamic Compression Plate (LC-DCP)

LC-DCP plağı, her bir vida deliğinin her iki ucunda alt yzeylerinin meyilli bir yapıda kesilmesi Şeklinde tasarlanmıştır. Plağın alt yzey kesiklerin amacı, plağın korteks yzeyiyle temasını azaltmak ve bu nedenle korteksin periost ve efferent kan akışını artırmaktır. Kan akışının artırılması, plak ile ilgili osteoporozu azaltacaktır. Her vida deliğinin altındaki oyukların ikinci bir yararı ise; plak boyunca sertliği daha eşit bir Şekilde dağıtmaktır ve doldurulmamıŐ vida delikleri yoluyla plağın gerilme yoğunluğunu ve baŐarısızlıđını azaltmaktır. Vida deliğinin her iki ucundaki eğim vidanın plağın uzun ekseninin her iki yznde 40 dereceye kadar açı yapmasını sağlar bu da, plaktaki lag vidalarının uygulanmasında zellikle yararlıdır. Vida deliğinin kresel Őeklindeki kayma prensibi, longitudinal yznde sıkıŐtırmaya izin vermek için deliğin her iki ucunda mevcut olacak Şekilde yeniden tasarlanmıştır (Şekil 1.15) (Arthurs, 2015; Baker, 2013; Piermattei ve ark., 2006 ve Stoffel ve ark., 2007).



Şekil 1.15. Limited-contact dynamic compression plate (LC-DCP) Plağı. A, alttan kesilmiş (undercuts) B, oblik alttan kesilmiş (oblique undercuts) (Piermattei ve ark., 2006).

1.6.3.5. Reconstruction Plates (Rekonstrüksiyon Plağı)

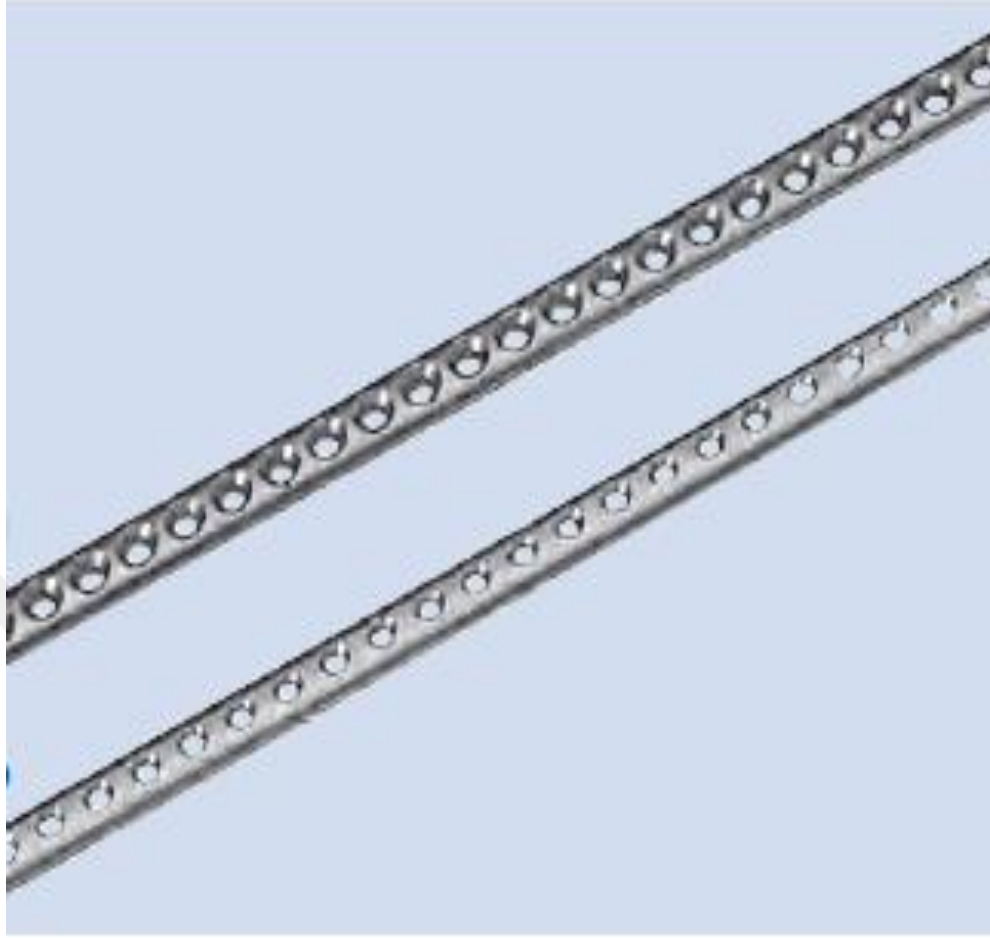
Kompresyon ve LC-DCP plaklar, kendi longitudinal eksenlerine göre şekillenebilir, ancak vida deliklerine yapısal hasar vermeden düz yüzeyde düzleminde bükülmezler. Rekonstrüksiyon plakları (Synthes), anatomisi karmaşık olan kemikler için bu zorlukların üstesinden gelecek şekilde tasarlanmıştır. Çentikler, plağın yatay yüzey şekillenmesine izin vermek için plağın kenarlarına tasarlanmıştır (Şekil 1.16). Bu plak türünü seçerken ve kullanırken dikkatli olunmalıdır. Rekonstrüksiyon plakaları DCP'den önemli ölçüde daha serttir (Brinker ve ark., 1998 ve Piermattei ve ark., 2006).



Şekil 1.16. Rekonstruksiyon plağı (Brinker ve ark., 1998).

1.6.3.6. Veterinary Cuttable Plate (VCP)

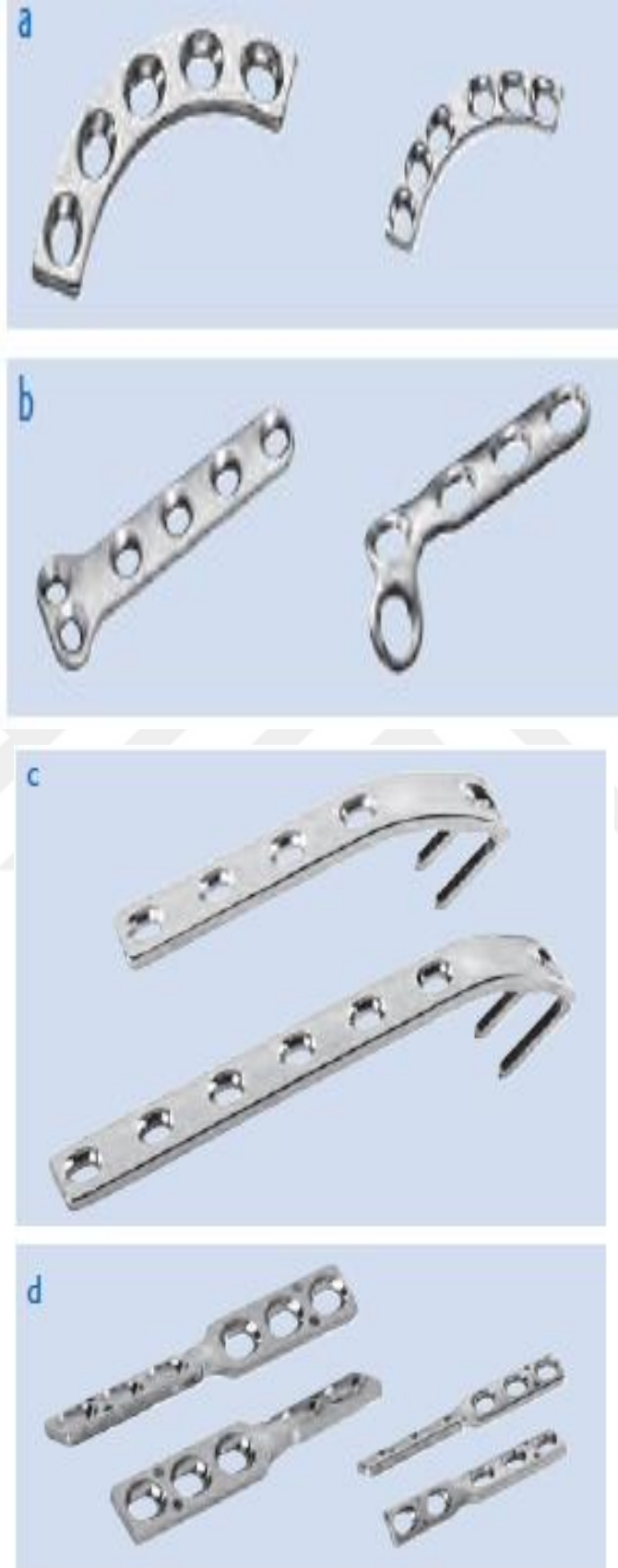
VCP küçük hayvanlarda kullanılmak üzere tasarlanmış çok yönlü bir plaktır. Bu plak iki boyutta bulunmaktadır, 1,5 mm ve 2,0 mm'lik vidalar için (genellikle çok zayıf) ve 2,0 mm ve 2,7 mm'lik vidalar için (çok kalın veya birim başına yeterli vida deliği yoktur, buna ek olarak, 2,7 mm çaplı vida, kemik çapının %25'ini aşabilir ve böylece kemiği zayıflatabilir). VCP, 300 mm uzunluğunda, 7 mm genişliğinde ve 1,0 mm kalınlığında (1,5 veya 2,0 mm vidalar) veya 1,5 mm kalınlığında (2,0 veya 2,7 mm vidalar) bulunmaktadır. VCP plağı kompresyon plağı değil ancak plak birim uzunluğu başına çok sayıda vida deliği bulunur. Plak nispeten zayıf bir plaktır, plağın efektif sertliğini artırmak için plaklar üst üste istiflenebilir. İstiflenmek, aynı delik boyutundaki plakları kullanılarak yapılabilir veya küçük delikler daha büyük delikler olan deliklerin üzerine yerleştirilen bir plakla yapılabilir. Plak küçük bir pin veya tel kesici ile vida deliği hizasından kolayca kesilebilir, böylece bir plak çeşitli durumlarda kullanılabilir ve diğer plaklara kıyasla çok ekonomiktir. Vida deliklerini hafifçe eksantrik (kırılma hattından uzakta) delerek küçük bir miktar kemik kompresyon elde edilebilir. Plak primer olarak, küçük ırklardaki parçalı uzun kemik kırıklarında, pelvis kırıklarında ve büyük ırklarda metakarpal metatarsal kırıklarında kullanılmaktadır (Şekil 1.17) (Johnson ve ark., 2005 ve Piermattei ve ark., 2006).



Şekil 1.17. VCP Plağı (Johnson ve ark., 2005).

1.6.3.7. Veteriner Ortopedide Kullanılan Bazı Özel Plaklar

AO, hayvanların tek biçimli boyutta olmamasından dolayı, küçük hayvanlarda kullanılmak üzere çeşitli özel plaklar geliştirmiştir. Acetabular plaklar, T- ve L- plaklar, proximal femur kırıklarında ve intertrochanterik osteotomilerde kullanılan Double hook plaklar, farklı açılarda sağ ve sol triple pelvik osteotomi plaklar, olekranon, distal ulna veya malleol gibi minimal yumuşak doku kapsamına sahip alanlarda kullanılan tubular plaklar, miniplaklar ve maxillofacial plaklar tasarlanmıştır (Şekil 1.18.) (Johnson ve ark., 2005 ve Piermattei ve ark., 2006).



Şekil 1.18. Hayvanlarda kullanılan özel plaklar (Johnson ve ark., 2005).

1.6.4. Kilitli Sistem Plaklar

1.6.4.1. Kilitli Sistemin Çalışma Prensibi

Kilitlenen plak sistemi, vidanın plak deliğine kilitlendiği sistemdir. Kilitlenme mekanizması tipik olarak vida başında ve plak deliğinde karşılık gelen yivler bulunur, her ikisi de hafif bir koniklikle vida başının tabanı plak deliğinin tabanına erişirken kilitlenirler. Kilitlenme plak yapısı bir internal-eksternal iskelet sabitleyicisi ile kıyaslanabilir. Bu nedenle, kilitlenme plaklarına bazen internal fiksatorler denir. Kilitlenme plağı, vidalar tarafından oluşturulan aksel kuvvet kemik yüzeyi üzerine kompresyon yaratmamaktadır. Bu, plak-kemik friksiyon temasının artık önemli olmadığı anlamına gelir. En önemlisi, yapı stabilitesi vida-kemik arayüzünün özelliğine daha az bağımlıdır (Arthurs, 2015). Plak-vida konstrüksiyonu, yük taşıyan bir araç gibi işlev görür. Bir aksel yükü makaslama gerilimine dönüştüren konvensiyonel plakların aksine, kilitlenme yapıları bir aksel (axial) yükü bir kompresyon kuvvetine dönüştürür (Egol ve ark., 2004 ve Gautier ve ark, 2000).

Kilitlenme plakları, kan akımının bozulmasını en aza indirgenmesiyle biyolojik kırık iyileşmesine uyum gösterir. Konvensiyonel plakların aksine, stabilizeyi sağlamak kemik üzerine kompresyon yapmasına bağlı değildir ve bu nedenle periost kan dolaşımı korunur. Bu faktörler iyileşme süresinin ve enfeksiyon riskinin azalmasını da katkıda bulunur. Vidalar minimum gerilme preload'u altında olması ve plağın altında daha az kemik resorpsiyonunun oluşmasının beklenmesi nedeniyle, vidalar monokortikal olarak yerleştirilebilir. Monokortikal vidaların kullanımı, bikortikal vidaları kullanan plak sistemleri ile karşılaştırıldığında, endosteal kan akımını korur, daha az vasküler travma ile bilateral veya dikdörtgen plakların kullanımına izin verir (Guerrero ve ark., 2014).

1.6.4.2. Locking Compression Plate (LCP)

Kilitli kompresyon plağı (LCP), kemiğe uygulanacak basınç kuvvetlerine olan ihtiyacı ortadan kaldırarak LC-DCP sisteminin vaskülaritesini koruyan alttaki geometrik avantajlarını barındırdığı için eşsiz bir implanttır (Tacvorian, 2012). LCP plağı, konvansiyonel deliği yivli delik ile birleştirir. Maksimum sayıda kombinasyon ve seğeneğe izin vermek için, LCP'nin kombinasyon deliği, konvansiyonel bir vidayı veya bir kilitli başlı vidasını (Locking Head Screw-LHS) barındıracak şekilde tasarlanmıştır. Sonuç olarak, LCP konvansiyonel delikler kullanılarak bir kompresyon plağı olarak kullanılabilir, dişli delikleri kullanarak kilitlenebilen internal fiksator plağı olarak kullanılabilir, veya her iki deliği de içeren bir kombinasyon/hibrid plağı olarak kullanılabilir (şekil 1.19) (Frigg, 2003; Perren, 2003 ve Wagner, 2003).



Şekil 1.19. LCP Plağı (Stoffel ve ark., 2007).

Bu yeni teknikler, özellikle farklı vidaların uygulanma sırasında çok dikkatli preoperatif planlama gerektirir, çünkü bu işlem, her bir tekniği yöneten prensiplerin net bir şekilde anlaşılmasını gerektirir. Sistemin çok yönlülüğü, kırık iyileşmesinin bozulmasıyla beraber uygulama hatalarının riskini artırabilir (Sommer, 2006).

İn vitro biyomekanik testi Aguila ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada yapılmıştır. 20 mm'lik bir osteotomi boşluğuna sahip 14 çift femur kemiği sabitlendiğinde LC-DCP ve LCP plakalarının karşılaştırılmasının sonucunda, dört noktalı eğilme işleminde her iki plağın yapısal sertliğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. LC-DCP sistemi siklik torsiyonlarda test edildiğinde belirgin olarak daha sert olduğu bulunmuştur (Aguila ve ark., 2005).

1.6.4.3. String of Pearls (SOP) Plağı

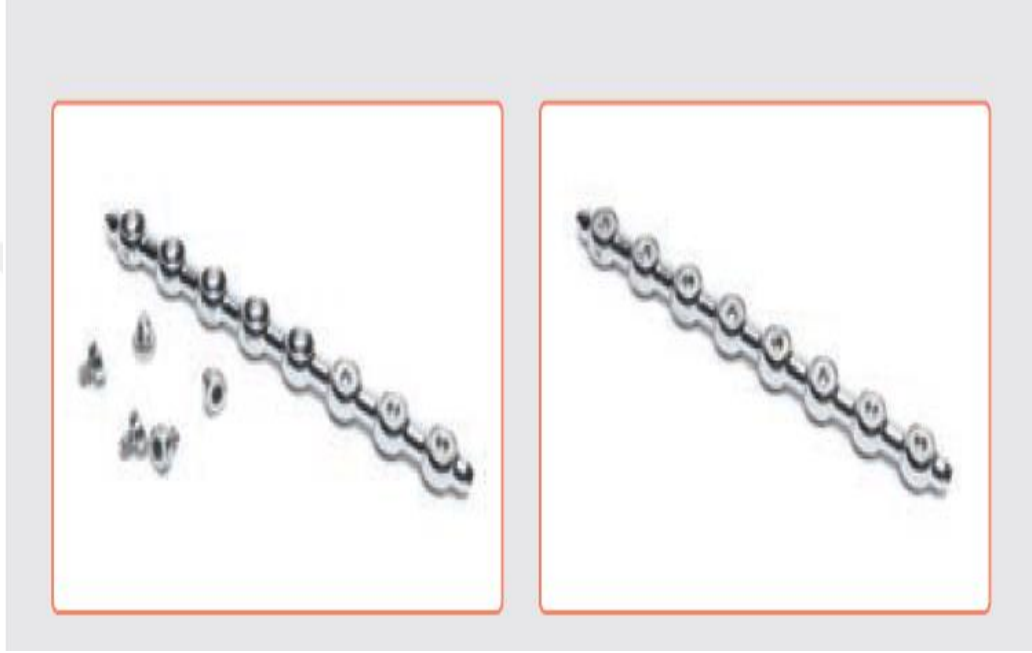
Boncuk dizisi String-of-Pearls (SOP) (Orthomed Ltd., Huddersfield, Birleşik Krallık) plak sistemi veteriner kullanımı için tasarlanmış paslanmaz çelik bir kilitleme plağı olan sistemdir (Ness, 2009a). Bu plaklar, lateromedial dorsoventral ve torsiyonel şekilde altı açıda serbest olarak şekillendirilebilir. Bu yapıda stabiliteyi sağlamak kemik-plak friksiyonuna bağlı değil, çünkü konvensiyonel plakların aksine, kemik yüzeyine tam şekillendirmesi gerekmez (Kraus ve Ness, 2007). SOP plağı, bir dizi silindirik kesitten ("internodes") ve küresel bileşenlerden ("pearls") oluşur. SOP küresel bileşeni, standart bir kortikal kemik vidasının kullanılmasını kabul eder. Vida deliklerinin alt kısmı dişli bir kesitten oluşur ve diğer kesitte vida başının gerilmesi sağlanır. Vida başı küresel bileşene indirildiğinde, çıkıntı ile temas eder ve vida başının boncuk içine oturması için baskı yapar. Vida dişi ile dişli plak deliği arasındaki geniş temas yüzeyi, bu sistem için kaydedilen yüksek itme kuvvetini açıklar (Şekil 1.20) (Baroncelli ve ark., 2013).



Şekil 1.20. SOP-plağı (Beierer, 2014)

SOP implantı standart kortikal vidaların kilitlenme vidaları olarak kullanılması üzere tasarlanmıştır. Bu plaklar herhangi bir düzlemde kolayca kontrol edilebilir veya bükülebilir ve diğer çağdaş kilitlenme vidası sistemlerine göre benzersiz enine kesit (cross-sectional) tasarımlarından dolayı daha yüksek bükülme gerilmelerine direnebilmektedir. SOP silindirik şekli üniform alan atalet momenti (Area Moment of İnertia) sağlar. Küresel vida delikleri, düğüm (internod) noktaları bileşenlerine kıyasla daha fazla sertlik sağlar ve bu nedenle çoğu diğer implant sistemlerinde olduğu gibi bir gerilme yükselmesi olarak işlev görmemektedir. Plağı ekseninde etrafında döndürme özelliği, konvansiyonel kilitlenme plakları ile bağlantılı vida açılmasının sınırlı olması nedeniyle intramedüller implantların uygun bikortikal vida yerleşimini engelleyebildiğinde özellikle vida yerleştirilmesi sırasında yardımcı olur. Plağın longitudinal ekseninde boyunca bükülmesi, plağın sertliğini azaltır ve plak zayıflamasını önlemek için düğüm noktaları başına 20° ile sınırlandırılmalıdır (Kowaleski, 2009).

Bükülmeyi sağlamak için, SOP sistemine özgü plak bükme pensleri kullanılmaktadır ve delik deformasyon olasılığını azaltmak için her düğüme (vida deliği) 'tee' adı verilen küçük bir parça yerleştirilmelidir (Şekil 1.21) (Arthurs, 2015).

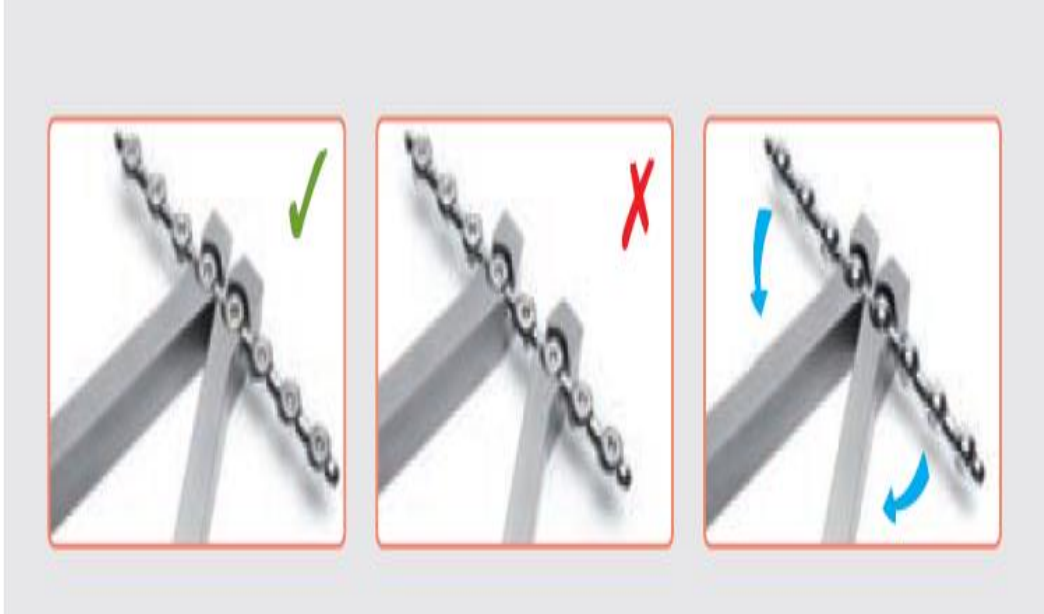


Şekil 1.21. SOP 'nin ek parçaları (bending Tee) (Kraus ve Ness, 2007).

İmplantın dairesel enine kesiti ve boncukların düğüm noktaları ile karşılaştırıldığında arttırılmış çapı, implanta nispeten tutarlı bir rijitlik profili verir. Vida delikleri zayıf nokta değildir. Boncuğun büyüklüğü, konturlama veya yük taşıma sırasında deformasyona karşı korur (Kraus ve Ness, 2007).

1.6.4.3.1. SOP Bükme Tekniği

Plağın kontrollü bükülmesi ve bükülmesine izin vermek için SOP plakaları için özel bükme demirleri geliştirilmiştir. Bükme demirler, bükme işleminde, geleneksel kemik plaklarında kullanılan geleneksel bükme demirleri ile karşılaştırıldığında geleneksel bir plağın bir noktasında buruşuk yerine yumuşak düzgün bir bükülme sağlar. SOP eğme demirleri, bükülmenin nerede oluşacağını ve her zaman deliğin fonksiyonel bütünlüğünü kontrol eder. Boncuklara yerleştiren ek parçaların (bending tees) kullanımını, boncuğu kesinlikle himaye eder ve konturlama esnasında kilitleme işlevini tamamen korur (Şekil 1.22 ve 1.23) (Kraus ve Ness, 2007).

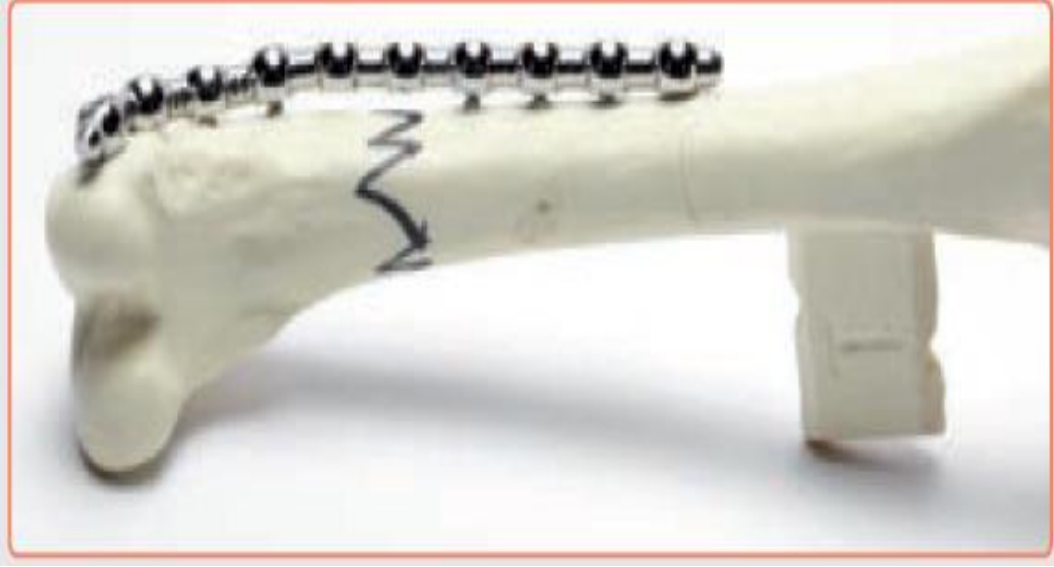


Şekil 1.22. SOP bükme tekniği (Kraus ve Ness, 2007).



Şekil 1.23. SOP Bükme tekniği (Kraus ve Ness, 2007).

SOP distal yönü femur kondillerini caudal olarak izlemek üzere şekillendirilebilir ve femur boynuna yönlendirecek şekilde bükülebilir. SOP yumuşak doku tüneline yerleştirilir ve kontur gözden geçirilir. Unikortikal vidalar uygundur ve kırık üzerinde bile "boş" vida delikleri kabul edilebilir. SOP direkt olarak kemiğe temas etmesi gerekmez (Şekil 1.24) (Kraus ve Ness, 2007).



Şekil 1.24. SOP plağında mükemmel konturlamanın gerekli olmadığını görüntüsü (Kraus ve Ness, 2007).

1.6.4.3.2. SOP'nin Biyomekaniği

SOP da dâhil olmak üzere kilitleme sistemleri, anatomik olarak rekonstrüksiyon oluşan bir kırığa uygulandıklarında daima "destek" sistemleri olarak işlev görmektedir. İnterlocking plakların vidaları, konsol bükülmesine maruz kalan transvers destek elemanları olarak işlev görür. Ağırlık taşıyan kemik üzerindeki primer yükler kemiğin uzun eksenine boyunca aksel olarak bulunmaktadır. Kemikteki aksel yük vida ile çarpışınca, bu yük kemik ile vidanın arayüzünden vidaya aktarılır, daha sonra plağa, daha sonra kırığın diğer tarafındaki vidaya, sonra da kemiğe. Burada, plağın kemiğe çekilmemesi dolayısıyla vidanın çekilme direnci de azalır. En önemlisi, vida bütünsel olarak ve daima kırık bölgelerindeki kuvvetlerin iletiminin bir parçasıdır (Kowaleski, 2009).

Özellikle, kuvvetlerin daha az sert bir elemandan (vida) daha sert bir elemana (plak veya SOP) aktarılması için vida-plak arayüzünde farklı bir gerilme yükselmesi bulunmaktadır. Vidalara kırık hattı boyunca aşırı derecede döngüsel güç uygulanırsa, vidanın başarısızlığına ve kolayca kırılmasına neden olur (Kowaleski, 2009).

Patentli çift kilit sistemi, boncuğa vida dışının takılması ve vida başı ile boncuğun deliği arasındaki girişim ile işlev görür (Malenfant ve Sod, 2014).

SOP kesit alanı r 20mm'dir. Bir vidanın boyutu yaklaşık 5 mm'dir. Bu nedenle, kırığın her iki yanına üç veya dört vida uygulayarak vidaların kesilme alanı yaklaşık SOP'nin kesit alanına eşit olacaktır (Kowaleski, 2009). SOP tasarımı, internodlardan daha büyük bir AMI'ye sahip olan vida deliklerinde (boncuklar) sonuçlandırıldığından, boş vida delikleri artık plak boyunca zayıf noktalar değildir (Rutherford ve ark., 2015).

1.6.4.4. Advanced Locking Plate System (ALPS)

Advanced Locking Plate System (ALPS) gelişmiş Kilitlenme Plak Sistemi (ALPS, Kyon, Inc., Zürih, İsviçre), veteriner kullanımı için özel olarak geliştirilen yeni bir kilitlenme plağı sistemidir (Guerrero ve ark, 2014). ALPS sistemi avantajlı görünen birkaç özelliğe sahiptir; yani her iki düzlemdeki şekillendirici plakalar çoğu kemiğe yerleştirmeyi kolaylaştırır ve plağın geometrisi, yapım gücünü artırırken minimum düzeyde periost kan dolaşımını etkiler (Boudrieau, 2010). Özel olarak tasarlanmış düzlem içi bükme penseleri, vida deliklerini korumak için hassas bükülme sağlar (Şekil 1.25) (Guerrero ve ark., 2014).

Çoğu durumda eğilme miktarı yeterlidir. Daha fazla bükülmeye ihtiyaç duyulan tarsal panartrodezi için mediale uygulanmış plağın doğru eklem açısı elde edilemeyebilir. Guerrero ve arkadaşları, 71 küçük hayvan hastasında yapılan retrospektif bir değerlendirmede, ALPS'in, kırıklarda ve bazı diğer ortopedik durumlarda, küçük hayvanların tedavisi için uygun olduğu sonucuna varmışlardır (Guerrero ve ark., 2014).



Şekil 1.25. ALPS plağa özel olarak tasarlanmış bükme penseleri (Guerrero ve ark., 2014).

Kilitlenme mekanizması, dişli vida başı takıldığında plak deliğinde dikey sırtların plastik deformasyonu ile çalışır. Bu durum, vidaların değişken açıyla eklenmesine izin vermek için tasarlanmıştır (Şekil 1.26). Vidalar, toplamda 20 derece koni veren aksiyalden 10 dereceye kadar bir açıyla yerleştirilebilir (Arthurs, 2015).



Şekil 1.26. Farklı açılarla yerleştirilen iki kilitleme vidalı plak (Arthurs, 2015).

Taraklı geometri ve titanyum yapısı, kemiğe teması azaltarak, enfeksiyona karşı direncin artmasına ve iyileşme süresinin kısılmasına izin vermektedir. Plaktaki vida delikleri, standart vidaların çeşitli açılarda veya kilitlenebilen başlı vidaların sabit açılı olarak yerleştirebilmesine olanak tanır. Delikteki kilitlenme mekanizması vidanın şaftına yivleri tutturarak işlev görür. Vida, vida başı tarafından son birkaç dişe eriştiğinde, kilitlenme mekanizması tam olarak sağlanır, yivlerin çapı azaltılır ve plak kemiğe doğru çekilir (Inauen ve ark., 2009).

1.6.4.5. Fixin

Fixin sistemi (Trauma Vet, Rivoli, İtalya), paslanmaz çelik bir destek (plak) içine yerleştirilen bir titanyum takoz olarak kullanılmaktadır. Ek olarak bir kilitlenme vidasını barındırır. Her bir sistemin benzersiz özellikleri, endikasyonları ve uygulama ile ilgili özel talimatları vardır (Kowaleski, 2009).

Ek parça plak deliğine vidalanır. Parça, daha sonra vida başını kabul eder ve kilitlenme mekanizması iki dereceli koni biçiminde şekillenir. Parçada eş olan iki dereceli sivrileşen koni biçimli deliğe vidanın yivli olmayan başı kilitlenir. Vidaların takılması, sökülmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi kolay olmalı ve çapraz yiv açılmamalıdır. Soğuk yapışma (Cold welding) oluşmamaktadır ve oluşursa bile parça kaldırılması kolaydır. Sistemi kullanmak için plaklar ve özel vidalar da dâhil olmak üzere bir dizi alet ve implant gereklidir (Şekil 1.27) (Arthurs, 2015).



Şekil 1.27. Fixin plağı (Arthurs, 2015).

Bir retrospektif çalışma, 2005 yılından 2010 yılına kadar olan dönemde Fixin kilitlenme plak sistemini kullanarak 75 köpeğin 82 apendiküler kırığının stabilizasyonunu değerlendirmiştir. Radyografik muayene cerrahiye takiben 8 gün ile 2 yıl arasında (ortalama 60 gün) gerçekleştirilmiş, 82 kırıktan 73'ü (%89) komplikasyonsuz olarak iyileşmiştir. Altı köpekte (%7) major komplikasyonlar görülmüştür. Ekstremitte işlevi 73/75 (%97) köpekte 'normal', 2/75 (%3) olguda 'hafif topallık' olarak derecelendirilmiştir. Fixin kilitli kemik plak sistemi, köpeklerde apandiküler kırıkların stabilizasyonu için kabul edilebilir bir implant seçimi olarak görünmektedir (Nicetto ve ark., 2013).

Bu çalışmanın amaçları;

Veteriner ortopedi ve travmatoloji literatüründe yer alan ve giderek popülaritesini arttıran String-of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) nin kedi ve köpeklerin femur kırıklarının sağaltımında kullanması ve alınan sonuçların klinik ve radyolojik değerlendirilmesidir.

SOP plak sistemi plak-vida bölümlerinin kilitlenme özelliğine sahip olması, plak konfigürasyonunun kolayca kemik konfigürasyonuna uyum sağlayacak şekilde bükülebilmesi, vidaların 6 derece açı ile farklı yönlere gönderilebilmesi (bu özelliğe sahip tek plak olması), non-contact uygulanabilmesi avantajları ile kırık fiksasyon ve sağaltımında yeni bir malzeme olması ve kırık fiksasyonunda karşılaştığımız komplikasyonlar da göz önüne alındığında SOP-Kilitli Plak Sisteminin faydalı bir teknik olacağı kanısını taşımaktadır.

SOP plağın uygulanması ve klinik olgular üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları, operasyon öncesi ve sonrası elde edilen klinik ve radyolojik verilerle tekniğin avantaj ve dezavantajları belirlemesi ve Ulusal Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji'ye bilimsel katkıda bulunmasıdır.

2. Gereç ve Yöntem

2.1. Olgular

Çalışma materyalini, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı Ortopedi ve Travmatoloji Küçük Hayvan Kliniği'ne, Ağustos 2016-Şubat 2018 tarihleri arasında getirilen olguların hasta sahiplerinden alınan onamdan sonra preoperatif klinik ve radyografik muayeneler sonucu femur kemiğinin kırığı nedeniyle topallık semptomlar gösteren ve eşzamanlı nörolojik, metabolik ve diğer bulaşıcı hastalıklardan arınmış olan değişik, yaş, cinsiyet ve ırktaki 7 kedi ve 2 köpekte oluşan 10 femur kırığı oluşturdu (Çizelge 2.1).

Bu çalışma; Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurul Komisyonu Başkanlığı'nın 30-03-2016 tarihli, 2016-8-92 sayılı kararı ile gerçekleştirildi.

Çizelge 2.1. Çalışma materyalini oluşturan olgulara ait bilgiler.

Olgu No	Hayvan Türü ve Irkı	Yaş	Cinsiyet	CA(Kg)	Etiyoloji	Lezyon Yeri	Kırığın Anatomik Yeri
1	Köpek Terrier	9 Aylık	E	7,5	Yüksekten Düşme	Sol	Suprakondiler femur
2	Kedi Melez	9 Aylık	E	3	Yüksekten Düşme	Sağ ve Sol	Suprakondiler femur
3	Kedi Tekir	1.5 Yıl	E	4,5	Yüksekten Düşme	Sol	Parçalı diaphysis femur
4	Kedi British short hair	1.5 Yıl	D	3,2	Yüksekten Düşme	Sol	Suprakondiler femur
5	Köpek Melez	2 Yıl	E	25	Trafik Kazası	Sol	Oblik distal femur
6	Kedi Tekir	2 Yıl	E	4	Köpek Saldırısı	Sol	Parçalı distal femur
7	Kedi Melez	2 Yıl	E	4	Yüksekten Düşme	Sol	Suprakondiler femur
8	Kedi Melez	1,5	E	3,5	Yüksekten Düşme	Sol	1/3 Oblik distal femur
9	Kedi Melez	9 Aylık	D	1,2	Yüksekten Düşme	Sol	Parçalı distal femur

D: Dişi, E: Erkek,

2.2. İmplantlar ve Aletler

2.2.1. SOP Plağı

Femur'un anatomisine göre ve kırık hattına uygun olan 2,0; 2,7 ve 3,5 mm farklı delikli SOP (SOP; İstanbul İmplant, İstanbul, Türkiye) plağı kullanıldı. Plaklar kedi ve küçük, orta ve büyük ırk köpekler için farklı uzunlukta tasarlanmıştır (şekil 2.1) (izelge 2.2).



şekil 2.1. Bu çalışmada kullanılan farklı boy ve delik sayısında SOP plaklar.

Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan SOP plağına ait bilgiler.

Olgu No	Hayvan Türü	Kullanılan plak Boyutu (mm) ve Delik Sayısı	Kullanılan Vida (adet)
1	Köpek	2,7mm (6delikli)	5
2	Kedi	2 mm (5 delikli)	4
3	Kedi	2 mm (5 delikli)	4
4	Kedi	2mm (7 delikli)	5
5	Kedi	2 mm (5 delikli)	5
6	Köpek	3,5mm (10 delikli)	9
7	Kedi	2mm (8 delikli)	7
8	Kedi	2mm (5 delikli)	5
9	Kedi	2mm (8 delikli)	6
10	Kedi	2mm (7delikli)	5

2.2.2. SOP Setinin Diğer Parçaları ve Bükme Tekniği

Plağı bükmeden önce boncuğa (nodes) yerleştirilmesi gereken ek parçaları (tee) kullanıldı (şekil 2.2).



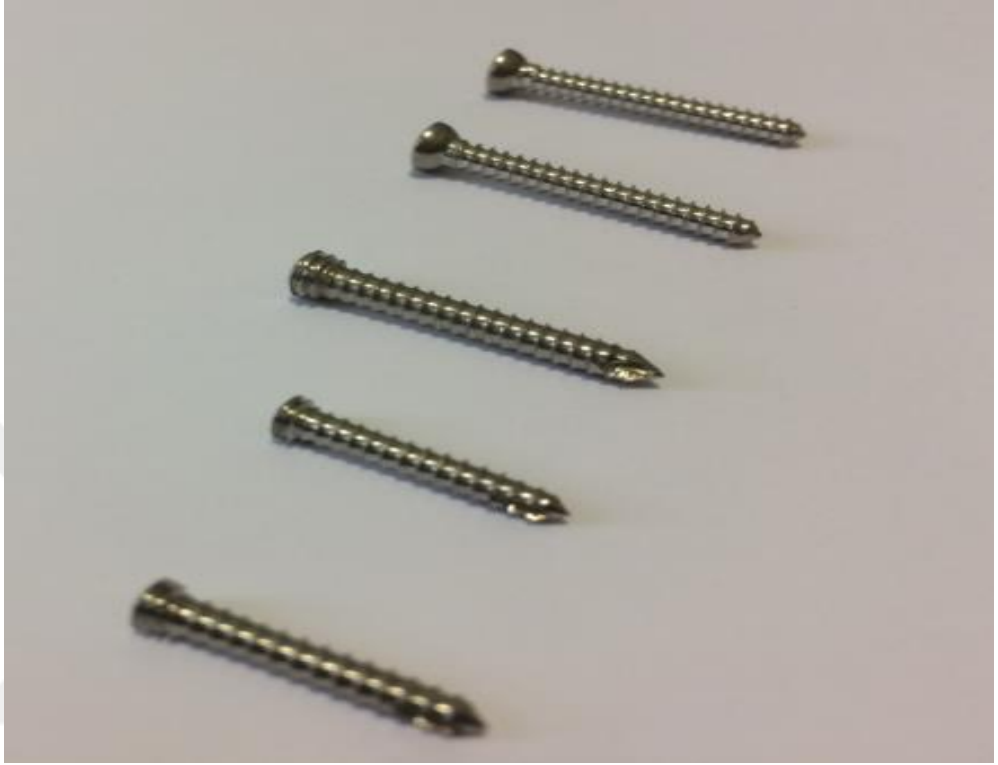
şekil 2.2. SOP boncuğlarına takılan ek parçalar “tee”.

SOP plağının bükülmesi için özel bükme aletleri kullanıldı, bu özel tasarlanmış bükme aletine plağın boncukları takılarak plak büküldü (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. SOP plağın özel bükme demirleri.

Plağı kemiğe sabitlemek için plağın boyutuna göre genel olarak çeşitli boyutta ve uzunlukta kortikal vidalar kullanıldı (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Kortikal vidalar.

Kırık bölgesine ulaőtıktan sonra kırık redüksiyonu yapıldı. Kırığın tipine göre SOP plağın bükülmesi gerektiğinde, plak ilk önce kemik üzerinde Őekillendirildi ve bükülmesi gereken yer belirlendi. Bükme tekniği SOP plağın özel bükme aletlerini kullanarak bükme aletine plağın yan yana olan boncukları (nodes) bükülmesi gereken yerden belirlendi ve ek parçalar (teesler) yerleőtirerek bükülmesi yapıldı.

2.2.3. Rutin Ortopedik Cerrahi Seti ve Yardımcı Aletler

Çalışmada; rutin cerrahi yumuşak doku ve ortopedik cerrahi setlerine ek olarak, redüksiyon forsepsleri, driller, dril rehberleri, vida derinlikölçer, ortopedik tornavidalar, değişik boy ve çaplarda osteotomlar, kemik tutma pensi, değişik çap ve uzunlukta küretler ile dikiş materyalleri kullanıldı. Radyolojik muayeneler ise, (Innomed marka, TOP-X HF 2003 model, USA.) 2 tüplü röntgen tanı cihazı ile yapıldı.

2.3. Tez Olgularının Değerlendirme Protokolü

Kırık şüphesi ile gelen hastaların anemnezi alındıktan sonra, genel muayene, ortopedik ve radyolojik muayeneleri yapıldı. Femur kemiğinde kırık tespit edildi ve ‘Hasta İlk Muayene Formu’ (Çizelge 2.3.) tarafımızdan dolduruldu. Femur kırığı saptanan hastaların sahiplerine SOP plağın hakkında detaylı bilgi verilerek bu plağın uygulanması yönünde ‘‘SOP plağının Aydınlatılmış Onam Formu’’ (Çizelge 2.4.) yazılı onayları alındı ve daha sonra olgular çalışmamıza dâhil edildi.

Çizelge 2.3. Hasta İlk Muayene ve Takip Formu.

Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği				
Hasta İlk Muayene ve Takip Formu				
Vaka No:				
Hasta Sahibi Bilgileri;				
Ad Soyad :		Tel :	Adres :	
Hasta Bilgileri ;				
Hayvanın Türü :	Irkı:	Yaşı:	Cinsiyeti:	Kilosu:
Anamnez;				
Kırığın Sebebi:		Kırılan ekstremitenin yeri:		
Operasyon Tarihi:		Süresi:		
Post-op Değerlendirme				
Klinik muayene bulguları;				
0 gü	10 gün	30 gün	60 gün	90 gün
Radyolojik muayene bulguları;				
0 gün	10 gün	30 gün	60 gün	0 gün
Komplikasyonlar:				

Çizelge 2.4. Hastaların Aydınlatılmış Onam Formu.

ANABİLİM DALI ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ		
AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU		
<p>Çalışmanın Başlığı: Kedi ve Köpeklerde femur kırıklarının String-of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) ile sağaltımı ve alınan sonuçların klinik ve radyografik değerlendirilmesi.</p>		
<p>Çalışmadaki araştırmacılar: Prof. Dr. Hasan BİLGİLİ; Veteriner Hekim Doktora Öğrencisi Shaheen JAAFAR, Veteriner Hekim Doktora Öğrencisi Arş. Gör. Sinan ULUSAN.</p>		
İMZALAMADAN ÖNCE LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !		
<p>Ben, aşağıda imzası bulunan ve sahibi olduğum adlı, ırkındaki, yaşındaki cinsiyetindeki, köpeğimin yukarıda adı geçen araştırmacılara ait araştırmaya (.....) kendi rızam ile dahil edilmesini uygun ve gerekli gördüğümü belirtirim.</p>		
<p>Araştırmacılar, yukarıda belirtilen projenin amacını, proje ile ilgili tüm operasyon prosedürünü, projeden doğabilecek olası tüm yararları ve zararları, diğer tüm alternatif tedavi yöntemlerini, projeden elde edilecek verilerin eğitim ve bilimsel makale olarak yayınlanabileceğini ve kullanılabilirliğini detaylı olarak tarafıma belirterek ve konuyla ilgili tüm sorularımı detaylı olarak yanıtladıklarını, bu çalışmaya katılırken hiçbir şekilde finansal destek istemeyeceğimi ve evcil hayvanımın tedavisi ile ilgili normal tedavi ücretini ödeyeceğimi, araştırmacılar tarafından kendi isteğim ile herhangi bir zamanda çalışmadan çıkabileceğimin tarafıma belirtildiğini ve yasal olarak reşit olduğumu teyit ve beyan ederim ve yasal olarak izin verdiğimi belirtirim.</p>		
HASTA SAHİBİNİN ADI VE SOYADI:	İMZA	TARİH
ARAŞTIRMACILARIN ADI VE SOYADI: Prof. Dr. HASAN BİLGİLİ		
	İMZA	TARİH
VETERİNER HEKİM: SHAHEEN JAAFAR	İMZA	TARİH
VETERİNER HEKİM: SİNAN ULUSAN	İMZA	TARİH

2.4. Yöntem

2.4.1. Preoperatif Değerlendirme

Hastaların genel, klinik ve ortopedik muayeneleri yapıldıktan sonra, radyolojik muayeneler izledi. Radyolojik muayenede ilgili bacağın craniocaudal ve mediolateral radyografileri çekildi. Röntgen filmleri üzerinde yapılan ön çalışma ve ölçümlerden sonra uygun boyuttaki plak ve vidalar belirlendi.

Radyografik muayeneye izin vermeyen hastalarda röntgen çekimi, domitor (Alfazyne®, 20 ml, Egevet) 1-2 mg/kg dozunda intramuskuler uygulanarak sedasyon altında gerçekleştirildi.

2.4.2. Olgunun ve Operasyon Setlerinin Hazırlanması

Hasta sahiplerine, operasyona alınacak olguya, operasyondan önce 12 saat süreyle herhangi bir gıda vermemeleri ve 4 saat öncesine kadar da su verilmemesi öğütlendi. Tüm operasyon setleri ve kullanılacak yardımcı aletler kuru sterilizatörde, 155°C'de 60 dakika süre ile sterilize edildi.

2.4.3. Olgulara Anestezi Uygulanması ve Operasyon Bölgesinin Hazırlanması

Hastalar anestezi hazırlık odasına alındı, hastanın boyutuna göre uygun intraket kullanarak damar yolu açıldı. Olgulara protokol olarak preoperatif antibiyotik cefazol (cephasoline 20 mg/kg) İ.V, analjezi ise morfin (Morfin HCL ®, Galen, Türkiye) (0,2 mg/kg) SC yapıldı.

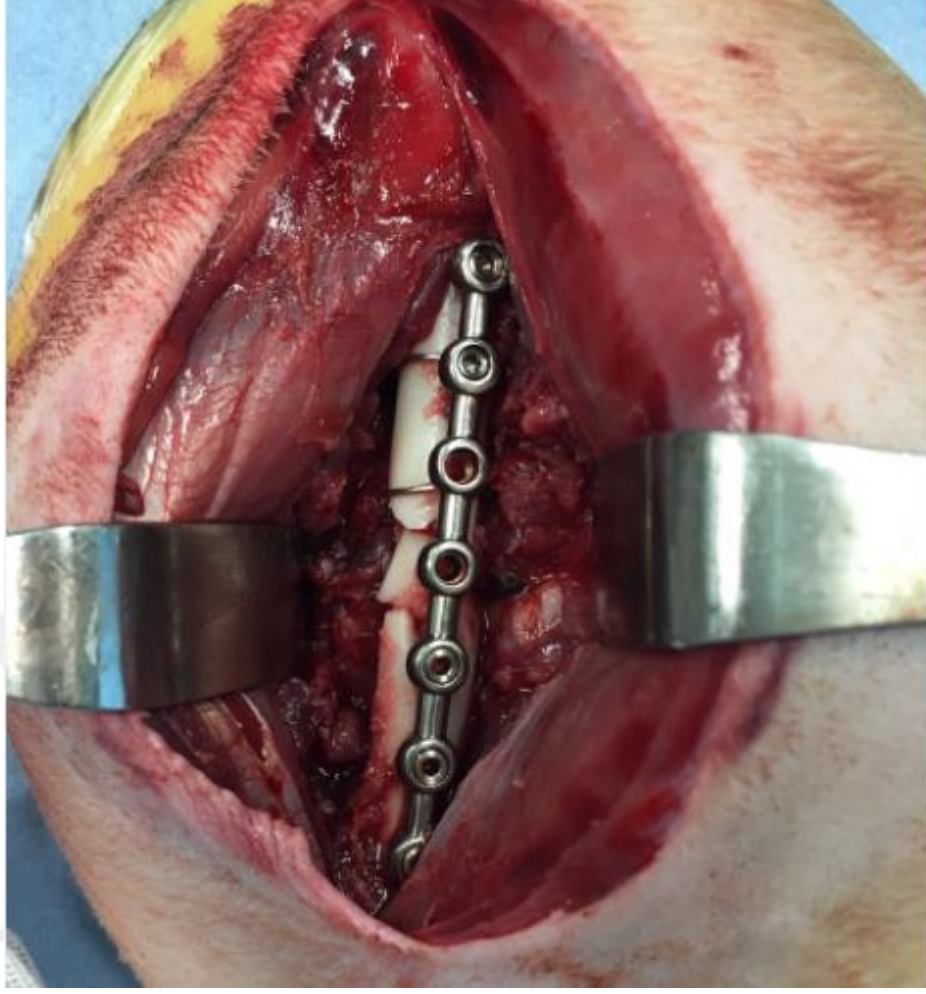
Olgulara genel anestezi uygulaması (Propofol %10) 6 mg/kg İ.V başlayarak daha sonra hayvanın boyutuna göre endotraheal tüp yerleştirilip isoflorane (Isoflurane®, Eczacıbaşı-Baxter, Türkiye) ve oksijen karışımı ile devam edildi. Özellikle kedilerde preanestezik domitor 1-2 mg/kg kas içi kullanıldı.

Genel anestezi uygulamasından sonra, tüm olgularda lateral pozisyonda ilgili bacak üstte kalacak şekilde operasyon masasına yatırıldı. Femur'un medial'i açığa çıkacak şekilde, femur'un proximal ve distal kısmı arasında kalan bölgenin kılları tıraş edildi. Operasyon bölgesi, önce %10'luk 78 benzalkonyum klorür (Zefiran®, İsan), daha sonra da %10'luk iyot solüsyonu (Batticon®, Adeka) ile dezenfekte edildi. Bu işlemden sonra bölge steril serviyetlerle sınırlandırıldı.

2.4.4. Operasyon Bölgesine Yaklaşım

2.4.4.1. Femur'un Diaphysis'ine Yaklaşım

Deri insizyonu, *Trochanter major* seviyesinden patella seviyesine kadar kemiğin orta hattından craniolateral sınırı boyunca yapıldı. Daha sonra deri insizyonun hemen altında deri altı yağ dokusunun ve süperfisyal fascia'nın insizyonu yapıldı. Deri kenarlarının altı diseksiyon edilip retrakte edildi, *Fascia lata*, *Biceps femoris* kasının cranial sınırı boyunca kesildi. *Biceps femoris*in caudal retraksiyonunu yaparak femur'un diaphysis'i ortaya çıkarıldı. *Vastus lateralis*'i yeterli şekilde geri çekmek için fascial aponevrotik septumun ve kemiğin lateral diaphysis'inden insizyonu yapıldı. Kas ve kemik arasındaki gevşek fascia serbestleştirilerek diaphysis'i cranial yüzündeki vastus lateralis ve intermedius kaslar retrakte edildi (Şekil 2.5) (Coughlan ve Miller, 1998).



Şekil 2.5. Femur diaphysis'ine yaklaşım.

2.4.4.2. Femur'un Distaline Yaklaşım

Patella ve lateral trohlear çıkıntısının muayene edilmesinden sonra, *Tüberositas tibianın* patella seviyesine kadar uzanan kavisli bir parapatellar deri insizyonu, ve daha sonra proximalde de eşit mesafede yapıldı. Deri insizyonu hizasında derialtı fascia insizyonu yapıldı. Derialtı yağ ve fascia'yı diseke ederek, diz ekleminin lateral fascia'sı ve fascia latası açığa çıkarıldı ve deri ile birlikte retrakte edildi. Deridekine benzer başka bir kıvrımlı insizyon da bicepsin cranial sınırı boyunca fascia latada yapıldı. insizyon, diz ekleminin lateral fascia'sının distaline doğru devam edildi. İnsizyon trohlear çıkıntısına doğru devam ederek patella ve patellar ligamentin lateral kenarına paralel olarak kavislendi (Şekil 2.6) (Coughlan ve Miller, 1998).

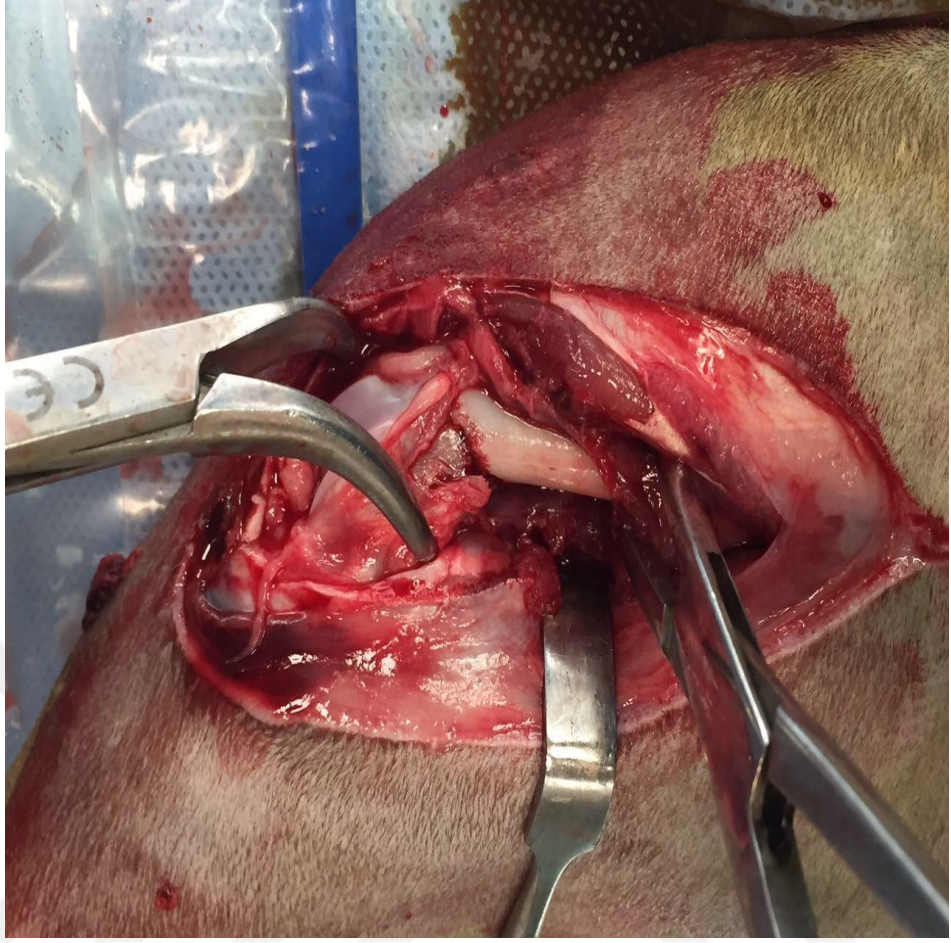


Şekil 2.6. Femur distali'ne yaklaşım .

Kırık fragmentları fikse edildikten sonra kırık hattına ve femur'un anatomik pozisyonuna göre uygun SOP plağı seçildi ve kemiğin üzerine yerleştirildi, uygun drill uçları kullanarak vida delikleri açıldı, kortikal vidalar gönderildi ve redüksiyon sağlandı. Özellikle femur'un distal ve suprakondiler kırıklarında, plak kırık hattına ve femur'un şekline göre bükülerek yerleştirildi. Parçalı kırıklarda ise, fragmentin parçaları serklaj teli kullanarak birbirine tutturuldu; aynı zamanda plak sabitlendikten sonra serklaj telleri kemiği saracak şekilde plağın üzerine de uygulandı (Şekil 2.7; 2.8; 2.9; 2.10; 2.11. ve 2.12.).



Şekil 2.7. Suprakondiler femur kırığının redüksiyonu.



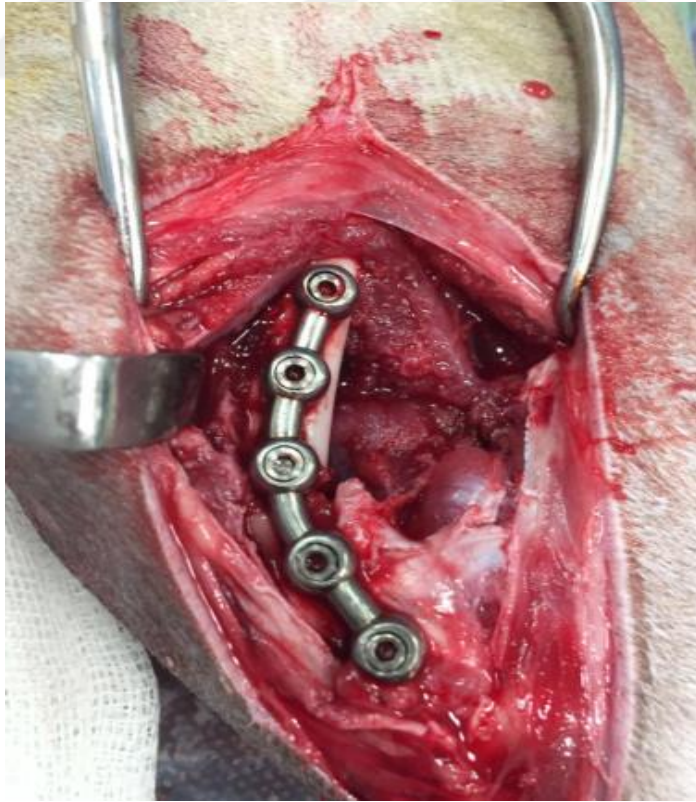
Şekil 2.8. Suprakondiler femur kırığının redüksiyonu.



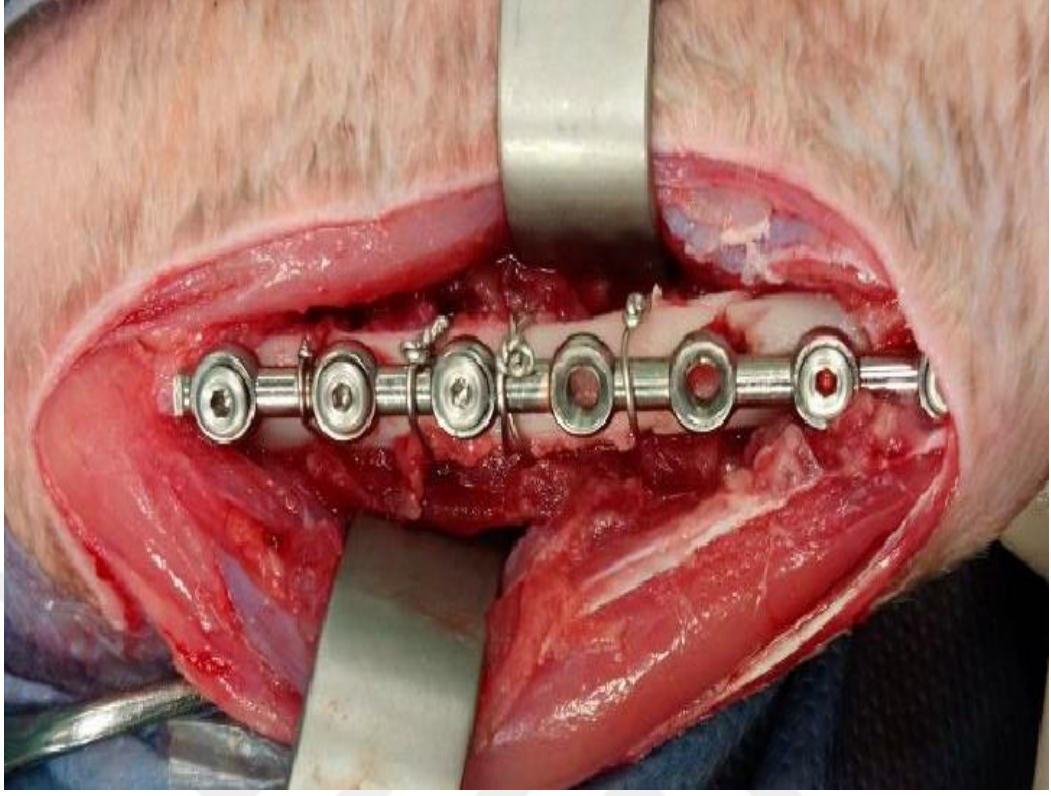
Şekil 2.9. SOP plağın uygulanması.



Şekil 2.10. Sop plağın kemiğe göre bükülmesi.



Şekil 2.11. SOP plağın büküldükten sonra uygulanması.



Şekil 2.12. Parçalı bir kırıkta SOP plağın sarklaj tel ile uygulaması.

Plak yerleştirildikten sonra kesilen fascia ve deri altı emilebilen polyglactine 910 vicryle (USP 2/0 ve ya 0) ipliklerle basit ayrı dikişlerle dikildi, deri ise emilmeyen polypropylene (USP 2/0 ve ya 0) iplikleri ile basit ayrı dikişlerle dikildi. Operasyon insizyon hattına %10'luk povidon iyod (Poviodeks®-Kimpa) uygulanması ile sonlandırıldı. Hastalar reaminasyon odalarına alındı ve uyanana kadar bekletildi.

2.4.5. Postoperatif Uygulamalar

Postoperatif olarak tüm olgulara amoksisilin klavulanik asit (Amoklavin BID®, Deva, Türkiye) antibiyotik 20 mg/kg 12 saat aralıkla 5 gün boyunca kullanıldı. Ağrı kesici ilacı ise meloksikam (Anaflex®, Hektaş, Türkiye) 0,1-0,2 mg/kg deri altı olarak 24 saat aralıkla 3 gün süreyle önerildi. Postoperatif bandaj olguların mizacına göre 10-21 gün süreyle Robert-Jones bandajı uygulaması yapıldı ve olguların boyutuna göre Elizabeth yakalık takıldı. Hayvan sahiplerine insizyon yarasının korunması istendi ve olguların ani ve aşırı efor sarf ettiren hareketlerden kaçınılması önerildi.

2.4.6. Postoperatif Kontroller

2.4.6.1. Postoperatif Klinik Bulguların Kontrolleri

Olguların operasyona takiben ilk klinik muayeneleri operasyondan hemen sonra (0 gün) yapıldı, klinik kontroller postoperatif 10, 30, 60 ve 90 günlerde izlendi. Olguların, insizyon hattındaki yara dudaklarının durumu, yaranın durumu göz önüne alınarak postoperatif 10. günde dikişler uzaklaştırıldı. Hastaların aşırı ve ani hareketlerini kontrol etmek için dar bir alanda ve ya kısa tasma ile tutunulmaları hasta sahiplerine tavsiye edildi.

Klinik muayene bulguları 1, 2, 3, 4, 5, derece olmak üzere skorlandı. buna göre;

- 1) İlgili ekstremitelerini hiç kullanmıyor, ekstremiteler askıda tutuluyor,
- 2) İlgili ekstremitelerinin patisini yere dokunduruyor,
- 3) Ekstremitelerini arada bir kullanıyor, diğer zamanlarda askıda tutuyor,
- 4) Ekstremitelerini sürekli kullanıyor, arada bir askıda tutuyor,
- 5) Ekstremitelerini çok iyi kullanıyor,

kriterleri ile değerlendirilecektir.

2.4.6.2. Postoperatif Radyolojik Bulguların Kontrolleri

Tüm olguların ilk radyolojik kontrolü ilgili ekstremitenin craniocaudal ve mediolateral iki yönde operasyondan hemen sonra alındı, kırık redüksiyonu, stabilizasyonun durumu, plak ve vidaların pozisyonları değerlendirildi. Bu işlem 10, 30, 60 ve 90 günlerde aynı şekilde devam edildi.

Radyolojik muayene bulguları (craniocaudal ve mediolateral radyogramlar üzerinde), 1, 2, 3, 4, 5, derece olmak üzere skorlandı. Buna göre;

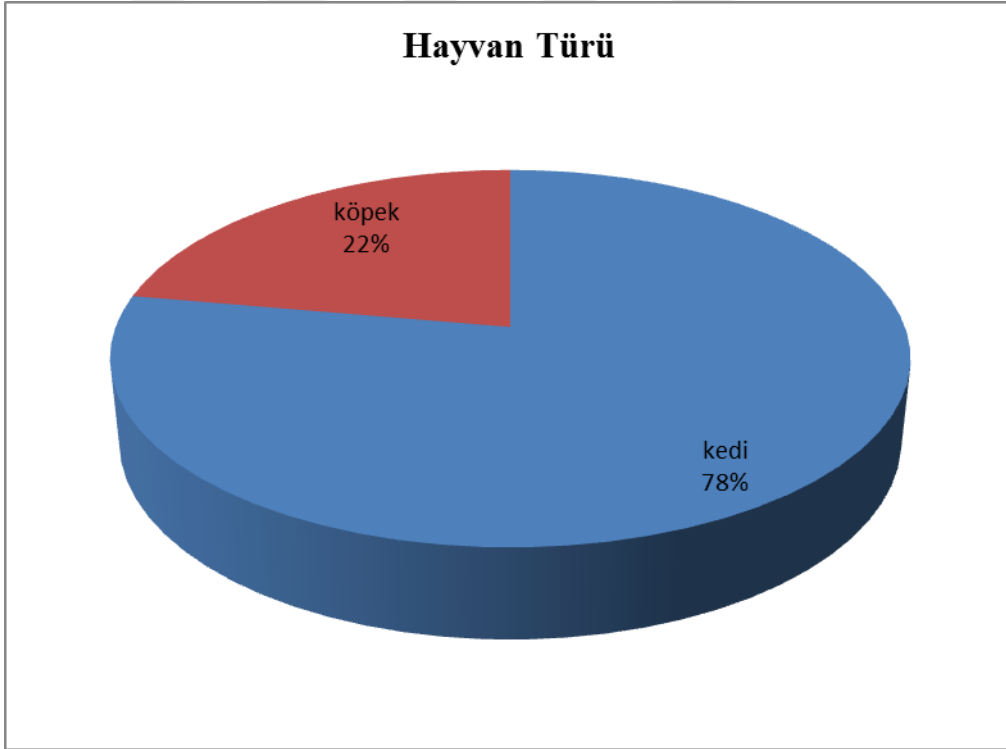
- 1) Kırık hattında açıklık var, kaynama yok,
- 2) Kırık hattında %25 oranında kapanma var,
- 3) Kırık hattında %25-50 oranında kapanma var,
- 4) Kırık hattında %50-75 oranında kapanma var,
- 5) Kırık hattı tamamen iyileşmiş,

3. BULGULAR

3.1. Preoperatif Bulgular

3.1.1. Çalışma Materyalini Oluşturan Hayvan Türü ve Irkların Dağılımı

Çalışma materyalini 4 Melez (bir melez kedide bilateral kırık) ve 3 Tekir toplam 7 kedi oluştururken, 1 Terier ve 1 Melez 2 köpek oluşturdu (Şekil 3.1).

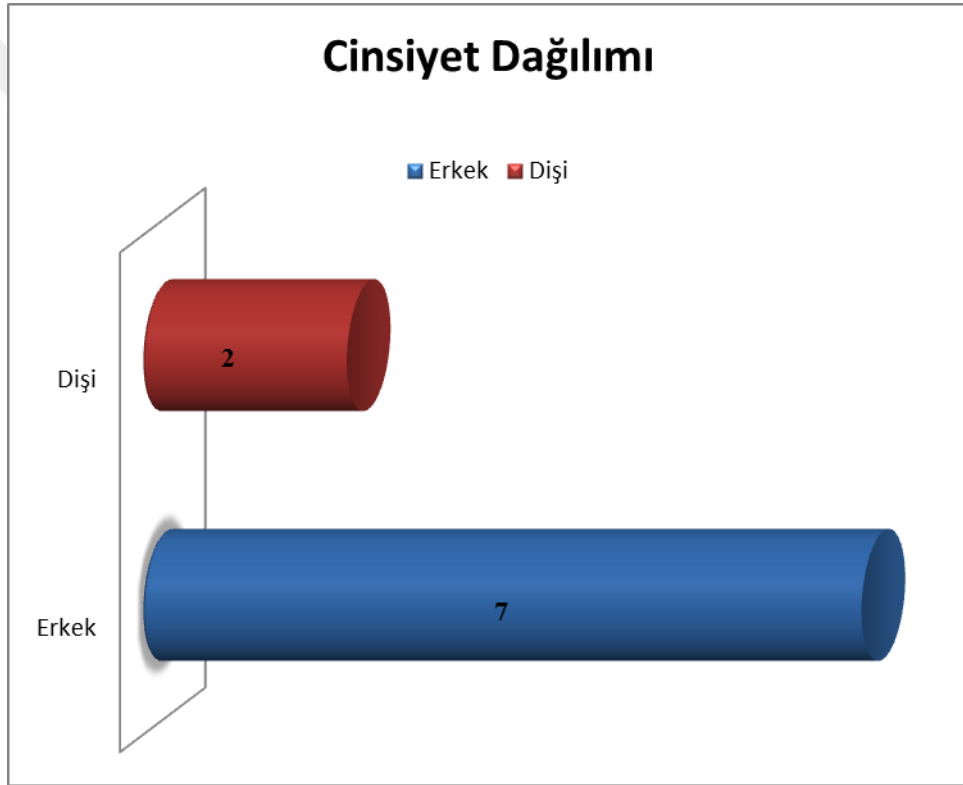


Şekil 3.1. Çalışma materyalini oluşturan hayvan türünün oransal dağılımı.

3.1.2. Çalışma Materyalini Oluşturan Yaş, Cinsiyet ve Vücut Ağırlığı Dağılımı

Çalışma materyallerini oluşturan olguların yaşları 9 ay ile 2 yıl arasında belirlenirken, vücut ağırlığı 1,2 ile 25 kg arasında belirlendi.

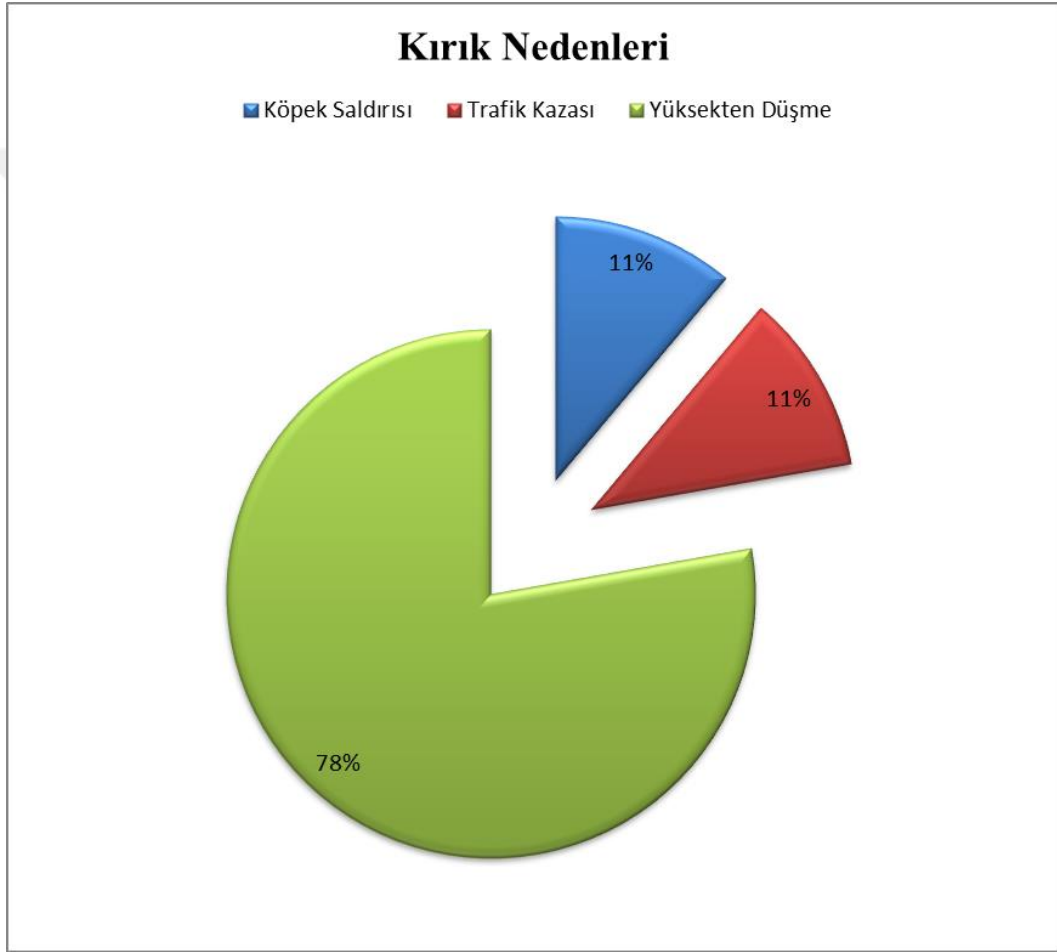
Olguların 2'sinin dişi, 7'sinin erkek olduğu belirlendi (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışma materyalini oluşturan olguların cinsiyete göre dağılımı.

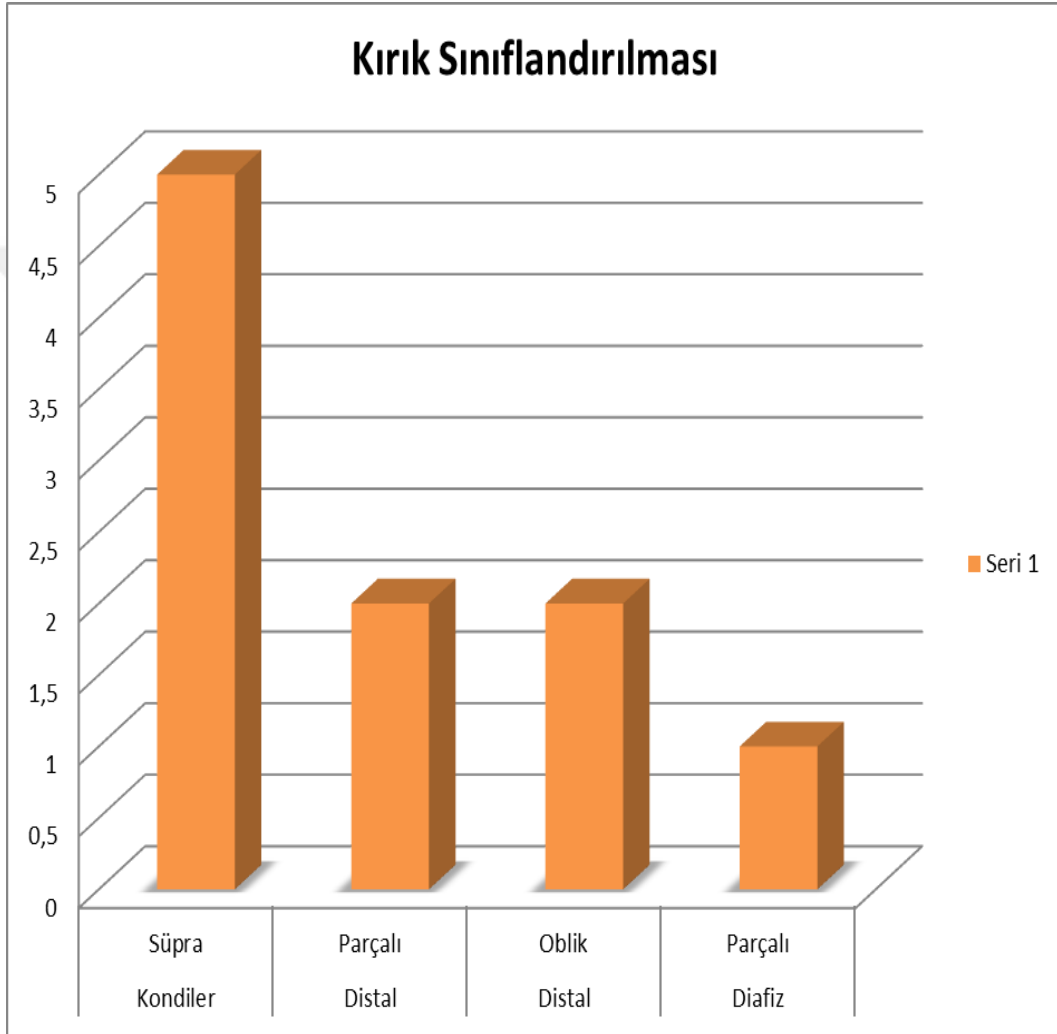
3.1.3. Kırıkların Oluşum Nedeni ve Kırığın Sınıflandırılması

Çalışmadaki kırık nedenleri 1 olguda trafik kazası, 1 olguda köpek saldırısı ve diğer olgulardaysa yüksekten düşme olarak belirlendi (Şekil 3.3).



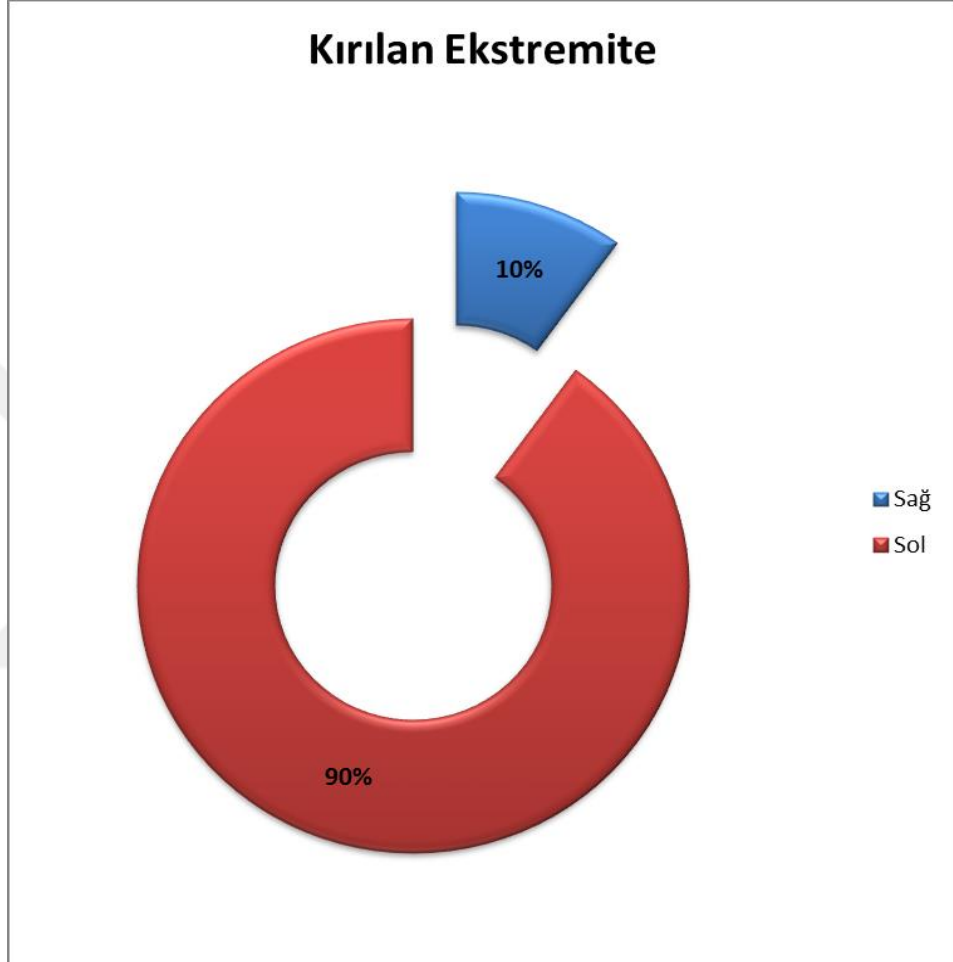
Şekil 3.3. Çalışma materyalini oluşturan kırık nedenleri dağılımı.

Bir olguda (olgu no: 2) bilateral olarak belirlenen, diğer 3 olguda da (olgu no: 1, 4 ve 7) toplam 5 suprakondiler femur kırığı belirlendi. Ayrıca 1 parçalı diyafizer femur (olgu no: 3), 2 oblik distal femur (olgu no: 5 ve no: 8), 2 parçalı distal femur (olgu no: 6 ve no: 9) kırığı belirlendi (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çalışma materyalini oluşturan kırık sınıflandırılmasının dağılımı.

10 olgunun 9'unda sol femurda kırık oluşurken sadece 1 olguda kırık sağ femurda belirlendi. Oluşan kırıklarda herhangi bir açık kırık veya doku hasarı belirlenmedi (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Çalışma materyalindeki kırılan ekstremiteler yerinin dağılımı.

3.2. Postoperatif Bulgular

3.2.1. Postoperatif Klinik Muayene Bulgular

Olguların 10. gün postoperatif klinik muayenesinde; yara hattında herhangi bir ödem ve ya akıntı gibi yangı belirtileri görülmedi ve ameliyat bölgesindeki yara dudakları iyi bir şekilde kapandığı görüldü. İki olguda (olgu no: 3 ve no: 6) ilgili ekstremitenin hiç kullanılmaması ve sürekli askıda tutulması, diğer olgularda ise ilgili ekstremitenin yere dokundurulduğu belirlendi.

Postoperatif 30 günde bir olgunun (olgu no: 8) ölmesi nedeni ile takibi yapılamadı, bir olgudaysa (olgu no: 4) ilgili ekstremitayı sürekli kullanmasına rağmen arada bir askıda tuttuğu belirlendi. Ayrıca 2 olguda (olgu no: 6 ve no: 7) ilgili ekstremitenin yürürken laterale doğru basışı farkedildi. Diğer olgularda ise (olgu no: 1, 2, 5 ve 9) ilgili ekstremitenin çok iyi kullanılması gözlemlendi.

Postoperatif 60 günde bir olguda (olgu no: 3) ilgili ekstremitayı sürekli kullanmasına rağmen arada bir askıda tutması belirlendi. Ayrıca 2 olguda (olgu no: 6 ve no: 7) ilgili ekstremitenin yürürken laterale doğru basışı devam etti. Diğer olguda ise (olgu no: 1, 2, 4, 5 ve 9) ilgili ekstremitenin çok iyi kullanıldığı belirlendi.

Postoperatif 90 günde tüm olgularda ilgili ekstremitenin çok iyi kullanılması belirlenirken, 2 olguda (olgu no: 6 ve no: 7) ilgili ekstremitenin yürürken laterale doğru basışının devam ettiği gözlemlendi (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Olguların postoperatif 10., 30., 60. ve 90. günlerdeki klinik muayeneye göre 1-5 derecede skorlanması.

Olgu Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	2	2	1	2	2	1	2	2	2
30	5	5	2	4	5	5	5	-	5
60	5	5	4	5	5	5	5	-	5
90	5	5	5	5	5	5	5	-	5

3.2.1. Postoperatif Radyolojik Muayene Bulguları

Olgularda, operasyondan hemen sonra alınan cranio-caudal ve medio-lateral radyografilerde; kırık redüksiyonu, stabilizasyonun durumu, plak ve vidaların pozisyonları iyi bir şekilde olduğu gözlemlendi.

Radyolojik muayenede olgularda postoperatif 10., 30., 60. ve 90 günlerde kırık hattında skorlama derecelerine göre farklı iyileşme ve kallus oluşumu görüldü (Çizelge 3.2.). Kallus oluşumunun medial kortekste lateral kortekse göre daha yoğun bir şekilde olduğu görüldü. Plağın herhangi bir olguda kırılması veya eğilmesi izlenmedi. İmplant başarısızlığı 10. günde iki olguda (olgu no: 3 ve no: 6) görüldü; implant başarısızlığı vidalar plak boncuğuna tutulmuş bir şekilde distal fragmentten (olgu no: 3) ve proximal fragmentten (olgu no: 6) ayrıldığı izlendi ve her iki olgu da komplikasyondan bir gün sonra revizyon yapıldı.

Postoperatif 30 günde bir olgunun (olgu 8) ölmesi nedeniyle takibi yapılamadı. Ayrıca iki olguda (olgu 6 ve 7) patellar luksasyon belirlendi.

Çizelge 3.2. Olguların postoperatif 10., 30., 60. ve 90. günlerdeki radyolojik muayeneye göre 1-5 derecede skorlanması.

Olgu Gün	1	2* Sağ Sol	3	4	5	6	7	8	9
10	2	3 2	1	2	4	1	2	2	2
30	4	4 4	2	4	5	4	4	-	3
60	5	5 5	3	4	5	5	4	-	4
90	5	5 5	5	5	5	5	5	-	4

* Olgu 2 bilateral kırık (sağ ve sol ekstremitenin) skorlanması.

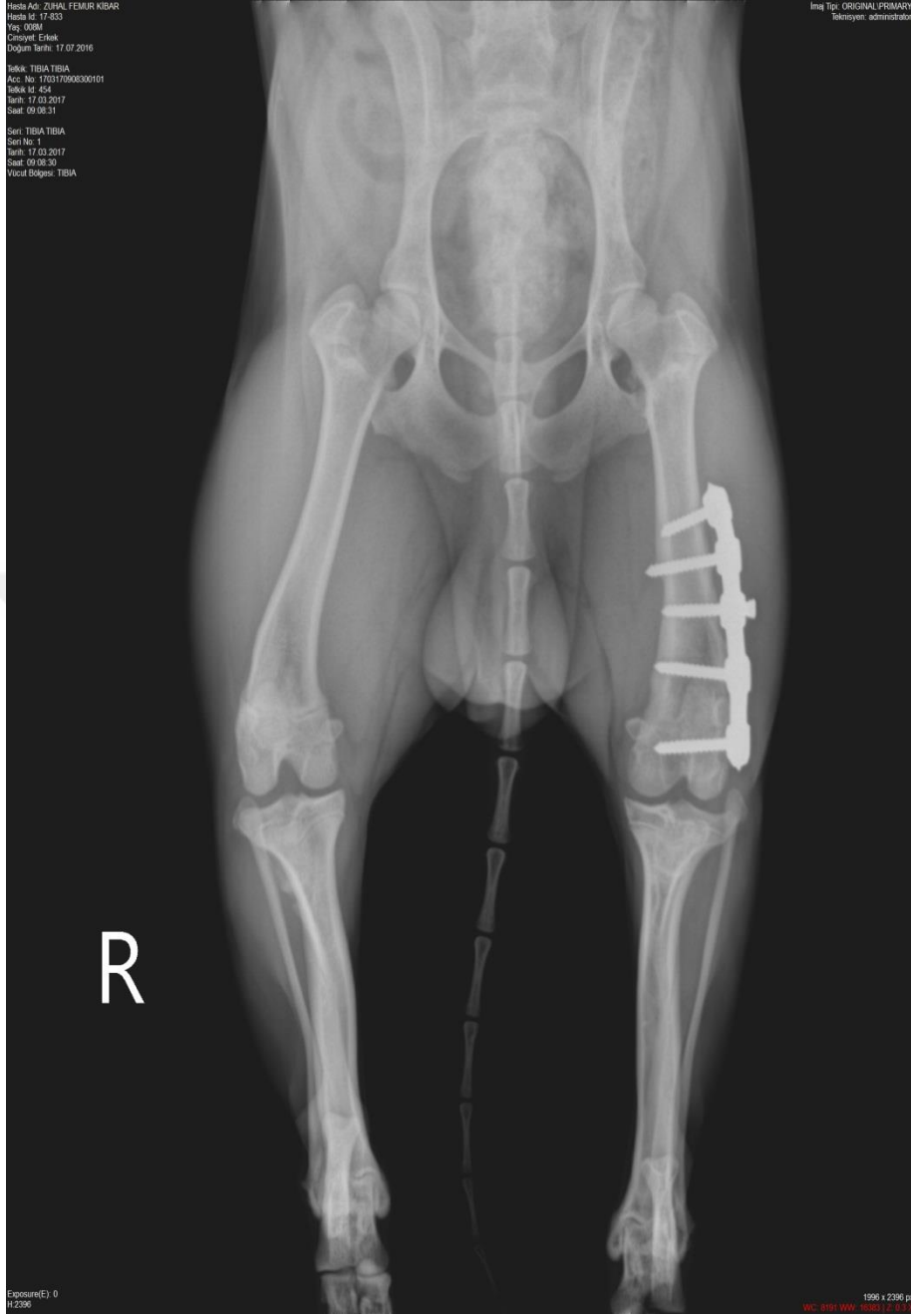
Olgu no 1'e ait preoperatif (Şekil 3.6) M/L, postoperatif 30. gün (Şekil 3.7) M/L ve 60 gün (Şekil 3.8) Cr/Ca radyografiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.6. Olgu no 1'in preoperatif M/L radyografisi.

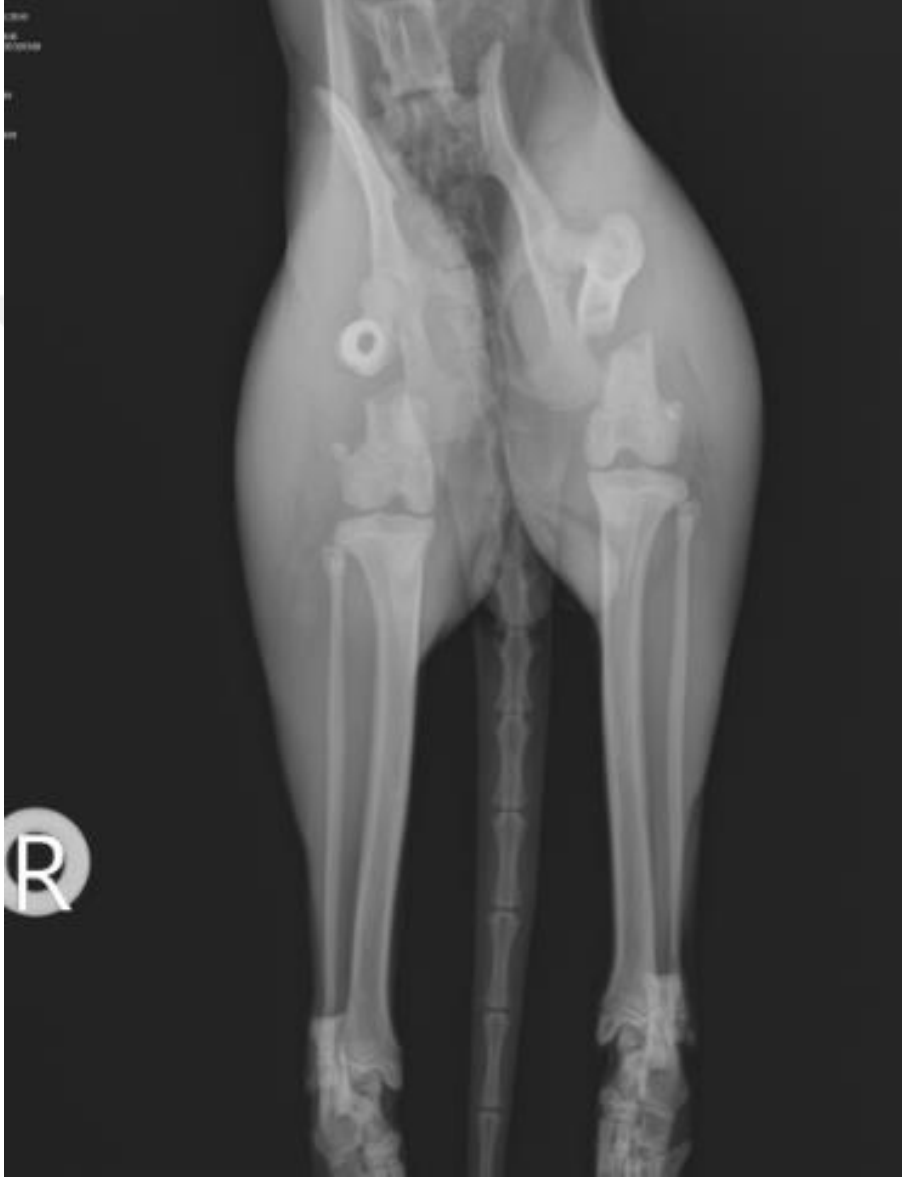


Şekil 3.7. Olgu no 1'in postoperatif 30. gün M/L radyografisi.



Şekil 3.8. Olgu no 1'in postoperatif 60. gün Cr/Ca radyografisi.

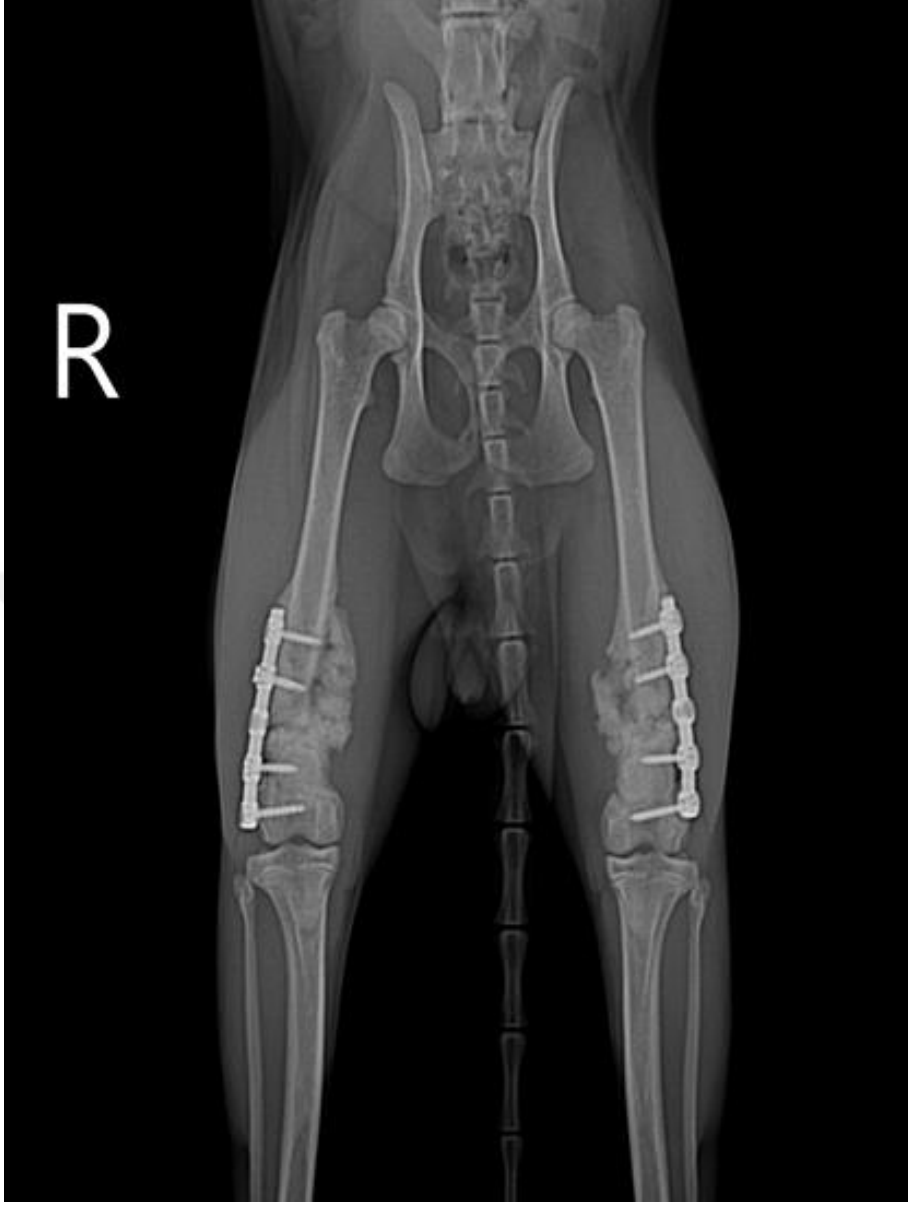
Olgu no 2'e ait preoperatif (Şekil 3.9) Cr/Ca, postoperatif 0 gün (Şekil 3.10) Cr/Ca, postoperatif 30 gün (Şekil 3.11) Cr/Ca ve 90 gün (Şekil 3.12) Cr/Ca radyografiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.9. Olgu no 2'nin preoperatif Cr/Ca radyografisi.



Şekil 3.10. Olgu no 2'nin postoperatif 0 gün Cr/Ca radyografisi.



Şekil 3.11. Olgu no 2'nin postoperatif 30. gün Cr/Ca radyografisi.



Şekil 3.12. Olgu no 2'nin postoperatif 90 gün Cr/Ca radyografisi.

Olgu no 3 ait preoperatif (Şekil 3.13) M/L, postoperatif 10 gün (Şekil 3.14) M/L, revizyon (Şekil 3.15) M/L ve postoperatif 60 gün (Şekil 3.16) M/L radyografiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.13. Olgu no 3'ün preoperatif M/L radyografisi.



Şekil 3.14. Olgu no 3'ün postoperatif 10 gün M/L radyografisi (implant başarısızlığı).



Şekil 3.15. Olgu no 3'ün revizyon M/L radyografisi.



Şekil 3.16. Olgu no 3'ün postoperatif 60 gün M/L radyografisi.

Olgu no 6 ait preoperatif (Şekil 3.17) M /L, postoperatif 10 gün (Şekil 3.18) Cr/Ca, revizyon (Şekil 3.19) M/L ve postoperatif 60 gün (Şekil 3.20) M/L radyografiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.17. Olgu 6'nın preoperatif M/L radyografisi.



Şekil 3.18. Olgu no 6'nın postoperatif 10 gün Cr/Ca radyografisi (implant başarısızlığı).



Şekil 3.19. Olgu no 6'nın revizyon M/L radyografisi.



Şekil 3.20. Olgu no 6'nın postoperatif 60 gün M/L radyografisi.

Olgu no 4' de ait preoperatif (Şekil 3.21) M/L ve (Şekil 3.22) Cr/Ca, postoperatif 30 gün (Şekil 3.23) Cr/Ca ve 90 gün (Şekil 3.24) M/L radyografiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.21. Olgu no 4'ün preoperatif M/L radyografisi.



Şekil 3.22. Olgu no 4'ün preoperatif Cr/Ca radyografisi.

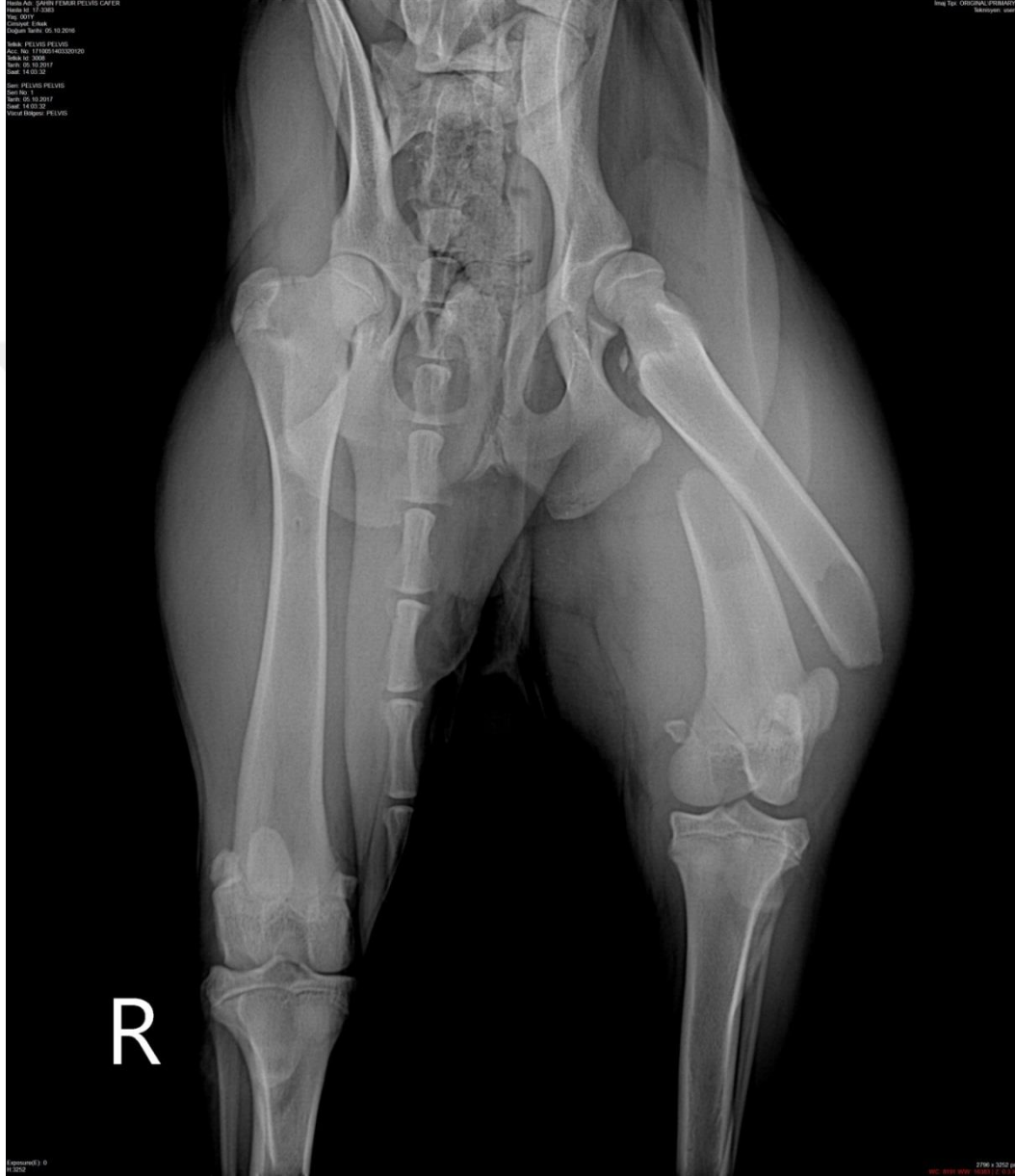


Şekil 3.23. Olgu no 4'ün postoperatif 30 gün Cr/Ca radyografisi.

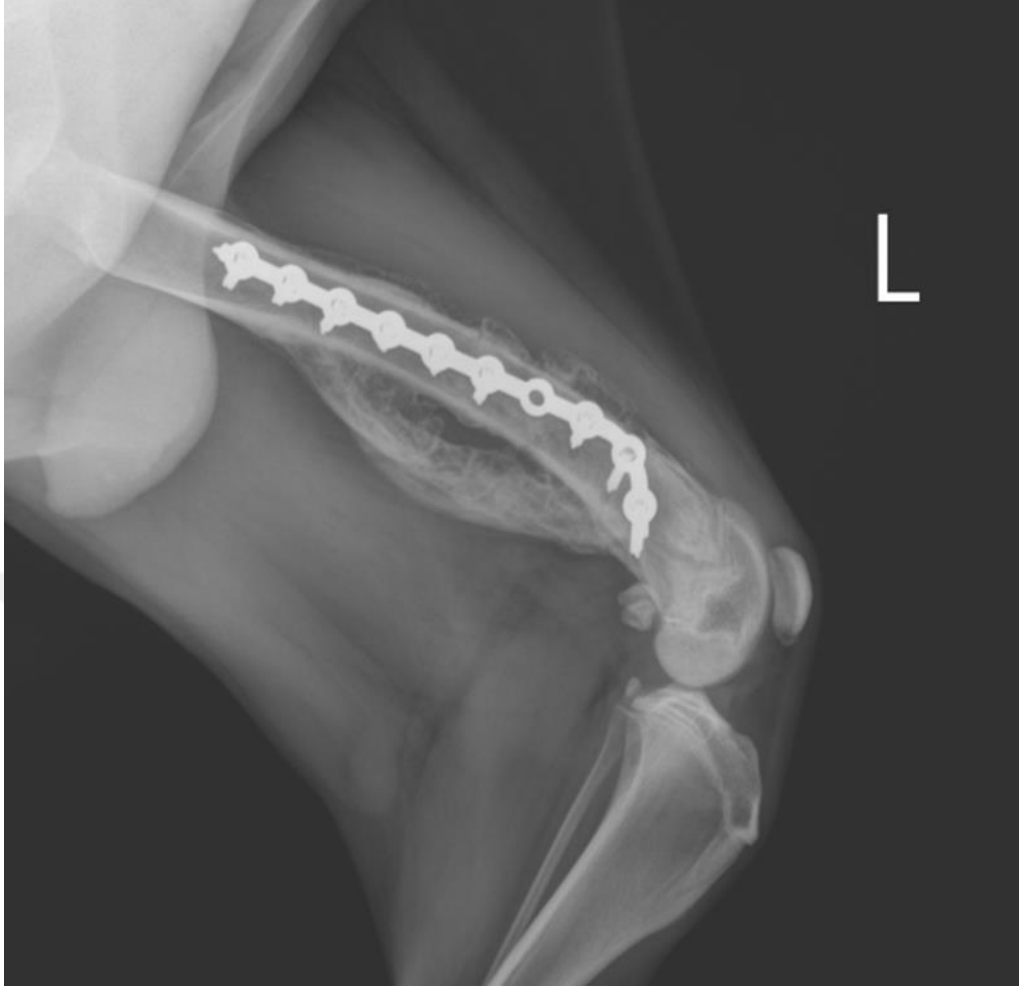


Şekil 3.24. Olgu no 4'ün postoperatif 90 gün M/L radyografisi.

Olgu no 5'e ait preoperatif (Şekil 3.25) Cr/Ca, postoperatif 10 gün (Şekil 3.26) M/L ve 60 gün (Şekil 3.27) M/L radyografiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.25. Olgu no 5'in preoperatif M/L radyografisi.



Şekil 3.27. Olgu no 5'in postoperatif 60 gün M/L radyografisi.

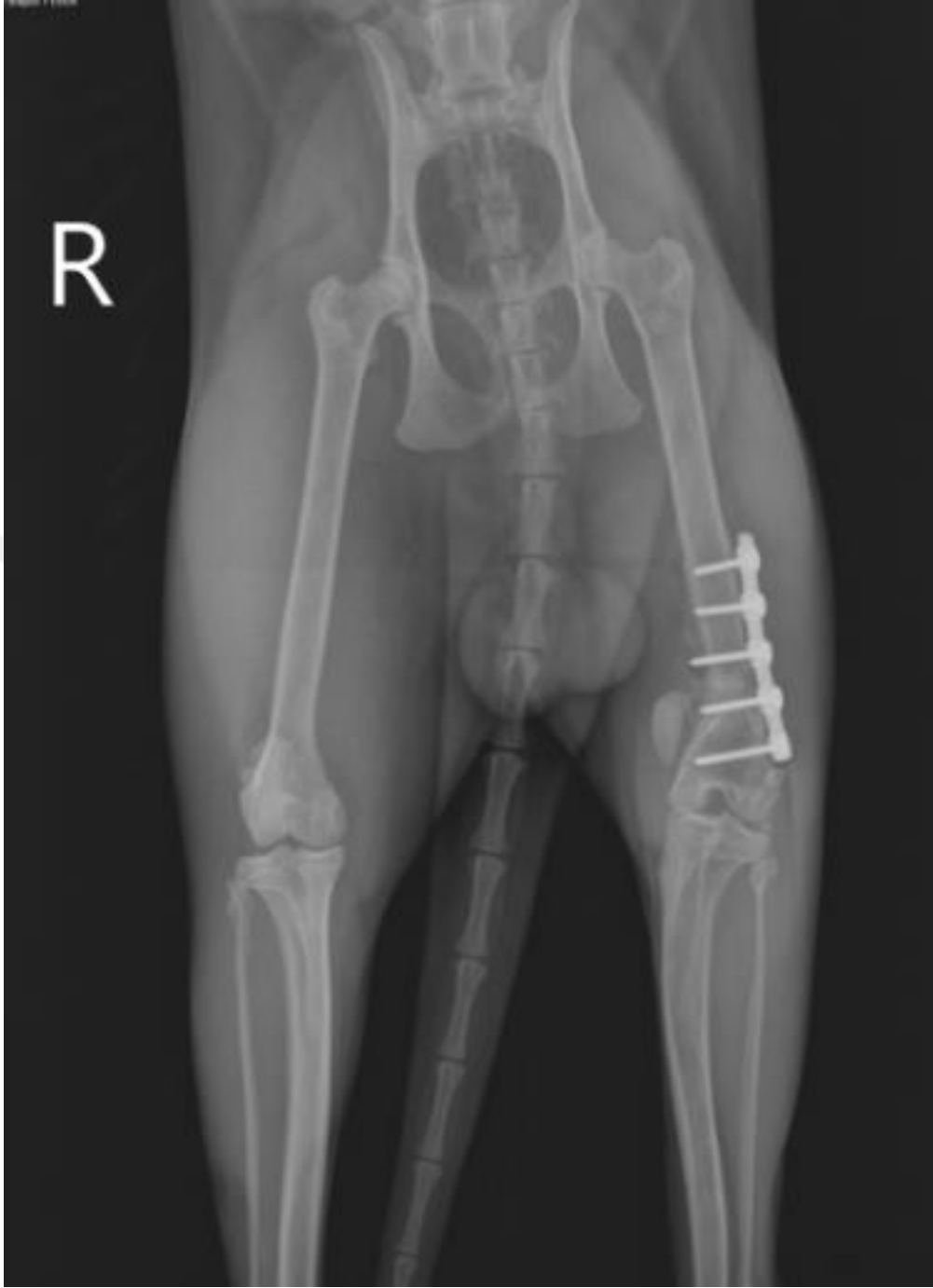
Olgu no 7'ye ait preoperatif (Şekil 3.28) M/L, postoperatif 60 gün (Şekil 3.29) M/L ve (Şekil 3.30) Cr/Ca radyografiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.28. Olgu no 7'nin preoperatif M/L radyografisi.



Şekil 3.29. Olgu no 7'nin postoperatif 60 gün M/L radyografisi.



Şekil 3.30. Olgu no 7'nin postoperatif 60 gün M/L radyografisi.

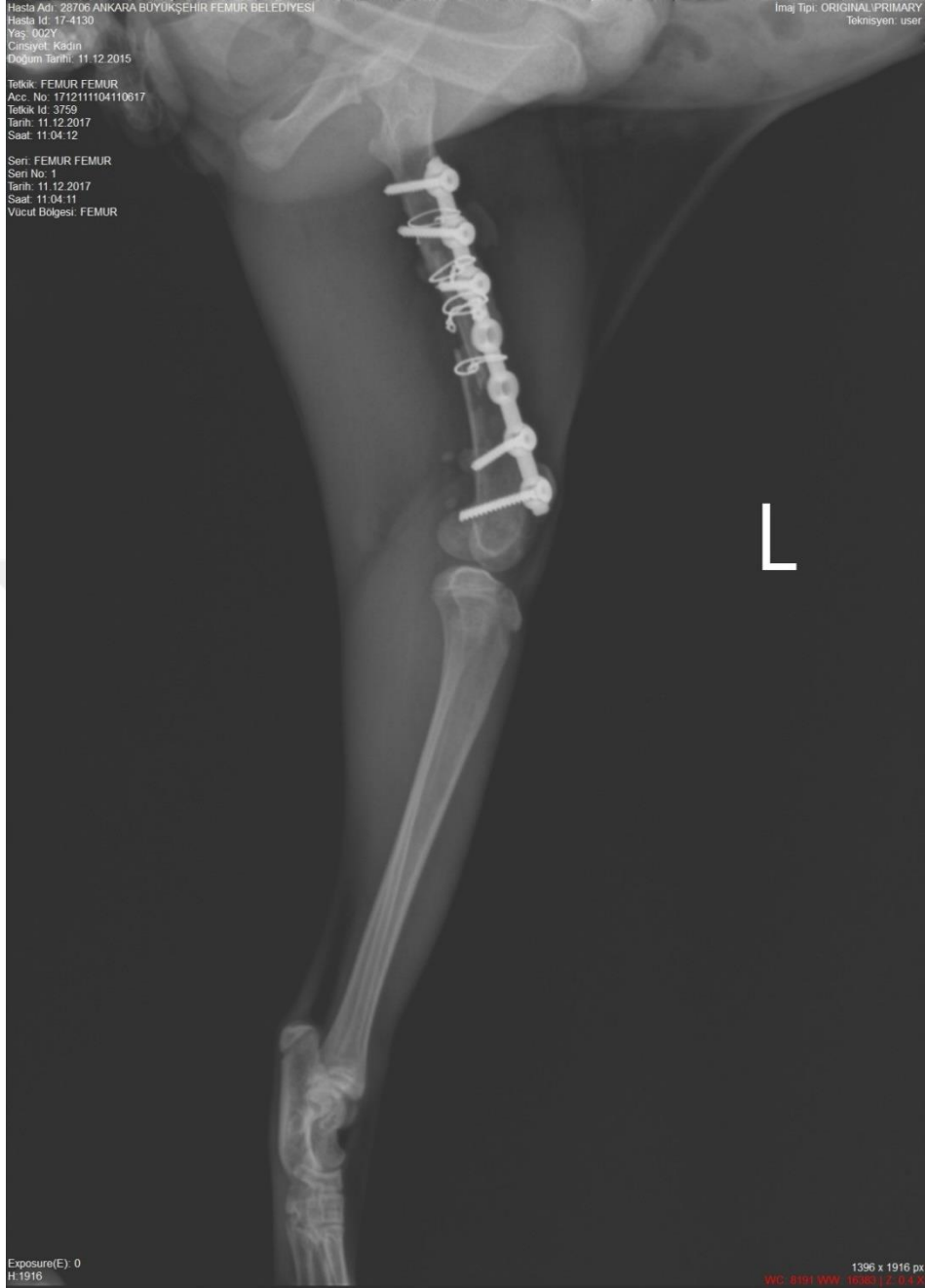
Olgu no 9'a ait preoperatif (Şekil 3.31) M/L ve (Şekil 3.32) Cr/Ca, postoperatif 10 gün (Şekil 3.33) M/L ve 60 gün (Şekil 3.34) M/L radyografiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.31. Olgu no 9'un preoperatif M/L radyografisi.



Şekil 3.32. Olgu no 9'un preoperatif Cr/Ca radyografisi.



Şekil 3.33. Olgu no 9'un postoperatif 10 gün M/L radyografisi.



Şekil 3.34. Olgu no 9'un postoperatif 60 gün M/L radyografisi.

4. TARTIŞMA

Travmatik yaralanmalara neden olan ortopedik bozukluklar, köpeklerde ve kedilerde yaygın bir şekilde görülmektedir. Kırıklar, çoğunlukla trafik kazaları neticesinde oluşan travmatik durumlardan dolayı görülmekte, ancak atışlı silahlar, kavgalar ve düşmelerle de oluşabilmektedir (Beale, 2004; Ben Ali, 2013; Elzomor ve ark., 2014; Kumar ve ark., 2007 ve Simpson, 2004).

İnsanlarda, distal femur kırıkları hem genç hem de yaşlı nüfusta sık görülmekle birlikte tüm femur kırıklarının sadece %7'sini oluşturmaktadır (El-Kawy ve ark., 2007). Köpeklerde ise femur kırıkları veteriner hekimlikte tüm kırıkların %20-%25'ini oluşturmaktadır; bu oran vücudun diğer uzun kemiklerin kırıklarına göre en yüksek orandır. Diyafizer kırıkları tüm femur kırıklarının %56'sını, distal femur kırıkları ise femur kırıklarının %20 ila %25'ini oluşturur. Suprakondiler kırıkları ise köpeklerde nadirdir ve distal femur kırıklarının %30'unu ve tüm femur kırıklarının sadece %6'sını oluşturmaktadır (Braden ve ark., 1995; Grauer ve ark., 1981; Piermattei ve ark., 2006 ve Unger ve ark., 1990). Libardoni ve ark. (2016), yaptığı bir çalışmada 955 köpekte apendiküler kırık incelemiştir. İncelenen köpeklerin %23,5'inde femur kırığı görülmüştür (n= 225). Bu kırıkların en sık nedeni trafik kazalarıdır (%72.2). Kırıklar dişi cinsiyete göre erkek cinsiyette (%52.5), genç yaştaki (%42), melez ırktaki (%51.4) ve küçük ırktaki (%42.7) olan köpeklerde görülmüştür.

Femur kırıkları kedilerde de sık görülmektedir ve toplam kırıkların %20-26'sını oluşturur (Whitehair ve Vasseur, 1992). Bu kırıkların çoğu femur shaftında oluşur ve genellikle kapalı kırıklardır (Beale, 2004; Braden ve ark., 1995). Femur kırıkları çoğunlukla genç kedilerde proximal veya distal fizisde görülürken, yetişkinlerde çoğunlukla metafiz veya diyafizer kırıkları görülür. Salter-Harris sınıflandırmasına göre, gelişimlerini henüz tamamlamayan kedilerin distal femur kırıkları "metafizyal, fizyal ya da epifizyal" olarak adlandırılır; distal metafizin kırıkları ise "suprakondiler" olarak adlandırılmaktadır (Scotti ve ark., 2007). Yetişkin kedilerin en yaygın kırıkları suprakondiler kırıklardır. Bu kırıklar, femurun distal metafizeal bölgesinde kondil kırıkları ile beraber ya izole edilmiş ya da parçalanmış kırık olarak görülmektedir (Chandler ve Beale, 2002). Cardoso ve ark. (2016), yaptığı bir çalışmada 141 kedide uzun kemik kırıklarını incelemişti, en fazla etkilenen kemik femur (%50,84), kedilerin yaşı 6 ila 18 ay arasında belirlemiş. Motorlu araç kazaları nedenlerin %42,55'ini oluştururken, köpek ısırığı %12,76, düşmeler ise %4,25 izlemiştir; Bu çalışma diğer çalışmalara yakınlık oranları erkek cinsiyetinin olması (7 olgu, %78) ve yaşı 1 ila 2 yıl arası (ortalama 1,5 yıl) olmasıdır. Cardoso ve ark çalışmasında kırık nedeninin en yüksek oranı motor aracı belirlenirken sunulan çalışmada en yüksek kırık nedeni yüksekten düşme (%78) olarak belirlendi. Ayrıca sunulan çalışmada suprakondiler femur kırıkları en yüksek oranda görülmüştür, bu oran çalışma olgularının daha fazla kedi(7 olgu, %78) olduğundadır.

Beale (2004), femur kırıkları, biyolojik osteosentez ilkeleri veya anatomik redüksiyon ve stabilizasyon ile tedavi edilebileceğini ve cerrahi yaklaşımın buna göre değişebileceğini belirtmiştir. Biyolojik osteosentez implant sistemleri, plak-çubuk (pin) yapısını, interlocking nail, kemik plaklarını veya pin ve eksternal fiksator kombinasyonunu içermektedir.

Çapraz pin tekniği, torsiyonel yüke maruz kaldığında en yüksek yük taşıma başarısızlığı gösteren tekniktir, ardından ise bu durumlarda teknik olarak en az uygun görülen çapraz pin ve intramedüller pin tekniğidir. Ayrıca femur kırıklarında intramedüller pin uygulaması sonrasında iatrojenik siyatik sinir hasarı da meydana gelebilir (Fortere ve ark., 2007 ve Harasen, 2001). Çapraz pinler ve Rush pinleri fiksasyonu, basit transvers ve kısa oblik suprakondiler kırıkları için küçük hayvanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Sağlam ve ark, 1999). Ancak bu teknikler parçalı kırıklar için uygun değildir. Bunun aksine, kondrodistrofik köpek ırklarında, kondillerin belirgin bir şekilde kaudale doğru yönelimi nedeniyle paralel Kirschner telleri veya lag vidaları, fiksasyon ve implant stabilitesini optimize etmek için proximalden distale gönderilmelidir (Tobias ve Johnston, 2010).

Parçalı kırıkların ve suprakondiler kırıklarının stabilize edilmesi için çeşitli Tip Ia hibrid eksternal fiksatörleri başarıyla uygulanmıştır, ancak bu yapılar diz eklemindeki bölgenin deri ve yumuşak doku hareketleri nedeniyle oluşan bazı pin yolları enfeksiyonu çeşitli derecede komplikasyonlara yol açmaktadır (Beale, 2004; Farese ve ark., 2002; Kirkby ve rak., 2008; Montavon ve ark., 2009 ve Palmer ve James, 2010). İnterlocking yöntemi çok yüksek oranda başarılı olmasına rağmen, bu yöntemin komplikasyonları, vidaların çivi etrafından yanlış yerleştirilmesini, vida veya çivi kırılmasını ve çevredeki yumuşak dokuların veya eklemlerin zarar görmesini içermektedir. Plak-pin yönteminin en yaygın komplikasyonu ise pinin migre olmasıdır (Stiffler, 2004).

Günümüzde kemik plakları diğer implantlara göre en sık kullanılan plaklardır. Kemik plakları, gerilme, kompresyon, makaslama, dönme ve eğilme kuvvetlerine karşı iyi direnç gösterir (Stiffler, 2004). Buna ek olarak, kemik plaklarının boyutları, şekilleri ve tasarımları çok çeşitlidir. Tüm bu avantajlar ortopedik kemik plaklarının yapı, malzeme, mekanik ve biyolojik özellikler ile uygulama teknikleri gibi farklı yönlerdeki gelişmelerin ardından oluşturulmuştur

(Malekani ve ark., 2012). Aynı zamanda, internal fiksasyon yöntemleri invazivdir, kemik için cerrahi bir yaklaşım gerektirir, yaklaşım nedeniyle artan doku hasarı ve fragmentlerin manipülasyonu da iyileşmeyi uzatabilir. İmplantlar vücudun içinde kalır ve enfeksiyonu güçlendirebilir (Kowaleski ve ark., 2012).

İnsanlarda son 20 yılda, kilitli plak sistemlerinin internal fiksasyon olarak kullanılması gittikçe daha popüler hale gelmiştir ve veteriner cerrahisinde son zamanlarda kullanılması, hayvanlara özel olarak kullanılan birkaç sabit açılı sistemlerin geliştirmesine yol açmıştır (Baroncelli ve ark., 2013). Hayvan ve kadavra çalışmaları, kilitli plakları ve plağa bağlı olan implantasyon teknikleri kullanarak vaziküler hasarın azalmasını sağlamıştır (Farouk ve ark., 1997; Farouk ve ark., 1999 ve Schutz ve ark., 2003). Kilitli plağın yapısının ek bir teorik avantajı ise, plağın altı stresi ortadan kaldırmasıdır (Cordey ve ark., 2000). Bu durum, lokal kemik nekrozunu önler ve enfeksiyona karşı direnç geliştirir (Eijer ve ark., 2001 ve Perren ve ark., 1988). Kilitli plağın ilkelerinin eksik bir şekilde anlaşılması ve uygun olmayan şekilde uygulanması, kilitlenme plak yapılarında başarısızlığın en yaygın iki nedenidir. Bu durum cerrahı, kabul edilebilir bir sonuç elde etmesi için anatomi ve plak mekaniği hakkında kapsamlı bir bilgiye sahip olmaya zorlamaktadır (Smith ve ark., 2007).

Son zamanlarda kilitli plak teknolojisini kullanan implantlar, plağın distal femur, özellikle suprakondiler kırıklarında uygulanmasını genişletmektedir. Bu implantların bazıları üç boyutlu şekillendirme yeteneğine sahipken yine de kuvvetlerini ve sertliklerini korumaktadır. Kilitleme teknolojisi plak-vida ara yüzü direncini optimize eder, sabitleme için gerekli olan vida sayısını azaltır ve fiksasyon için daha az kemik fragmentlerini gerektirir (Perren, 2002). String -Of-Pearls SOP plağı (SOP-Orthomed Ltd., Lindley, Huddersfield, UK), advanced locking plate system plağı (ALPS-Kyon Pharma Inc., Boston, MA) ve FIXIN plağı (Innovative Animal Products, Rochester, Birleşik Devletler) (Akşahin ve ark., 2012 ve Kowaleski ve ark., 2012).

SOP plağın birçok özelliği vardır, uzunluğu boyunca düzgün ve boncuk noktaları (plak deliklerinin eşdeğeri) zayıf noktalar değildir. Boncuk tabanında bulunan yivler, standart bir kilitli olmayan kortikal vidanın yivlerine uyan bir şekilde tasarlanmıştır. Kilitlenme mekanizması, vidanın sıkıştırılması ve vida başının boncuk deliğine takılması ve tabana sıkıştırılması sırasında oluşur. Bu da, SOP'a eşsiz bir özellik kazandırır; standart kilitlenmeyen kortikal vidaları kullanan bir kilitlenme sistemidir. Bir başka avantaj ise, SOP nin şekli, özel bükme demirlerini kullanarak, rekonstrüksiyon plağı gibi üç boyutta da şekillendirilebilmesidir. Özellikle pelvis, omurga veya humeral/femoral kondil gibi standart plakların uygulanamayacağı alanlarda uygulanabilmesi ve şekillendirebilmesi plağın avantajlarından. Vidalar 6 derece açı ile farklı yönlere gönderilebilmektedir; bu özelliğe sahip tek plak SOP dir (Arthurs, 2015).

Biyomekanik olarak SOP plağı birçok özelliği sağlamaktadır. SOP'nin silindirik şekli standart alan atalet momenti (area moment of inertia) sağlar ve 3.5 mm SOP bükülmeden ve büküldüğünde bile, 3,5 mm DCP, LC-DCP ve LCP plaklara göre mekanik olarak daha sert olmaktadır (DeTora ve Kraus, 2008 ve Ness, 2009a). Tacvorian yaptığı bir çalışmada SOP plağı ile ALPS plağını biyomekanik olarak değerlendirmiştir. Dört noktalı bükme testlerini yaptıktan sonra, SOP plağının, 80.4 ± 12.5 N / mm'lik bir bükülme sertliği, 8.7 ± 1.4 N-m²'lik yapısal sertlik ve 11.6 ± 1.7 N-mm bükülme mukavemeti olan en yüksek bükme mekanik özelliklerini belirlemiştir (Tacvorian, 2012). SOP'nin kontrollü büküm ve bükülmesine izin vermek için özel bükme demirleri geliştirilmiştir. Özel bükme demirleri kullanıldığında, standart kemik plaklarında kullanılan geleneksel bükme demirleri aksine plağın bir noktasında düzensiz bükülme yerine yumuşak düzgün bir bükülme sağlar. SOP bükme demirleri, bükülmenin nerede oluşacağını ve deliğin fonksiyonel bütünlüğünü kontrol eder. Bükme esnasında iyatrojenik boncuk deformasyonunu önlemek için her boncuğa (vida deliği) yerleştirilen bir (tees) küçük ek parça yerleştirilmesi gerekmektedir. Şekillendirme esnasında boncuklara yerleştirilen ek parçaların (tees) kullanılması hem boncuğu hem de kilitlenme işlevini tamamen korur (Rutherford ve ark,

2015). Bu çalışmada üreticinin talimatına göre ek parçaları kullanarak kırık tipine göre plak bükülmüştür. Bükülen deliklerde herhangi bir deforma görülmemiştir ve vidalar normal bir şekilde yerleştirilmiştir. Plağın hiçbir olguda kırılması veya büküldüğünde biyomekanik olarak sertliğini kaybetmesi görülmemiştir. Bu sonuçlar SOP'nin biyomekanik olarak avantajlarını gösteren diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur (DeTora ve Kraus, 2008; Ness, 2009a; Tacvorian, 2012 ve Rutherford ve ark, 2015).

SOP'nin kullanımı, T-Y humerus kırıklarının onarımında (Ness, 2009b), torakolumbar disk çukurlarındaki vertebra cisimlerinin stabilizasyonunda (McKee ve Downes, 2008), sakrum kırığının transilial stabilizasyonunda (Mills, 2009), selektif hemilaminektomi ile tripl torakolumbar disk çukurluğu tedavisinde (Downes ve ark., 2009), büyük ırklı bir köpekte parçalanmış kalkeneus kırığı stabilizasyonunda (Scrimgeour ve Worth, 2011), dorsal acetabular rim ile total kalça protezinde (Fitzpatrick ve ark., 2012a) ve omuz artrodezinde (Fitzpatrick ve ark., 2012b) kullanımı bildirilmiştir.

Fitzpatrick ve ark. (2012c), yaptığı çalışmada SOP kilitli plağı ile serklaj telini total kalça protezi sonrası oluşan periprotetik femoral kırıkların stabilizasyonunda kullanmıştır ve bu yöntemin etkili olduğunu belirtmiştir. Detaylı mekanik veriler olmamasına rağmen, hem kemik hem de plağı çevreleyen serklaj telleri teorik olarak çekilme direncini arttırabilmektedir. Serklaj teli, cerrahi tekniğin ayrılmaz bir parçası olarak kırık redüksiyonunu ve rekonstrüksiyonunu kolaylaştırmaktadır. Fitzpatrick ve ark. (2012c), yaptığı çalışmada, 5 köpekte kırık hattının spiral veya uzun oblik olmasından dolayı, serklaj teli mekanik olarak uygun kabul edilmiştir. Aynı zamanda proximal kırık segmentinde monokortikal vida yerleşiminin gerekli olduğu yerlerde en uygun olduğu düşünerek, serklaj tellerinin sonradan SOP plağının üzerine uygulayarak, çekilme direncini arttırmak için kullanmışlardır.

SOP plağın özel boncuk tasarımı, serklaj tellerini boncuklar arasından (internods) uygulanmasını kolaylaştırmıştır. SOP'nin bu özelliğinden yararlanarak sunulan çalışmada da özellikle revizyonu gereken 2 olguda serklaj teli boncukların arasından uygulanmıştır ve bu uygulama plağın daha fazla sabitlendiğini dűřündürűlmektedir. Ancak bu sonucu kanıtlamak için daha fazla biyomekanik çalışmalar getirmektedir.

Fitzpatrick ve ark. (2012c), Uyguladıđı SOP plađı, bir kűpekte beřinci haftada kırık hattına yakın boncuklar arasında (internods) bařarısızlıđa uđramıřtır. DeTora ve Kraus (2008), SOP implantının plastik deformasyonu boncuklar arasında (internods) bařladıđını bildirmiřtir. Fitzpatrick ve ark. (2012c), SOP yapısı tek bařına bir kűprűleme plađı olarak ekstremitte seviyesinde tűm ađırlık tařıyan yűkű ilettilmesinde iřlev gűrműş olabildemesini açıklamıřlardır. Diđer kűpeklerde ise, kırık hatları tamamen sabitlenmiř ve serklaj telleri kullanılarak sıkıřtırılmıřtır. Bűylece sabitlenmiř kemik ile nűtralize olarak iřlev gűren SOP plađı yapısı arasında yűk paylařımı sađlanmıřtır. Fitzpatrick ve ark. (2012c), yaptıđı çalıřmalara kıyasla sunulan çalıřmada SOP plađını özellikle parçalı kırıklarda nűtralize olarak uygulanmasına rađmen, plađın boncuklar arasında herhangi bir kırık veya deformasyon gűrűlmemiřtir.

Femurun distal ucunun dűrtgen ve kaudale dođru kavislenmiř olması, distal femurun yűzeyindeki epikondiller, trochlear çıkıntılar ve trochlear oluđu nedeniyle dűzensiz olması ve lateral epikondillerin ve kondillerin kaudale dođru eđri olması, plakların bu alanda řekillendirmesini zorlařtırmaktadır (Johnson ve ark., 2005).

Harasen (2002), femurun diyafizer kırıklarında kullanılan konvansiyonel kemik plaklarının distal femur kırıklarında kullanımının uygun olmadıđını bildirmiřtir; űnkű distal parçaya yeterli vidanın yerleřtirilmesini zorlamakta veya plađın distal ucu diz eklemi kapsűlűnűn uygun bir řekilde kapatılmasını engellemekte ve kuadriseps patellar mekanizmasının distal parçasının iřlevini

etkilemektedir. Ayrıca bir kırığın her iki tarafında en az iki ve tercihen üç vidanın bulunması gerekmektedir.

Alternatif olarak, distal femur için özel olarak tasarlanmış, daha büyük bir vida-delik yoğunluğuna sahip plaklar kullanılmıştır. Bu kondiler plaklara, karakteristik görünüşleri nedeniyle hockey stick plakları adı verilmiştir. Bu plaklar, yapı stabilitesini büyük ölçüde artırabilir, ancak sadece birkaç boyutta olması bu plakların kullanımını sınırlandırılmaktadır. Rekonstrüksiyon plakları, ilk olarak insan mandibular kırığı sağaltımında kullanılmıştır. Bununla birlikte, benzer boyuttaki konvansiyonel plaklardan esas itibarıyla zayıf olur. Bu nedenle, bu plakların kullanımı daha küçük hayvanlarla ve kırık kuvvetlerinin sabitlenmiş kemik yapıları yoluyla iletilebileceği durumlarla sınırlı olmaktadır (Harasen, 2002; Johnson ve ark., 2005 ve Lewis ve ark., 1993). İncesu (2013), köpeklerde femurun suprakondiler ve distal epifiz kırıklarında “eğri plak” kullanarak sağaltımını yapmıştır. Mini bir seride olsa da mevcut sağaltım modelleri arasında seçenek olarak değerlendirilebileceği kanısına varmıştır. Kumar (2015), distal femur kırıklarında 6 köpekte SOP plağını uygulamıştır. Klinik ve radyografik değerlendirmesinde iyi sonuçlar elde etmiştir. SOP'nin bükülme özelliğini kullanarak sunulan çalışmada ikisi köpek ve üçü kedi toplam beş olguda distal ve suprakondiler kırıklarda avantaj sağlamıştır. Plağı kemik ve anatomik bölgenin şekline uyarak bükülmesi ve uygulanması kırık hattının redüksiyonunu sağlamıştır.

Erişkin hayvanlarda suprakondiler kırıklar ilişkin komplikasyonlar arasında dejeneratif eklem hastalığı, patella ile girişimden kaynaklanan implanta bağlı topallık, sekonder kırık, maluniyon, patellar luksasyon ve kuadriseps kontraktürü sayılabilir (Lidbetter ve Glyde 2000). Bu çalışmada 2 kedide belirlenen patellar luksasyon, en önemli komplikasyon olarak görülmüştür. Ancak bu olgularda biri parçalı femur diğeri distal femur kırıklar olduğu belirlenmiştir ve klinik olarak görülen topallık patellar luksasyonu bağlı olduğuda belirlendi.

Kim ve Lewis (2014), distal femoral fizyal kırık malunionunun nedeni ile oluşan prokurvatum deformitesi için, SOP plağını kullanarak iki köpekte düzeltme osteotomisi yapmışlardır. SOP kilitli plakları, corrective osteotomiler için yeterli stabilite sağladığı belirlenmiştir. Bu çalışmada SOP kullanmanın temel dezavantajı ise, dizin üzerindeki yüksek hareket alanı ile ilgili olarak yumuşak doku tahrişi yaratması belirlemiştir. Basınç tarafı olan tibianın medialindeki yumuşak doku örtüsünün olmaması, diğer implantlara kıyasla SOP plağın kalınlığını dikkate alınarak bazı hayvanlarda SOP plağın kullanımını sınırlayabilir (Malenfant ve Sod, 2014). Bu çalışmada SOP plağı ilk kez kedilerde femur kırıklarında uygulandı ve 7 kedi olgusunun ikisinde topallık oluşturdu, köpekler göre kedilerde femuru kaplayan kas oranı ve bağ dokusunun distal femurde yoğun olmaması plağın özellikle distal femur kırıklarında kullanılmasını etkilemiş olabilir. Köpeklerde ise bu durumun etkisi görülmemiştir ve kırık iyileşmesi normal bir şekilde görülmüştür.

Fragmentlara yerleştirilen bikortikal vida sayısı ve kırık hattına yakın konumlandırılmış bikortikal vidalar; plak yapılarının torsiyon stabilitisini artırır (Demianiuk ve ark., 2015). Kumar (2015), köpeklerde yaptığı çalışmada vidaları tüm vakalarda bikortikal göndererek herhangi bir gevşeme görmemiştir. Malenfant ve Sod (2014), yaptıkları çalışmada plak yapıları 4 noktalı döngüsel bükülme kuvvetine maruz kaldığında, kırık boşluğuna yakın olan vida delikleri bölgede kemik kırığıyla başarısız olmuştur. Standart kilitlenmeyen vidalar, kitleme vidalarından daha dar bir çekirdek (core) çapına sahiptir; bu nedenle, kitleme vidası olarak kullanıldığında zayıflar ve daha yüksek kırılma riskini taşırlar (Arthurs,2015). SOP plaklarda, vidalar monokortikal olarak uygulandığında mekanik olarak zayıftır ve bu nedenle dikkatli kullanılmalıdır (Rutherford ve ark., 2015). Bu çalışmada vidalar bikortikal ve monokortikal olarak yerleştirmeye çalışıldı, 2 olguda vidalar bikortikal ve monokortikal uygulanmasına rağmen kortekslerden ayrıldı ve implantın başarısızlığına sebep oldu.

Kırık fragmentlerin fiksasyon tipi, kırık iyileşmesinin tipini belirler. Tam rijit fiksasyon elde edilemediğinde, kallus oluşumu ve yeniden şekillenme (remodeling) içeren sekonder kemik iyileşmesi görülür (Kowaleski ve ark., 2012). Kilitli plaklar, parçalı distal femur kırıklarında köprülü plak amacı ile kullanıldığında interfragmenter kompresyon sağlamadığı için; parçalar arasındaki iyileşme, kallus oluşumu ve sekonder kemik iyileşmesi ile ortaya çıkmaktadır (Egol ve ark., 2004). Sekonder kırık iyileşmesi, milimetrik bir interfragmentatif hareket aracılığı ile oluşur (Augat ve ark., 2008; Egger ve ark., 1993; Claes ve ark., 1998 ve Hente ve ark., 2004). Bununla birlikte, kilitli plak yapıları, primer iyileşmeyi ve interfragmenter hareketinin 0,15 mm altında olmasını sağlamak için, geleneksel plak yapıları kadar sert bir şekilde tasarlanmıştır (Fitzpatrick ve ark., 2009 ve Perren, 2002). Kilitli plak yapılarının sertliği, plağın kırık bölgesi üzerinde köprüleme aralığının artırılması ile azalabilir (Field ve ark., 1999 ve Stoffel ve ark., 2003). Stoffel ve ark. (2007), kallus oluşumu ile kırık iyileşmesini sağlamak için kırık hattının her iki yanında bir ila iki vida deliğinin boş bırakılmasını önermişlerdir.

Plağın distal femur bölgesinde bükülmesi, medial kortekste lateral korteksten daha fazla interfragmentatif hareket oluşturmaktadır. Bu nedenle, medial korteksteki beklenen en yoğun periosteal kallus oluşumu ile birlikte asimetric kallusa da sebep olabilir. Asimetric kallus oluşumu, plağa yakın olan korteksin interfragmentatif hareketinin azalması; kallus stimülasyonunun zayıflmasına sebep olduğuna dair yeni kanıtlar sağlamaktadır (Lujan ve ark., 2010). Bu çalışmada kırık iyileşmesi kallus oluşumu ile görüldü. Bu sonuç SOP plağın interfragmental hareketi çok fazla engellemediğine işaret etmektedir ve Lujan ve ark., yaptığı çalışmaya uygun olarak yoğun medial korteks ve asimetric kallus oluşumu görülmüştür. Kumar (2015), yaptığı çalışmada bu noktayı belirlemeden iyileşme sonuçlarının çok iyi olduğunu belirlemiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, veteriner ortopedi ve travmatoloji literatüründe yer alan ve giderek popülaritesini arttıran String-of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) kedi ve köpeklerin femur kırıklarının sağaltımında kullanması ve alınan sonuçların klinik ve radyolojik değerlendirilmesi ve elde edilen deneyimleri veteriner hekimlere aktarılması amaçlanmıştır.

Kedi ve köpeklerin femur kırıklarının sağaltımında konservatif tedavi, eksternal fiksator, intramedüller pin, çapraz pin, Rush pin, interlocking pin, pin-plak ve plak uygulamaları gibi birçok cerrahi teknik kullanılmıştır. Son yıllarda kilitli plak sistemlerini kullanarak kırık iyileşmesinin mekanik yönden biyolojik yöne aktarılması artmaktadır. Kilitli plak sistemleri plağı kemik yüzeyine tam olarak temas gerektirmediğini ve periosteal kan akışını koruyarak sekonder kırık iyileşmesini sağlar. Buna rağmen bu plakların biyomekanik olarak ve anatomik olarak zor bölgelerde kullanılmasını sınırlamıştır.

SOP plakları bir kilitlenme plağı olarak kilitlenme sistemindeki tüm avantajları sağlar ve ek olarak birçok avantajları elde etmektedir. SOP plağı, plak konfigürasyonunun kolayca kemik konfigürasyonuna uyum sağlayacak şekilde bükülebilmesi, vidaların 6 derece açı ile farklı yönlere gönderilebilmesi, bir kilitlenen plağı olarak kortikal vidaları kullanılması ve plakta olan boncuklar (delikler) zayıf nokta olmaması (bu özelliklere sahip tek plak olması) gibi özellikleri sağlamaktadır.

SOP plağı birçok literatürde kullanıldığı bildirilmiştir, ancak çoğu vaka bildirisi olarak belirlenmiş ve özellikle femur kırıklarında çok az sayıda literatür yayınlanmıştır. Bildirilen literatürlerde bu plağın kedi femur kırıklarında kullanılması bulunmamaktadır.

Bu çalışmada SOP plağının özelliklerinden yararlanarak kedi ve köpek farklı tipteki femur kırıklarında kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre plağın SOP plağın; köpek olgularında daha başarılı olduğunu göstermiştir. Plağın kedi olgularında da kabul edilen sonuçlara varılmıştır ancak bu yönde daha fazla; özellikle biyomekanik yönden çalışmalar gerekmektedir. Çalışmanın daha fazla olguda denenmesi SOP hakkında çalışmaya daha iyi veriler sağlanacaktır.

Bu çalışmada SOP plağı köpek ve kedilerde farklı femur kırık tiplerinde kullanılmıştır. Benzer çalışmalarda plağın bükülme özelliğinden yararlanarak distal ve suprakondiler femur kırıklarında sayı olarak daha fazla olgularda, anatomisi zor olan bazı kırıklarda; örneğin; distal humerus ve ilium kırıklarında ve hayvan türü olarak kedilerde uygulanması önerilmektedir.

ÖZET

Kedi ve Köpeklerde Femur Kırıklarının String-Of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) ile Sağaltımı ve Alınan Sonuçların Klinik ve Radyografik Değerlendirilmesi

String-of-pearls (boncuk dizisi) kilitli plağı (SOP), paslanmaz elik kilitli plak sistemidir. Geleneksel plak sisteminin aksine, bu sistem stabiliteyi sağlamak için kemik ile plak arasındaki friksiyona dayanmaz ve plağın kemik yüzeyine kesin ekillendirmesini gerektirmez. SOP plakları, biyomekanik sertliğini kaybetmeden lateromedial, dorsoventral ve torsiyonel olarak altı serbest derecede şekillendirilebilir. SOP implantları, standart kortikal vidalarını kilitli vidaları olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, kedi ve köpeklerde femur kırıklarının string-of-pearls SOP boncuk dizisi kilitli plağı ile sağaltımı ve alınan sonuçların klinik ve radyografik değerlendirilmesini içermektedir.

Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı Ortopedi ve Travmatoloji Kk Hayvan Kliniği'ne getirilen değişik yaş ve vücut ağrılına sahip olan 2 köpek ve 7 kedi toplam 10 diyafizer, distal ve suprakondiler femur kırıkları, SOP plaklarını ya direkt ya da femurun şekline göre bükerek tedavi edilmiştir. Her olgunun klinik ve radyografik sonuçları postoperatif olarak 10, 30, 60 ve 90 günlerde değerlendirilmiştir.

Klinik olarak tüm vakalar, hafif topallık gösteren 2 kedi dışında, etkilenmiş ekstremitenin iyi bir şekilde kullanılmasını göstermişti. Radyografik muayenede tüm olgularda kallus oluşumu ile kırık iyileşmesi oluşurken, malunion veya gecikmiş kaynama görülmedi. Topallık gösteren iki kedide patellar lukasayonu belirlendi.

Bu alışmada, SOP bir kilitli plak olarak kilitli plakların tüm avantajlarını sağlaması, periost kan dolaşımını koruyarak biyolojik iyileşmeyi hızlandırması, plağın özellikle distal ve suprakondiler femur kırıklarında kemiğin şekline göre bükülmesi ve bir kilitlenen plak sistemine rağmen kortikal vida kullanan tek sistem olması nedenleri ile çalışmaya uygun sistem olarak görülmüştür. Böylece, femurda farklı kırık tipleri için SOP plağı çok uygun internal fiksator materyali olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Femur, Kedi, Kırık, Köpek, SOP Plak.

SUMMARY

Clinical and Radiographic Evaluation of Femoral Fractures in Dogs and Cats Using String-Of-Pearls (SOP) Locking Plate

The string of pearls (SOP) plating system, is a stainless steel locking plate system. These plates can be contoured in six degrees of freedom, that is, lateromedially, dorsoventrally, and torsionally, and precise contouring to the bone surface is not required as constructs do not rely on bone-plate friction for stability, unlike conventional plates. The SOP implant was designed so that standard cortical screws are adapted to serve as locking screws. The aim of this study included clinical and radiographic evaluation of femoral fractures in dogs and cats using String-Of-Pearls (SOP) locking plate.

A total of 10 diaphyseal, distal and supracondylar femoral fractures of 2 dogs and 7 cats with different ages and body weights brought to Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Small Animal Hospital, Department of Surgery have been treated using SOP locking plates either by direct application or bending the plate according to the femur shape. The clinical and radiographic results of each case has been evaluated in 10, 30, 60 and 90 days postoperatively.

Clinically all cases used the affected extremity in a good manner except 2 cats which showed mild lameness degree while radiographic examination showed fracture healing by callus formation in all cases and no malunion or delay union have been noticed. The main postoperative complication by using of SOP plate in this study was patellar luxation which noticed in the same 2 cats that showed the lameness.

This study revealed many characteristics of SOP plate which provides all locking plate system advantages such as biological healing by preserving periosteal blood supply beside on its bending characteristics of contouring according to bone shape particularly in distal and supracondylar femoral fractures as well as it's a unique locking system using standart cortical screws. Thus, we concluded that SOP plate is a very suitable internal fixator material for different fracture types in femur.

Keywords: Cat, Dog, Femur, Fracture, SOP Plate.

KAYNAKLAR

- AGUILA AZ, MANOS JM, ORLANSKY AS, TODHUNTER RJ, TROTTER EJ, VAN DER MEULEN MC (2005). In vitro biomechanical comparison of limited contact dynamic compression plate and locking compression plate. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **18(4)**: 220-6.
- AKŞAHİN E, YÜKSEL HY, BİÇİMOĞLU A (2012). Distal femur kırıklarının minimal invaziv cerrahi tedavisi. *TOTBİD Dergisi*, **11(1)**: 55-64.
- ARTHURS G (2015). Advances in internal fixation locking plates. doi: 10.1136/inp.g7695, **37**: 13-22.
- ASLANBEY DA (1994). Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Ders Kitabı, Medisan Yayın Serisi no:19, Ankara.
- AUGAT P, PENZKOFER R, NOLTE A (2008). Interfragmentary movement in diaphyseal tibia fractures fixed with locked intramedullary nails. *J Orthop Trauma*, **22**: 30-36.
- BAHADIR A, YILDIZ H (2008). Veteriner anatomi. Hareket sistemi ve iç organlar. İkinci basım. Bursa: Ezgi Kitabevi; s.: 80-84.
- BAKER ST (2013). Mechanical Assessment Of Veterinary Orthopedic Implant Technologies: Comparative Studies Of Canine Fracture Fixation And Equine Arthrodesis Devices And Techniques. Yüksek Lisans Tezi, p9, Texas A&M University, USA.
- BARONCELLI AB, REIF U, BIGNARDI C, PEIRONE B (2013). Effect of Screw Insertion Torque on Push Out and Cantilever Bending Properties of Five Different Angle Stable Systems. *Vet Surg*, **42**: 308-315.
- BEALE B (2004). Orthopedic clinical techniques femur fracture repair. *Clin Tech Small Anim Pract*, **19**: 134.
- BEIERER L (2014). What is all this fuss about locking plates? Erişim Adresi: [<https://www.nwspecialists.com/858/>]. Erişim Tarihi: 10/02/2014.
- BEN ALI LM (2013). Incidence, occurrence, classification and outcome of small animal fractures: a Retrospective Study (2005-2010). *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, **7(3)**: 519-524.

- BİLGİLİ H, YILDIRIM M, OLCAY B (1999). The complication of pin track infection caused by using Ilizarov's circular external fixator on tibia of dogs. *Turk J Vet Surg*, **5**: 41-44.
- BİLGİLİ H, KURUM B, CAPTUG O (2007). Treatment of radius-ulna and tibia fractures with circular external fixator in 19 dogs. *Polish J Vet Sci*, **10**: 217-231.
- BOUDRIEU RJ (2010). Advanced locking plate system (ALPS): rationale, biomechanics and early clinical use. Proceedings of the World Veterinary Orthopaedic Congress, Bologna, Italy, p.: 77-82.
- BRADEN TD, EICKER SW, ABDINOOR D (1995). Characteristics of 1000 femur fractures in the dog and cat. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **8**: 203.
- BRINKER W0, OLMSTEAD ML, SUMNER-SMITH G, PRIEUR WD (1998). Manual of internal Fixation in Small Animals, AO Pupliching, 2nd edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p.: 77.
- BUDRAS KD, MCCARTHY PH, FRICKE W, RICHTER R (2009). Anatomy of the Dog, Fifth, revised Edition, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hans-Böckler-Allee 7, 30173 Hannover. p.: 76.
- CARDOSO CB, RAHAL SC, AGOSTINHO FS, MAMPRIM MJ, SANTOS RR, FILHO ES, MORTARI AC, MONTEIRO FOB (2016). Long bone fractures in cats: a retrospective study. *Vet. e Zootec*, **23(3)**: 504-509.
- CHANDLER JC, BEALE BS (2002). Feline Orthopedics. *Clin Tech Small Anim Pract*, **17**: 190-203.
- CLAES LE, HEIGELE CA, NEIDLINGER-WILKE C (1998). Effects of mechanical factors on the fracture healing process. *Clin Orthop Relat Res.*, **355**:132-147.
- COUGHLAN AR, MILLER A (1998). BSAVA Manual of Small Animal Fracture Repair and Management. British Small Animal Veterinary Association Kingsley House, Church Lane ShurdinglOll, ChellcnllHill GL51 5TQ, United Kingdom. p: 238.
- COLTON CL (1997). Fracture classification, *J Bone Joint Surg [Br]*,**79-B**:708-9.
- CORDEY J, PERREN SM, STEINEMANN SG (2000). Stress protection due to plates: myth or reality? A parametric analysis made using the composite beam theory. *Injury*, **31**: 1-13.
- CULVENOR JA (1996). Repair of femoral capital physeal injuries in cats – 14 cases. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **9**: 182-185.
- DEMIANIUK RM, BENAMOU J, RUTHERFORD S, BECKETT C, NESS MG, DÉJARDIN LM (2015). Effect of screw type and distribution on the torsional stability of 3.5mm string of pearls locking plate constructs. *Veterinary Surgery* **44**: 119-125.

- DENNY HR, BUTTERWORTH SJ (2000). A Guide to Canine and Feline Orthopaedic Surgery , 4th Ed. , Blackwell Science Ltd, p.: 83,512.
- DETORA M, KRAUS K (2008). Mechanical testing of 3.5mm locking and non-locking bone plates. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **21**: 318–322.
- DOWNES CJ, GEMMILL TJ, GIBBONS AE, MCKEE WM (2009). Hemilaminectomy and vertebral stabilization for the treatment of thoracolumbar disc protrusion in 28 dogs. *Journal of Small Animal Practice*, **50(10)**: 525-535.
- DURSUN N (1998). Veteriner Anatomi I, Medisan Yayın Serisi No: 11, Ankara.
- EGGER EL, GOTTSÄUNER-WOLF F, PALMER J (1993). Effects of axial dynamization on bone healing. *J Trauma*, **34**: 185-192.
- EGOL KA, KUBIAK EN, FULKERSON E, KUMMER, KOVAL FJ (2004). Biomechanics of Locked Plates and Screws, *J Orthop Trauma*, **8**: 488-493.
- EIJER H, HAUKE C, ARENS S (2001). PC-Fix and local infection resistance- influence of implant design on postoperative infection development, clinical and experimental results. *Injury*, **32**: 38-43.
- EINHORN TA (1998). The cell and molecular biology of fracture healing. *Clinical orthopedics and related research*, **355**: 7-21.
- EINHORN TH, GERSTENFELD LC (2015). Fracture healing: mechanisms and interventions, *Nat. Rev. Rheumatol*, **11**: 45-54.
- EL-KAWY S, ANSARA S, MOFTAH A, SHALABY H, VARUGHESE V (2007). Retrograde femoral nailing in elderly patients with supracondylar fracture femur; is it the answer for a clinical problem? *Int Orthop*, **31**: 83-86.
- ELZOMOR ST, SHETA EME, FARGHALI HA, ASHOUR AE (2014). Prevalence of femoral fractures in dogs and cats. *Journal of the Egyptian Veterinary Medical Association*, **74**: 269-278.
- EVANS HE, MILLER ME (1993). Miller's anatomy of the dog, ed 3, Philadelphia, , WB Saunders.
- EVANS HE, LAHUNTA DA (2013). The skeleton, arthrology, the muscular system. In: *Miller's Anatomy of the Dog*, Fourth ed (H.E. Evans, ed.). Missouri, PA: W.B. Saunders Company, p.: 145-147.
- FARESE JP, LEWIS DD, CROSS AR (2002). Use of IMEX SK-circular external fixator hybrid constructs for fracture stabilization in dogs and cats. *J Am Anim Hosp Assoc*, **38**: 279.
- FAROUK O, KRETTEK C, MICLAU T (1997). Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury*, **28**: 7-12.

- FAROUK O, KRETTEK C, MICLAU T (1999). Minimally invasive plate osteosynthesis: does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique? *J Orthop Trauma*, **13**: 401-406.
- FIELD JR, TORNKVIST H, HEARN TC (1999). The influence of screw omission on construction stiffness and bone surface strain in the application of bone plates to cadaveric bone. *Injury*, **30**: 591-598.
- FITZPATRICK DC, DOORNINK J, MADEY SM (2009). Relative stability of conventional and locked plating fixation in a model of the osteoporotic femoral diaphysis. *Clin Biomech*, **24**: 203-209.
- FITZPATRICK N, BIELECKI M, YEADON R, HAMILTON M (2012a). Total hip replacement with dorsal acetabular rim augmentation using the SOPTM implant and polymethylmethacrylate cement in seven dogs with dorsal acetabular rim deficiency. *Veterinary Surgery*, **41**: 168-179.
- FITZPATRICK, N, YEADON, R, SMITH RTH, JOHNSON J, BALTZER WI, AMILS R, FARRELL M, FROST A, HOLSWORTH IG (2012b). Shoulder Arthrodesis in 14 Dogs. *Veterinary Surgery*, **41**: 745-754.
- FITZPATRICK N, NIKOLAOU CH, YEADON R, HAMILTON M (2012c). String-of-Pearls locking plate and cerclage wire stabilization of periprosthetic femoral fractures after total hip replacement in six dogs. *Veterinary Surgery*, **41**: 180-188.
- FORTERE F, TOMEK A, RYTZ U, BRUNNBERG L, JAGGY A, SPRENG D (2007). Iatrogenic sciatic nerve injury in eighteen dogs and nine cats (1997-2006). *Vet Surg*, **36**: 464-471.
- FREWEIN J, VOLLMERHAUS B (1994). Anatomie von Hund und Katze. Berlin: Blackwell.
- FRIGG R (2003). Development of the locking compression plate. *Injury*, **34**: 6-10.
- GAUTIER E, PERREN SM, CORDEY J (2000). Effect of plate position relative to bending direction on the rigidity of a plate osteosynthesis. A theoretical analysis. *Injury*, **31**: 14-20.
- GERSTENFELD LC (2003). Impaired fracture healing in the absence of TNF- α signaling: the role of TNF- α in endochondral cartilage resorption. *J. Bone Miner. Res.*, **18**: 1584-1592.
- GRAUER GF, BANKS WJ, ELLISON GW (1981). Incidence and mechanisms of distal femoral physeal fractures in the dog and cat. *J Am Anim Hosp Assoc*, **17**: 579.
- GREENHAGEN RM, JOHNSON AR, JOSEPH A (2011). Internal Fixation: a Historical Review. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, **28**: 607-618.

- GREIWE RM, ARCHDEACON MT (2007). Locking plate technology: current concepts. *J. Knee Surg*, **1**: 50-55.
- GRIFFITH CJ, LAPRADE R F, COOBS BR, OLSON E J (2007). Anatomy and Biomechanics of the Posterolateral Aspect of the Canine Knee. *J Orthop Res*, **25**: 1231-1242.
- GUERRERO TG, KALCHOFNER K, SCHERRER N, KIRCHER P (2014). Advanced Locking Plate System (ALPS): A Retrospective Evaluation in 71 Small Animal Patients. *Vet Surge*, **43**: 127-135.
- GUIOT LP, DEMIANIUK RM, DÉJARDIN LM (2012). Fractures of the Femur, . In : *Veterinary Surgery Small Animal* ,Vol:II .Ed.: Tobias , K. M . , Johnston , S. A , E.Saunders : St. Louis, Missouri , USA, p.: 865.
- HALICI H (2012). Kırık iyileşmesi; Erişim Adresi: [<http://tip.erciyes.edu.tr/Ders-Notlari/Cerrahi-Tip/Ortopedi/Mehmet-Halici/kırık%20iyileşmesi.pdf>]. Erişim Tarihi: 15/10/2017.
- HARASEN G (2001). Fractures involving the distal extremity of the femur part-1 The immature patient. *Can. Vet. J.*, **42**: 949-950.
- HARASEN G (2002). Fractures involving the distal extremity of the femur: part 2. The mature patient. *Can. Vet. J.*, **43**: 131-132.
- HARASEN G (2012). Orthopedic therapy under wraps: The pros and cons of external coaptation, *CVJ.*, **53**: 79-80.
- HENTE R, FUCHTMEIER B, SCHLEGEL U (2004). The influence of cyclic compression and distraction on the healing of experimental tibial fractures. *J Orthop Res*, **22**: 709-715.
- HOLSTEIN JH, KARABIN-KEHL B, SCHEUER C, GARCIA P, HISTING T, MEIER CH, BENNINGER E, MENDER MD, POHLEMANN T (2013). Endostatin inhibits callus remodeling during fracture healing in mice. *J. Orthop. Res*, **31**: 1579-1584.
- IGNA C, SCHUSZLER L (2010). Current concepts of internal plate fixation of fractures. *Vet. Med.*, **(2)**: 118-124.
- INAUEN R, KOCH D, BASS M (2009). Arthrodesis of the tarsometatarsal joints in a cat with a two hole advanced locking plate system. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **(2)**: 166-169.
- İNCESU Ç (2013). Köpeklerde femurun suprakondiler ve distal epifiz kırıklarının eğri plak ile sağaltımı. Yüksek lisans tezi, Aydın, Türkiye.

- ISAKSSON H, COMAS O, VAN DONKELAAR CC (2007). Bone regeneration during distraction osteogenesis: mechano-regulation by shear strain and fluid velocity. *J Biomech*, **40**: 2002-2011.
- JOHNSON AL, HOULTON J EF, VANNINI R (2005). In: *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*. Ed.: Don Hulse, Sharon Kerwin, Dan Mertens) Thieme, Switzerland, Clavadelerstrasse, CH-7270 Davos Platz, p.:275.
- JOHNSTON SA, VON PFEIL DJ F, DÉJARDIN LM, WEH M, ROE S, (2012). Internal Fracture Fixation, . In : *Veterinary Surgery Small Animal* ,Vol:II .Ed.: Tobias , K. M . , Johnston , S. A , E.Saunders : St. Louis, Missouri , USA, p.: 576.
- KELLY D, LENNON P, FERGUSON M, KILROY D (2012). An overview of the anatomy of the canine hindlimb. Erişim Adresi: [<http://www.onlineveterinaryanatomy>]. Erişim Tarihi: 02/10/2012.
- KİLİMCİ SF (2012). Köpek femur'unun iki ve üç boyutlu görüntülerinde geometrik özelliklerin değerlendirilmesi ve sonlu elemanlar yöntemi ile biyomekanik analizi, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- KIM SE, LEWIS DD (2014). Corrective osteotomy for procurvatum deformity caused by distal femoral physeal fracture malunion stabilised with String-of-Pearls locking plates: results in two dogs and a review of the literature. *Australian Veterinary Journal*, **92(3)**: 75-80.
- KIRKBY KA, LEWIS DD, LAFUENTE MP (2008). Management of humeral and femoral fractures in dogs and cats with linear-circular hybrid external skeletal fixators. *J Am Anim Hosp Assoc*, **44**: 180.
- KOCH D, (2005). *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*. Thieme, Switzerland, Clavadelerstrasse, CH-7270 Davos Platz, p:28.
- KOWALESKI M (2009). Locking plate systems: SOP and ALPS, in Proceedings of the Spring Scientific Meeting. Birmingham, *British Veterinary Orthopaedic Association*, p.: 4-9.
- KOWALESKI M, BOUDRIEU RJ, POZZI A (2012). Stifle joint. In : *Veterinary Surgery Small Animal* ,Vol:II .Ed.: Tobias KM, Johnston SA , E.Saunders : St. Louis, Missouri , USA, p.: 869, 906-911.
- KRAUS KH, NESS MG (2007). Standard operating procedures for SOP fixation of fractures version 1.4. Halifax, UK, Orthomed UK Ltd.
- KUMAR K, MOGHA IV, AITHAL HP, KINJAVDEKAR P, AMARPAL, SINGH GR, PAWDE AM , KUSHWAHA RB (2007). Occurrence and pattern of long bone fractures in growing dogs with normal and osteopenic bones. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, **54**: 484-490.

- KUMAR K (2015). Management of distal femoral shaft fractures with string of pearls locking plate in dogs. Sri venkateswara veterinary university. Yüksek Lisans Tezi. İndia.
- LEWIS DD, VAN EE RT, OAKES MG (1993). Use of reconstruction plates for stabilization of fractures and osteotomies involving the supracondylar region of the femur. *J Am Anim Hosp Assoc*, **29**: 171.
- LIBARDONI RN, SERAFINI GMC, OLIVEIRA C, SCHIMITES PI, RAFAEL OLIVEIRA CHAVES RO, FERANTI JPS, COSTA CAS, AMARAL AS, RAISER AG, SOARES AV (2016). Appendicular fractures of traumatic etiology in dogs: 955 cases (2004-2013). *Ciência Rural, Santa Maria*, **46**: 542-546.
- LIDBETTER DA, GLYDE MR (2000). Supracondylar femoral fractures in adult animals. *Compend Contin Educ Vet*, **22**: 1041.
- LIESER B (2003). Morphologische und Biomechanische Eigenschaften des Hüftgelenks (Articulatio coxae) des Hundes (Canis familiaris), Doktora Tezi, Ludwig-Maximilians- Universität München.
- LUJAN TJ, HENDERSON CHE, MADEY SM, FITZPATRICK DC, MARSH JL, BOTTLANG M (2010). Locked Plating of Distal Femur Fractures Leads to Inconsistent and Asymmetric Callus Formation. *J Orthop Trauma*, **24**: 156-162.
- MALEKANI J, SCHMUTZ B, GU Y, SCHUETZ M, YARLAGADDA P (2012). Orthopedic bone plates: Evolution in Structure, Implementation technique and biomaterial. *GSTF International Journal of Engineering Technology (JET)* **1**: 135-140.
- MALENFANT RC, SOD GA (2014). In Vitro Biomechanical Comparison of 3.5 String of Pearl Plate Fixation to 3.5 Locking Compression Plate Fixation in a Canine Fracture Gap Model. *Vet Surg*, **43**: 465-470.
- MARSH JL, SLOGO TF, AGEL J, BRODERICK JS, CREEVEY W, DE COSTER T A, PROKUSKI L, SIRKIN MS, ZIRAN B, HENLEY B, AUDIGÉ L (2007). Fracture and dislocation classification compendium 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*, 21(10 Suppl), s.:1-133.
- MARSELL R, EINHORN THA (2011). The biology of fracture healing, *Injury, Int. J. Care Injured*, **42**: 551-555.
- MARTINEZ SA, DECAMP CHE (2012). External Skeletal Fixation. In : *Veterinary Surgery Small Animal* ,Vol:II .Ed.: Tobias KM, Johnston SA , E.Saunders : St. Louis, Missouri , USA, p.: 627.
- MATTER P (1998). History of the AO and its global effect on operative fracture treatment. *Clin Orthop Relat Res. [Biography Historical Article]*.**347**: 8-11.

- McKEE WM, VE DOWNES CJ (2008). Vertebral stabilisation and selective decompression for the management of triple thoracolumbar disc protrusions. *Journal of Small Animal Practice*, **49(10)**: 536-539.
- MEHMOOD S, ANSARI U, ALI MN, RANA NF (2014). Internal fixation: An evolutionary appraisal of methods used for long bone fractures. *IJBAR*, **(03)**: 142-149.
- MELING T (2013). Implementation of a fracture and dislocation registry: Epidemiology and scoring validity of long-bone fractures, Doktora tezi, University of Bergen.
- MELNYK M, HENKE T, CLAES L, AUGAT P (2008). Revascularisation during fracture healing with soft tissue injury. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, **128**: 1159-1165.
- MEESON RL, DAVIDSON C, ARTHURS GI (2011). Soft-tissue injuries associated with cast application for distal limb orthopedic conditions: A retrospective study of sixty dogs and cats. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **24**: 126-131.
- MILLER DL, GOSWAMI D (2007). A review of locking compression plate biomechanics and their advantages as internal fixators in fracture healing. *Clinical Biomechanics*, **22**: 1049-1062.
- MILLS J (2009). Transilial interlocking plate stabilisation of a sacral fracture and an ilial fracture in a dog. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, **22**: 70-73.
- MONTAVON PM, VOSS K, LANGLEY-HOBBS SJ (2009). Feline-Orthopedic-Surgery-and-Musculoskeletal-Disease, 1st edition, Vol. 37, Elsevier Saunders, p.: 455.
- MULLER, ME, NAZARIAN S, KOCH P, SCHATZKER J (1990). The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones, 1st ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- MURPHY TP, HILL CM, KAPATKIN AS (2001). Pullout properties of 3.5-mm AO/ASIF self-tapping and cortex screws in a uniform synthetic material and in canine bone. *Vet Surg*, **30**: 253.
- NESS MG (2009a). The effect of bending and twisting on the stiffness and strength of the 3.5 SOP implant. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **(2)**: 132-366.
- NESS MG (2009b). Repair of Y-T humeral fractures in the dog using paired 'String of Pearls' locking plates. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, **22**: 492-497.

- NICETTO T, PETAZZONI M, URIZZI A, ISOLA M (2013). Experiences using the Fixin locking plate system for the stabilization of appendicular fractures in dogs: a clinical and radiographic retrospective assessment. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **26(1)**:61-68.
- ÖZKAZANLI G (2008). Femur kırıklarında LİSS uygulamaları ve sonuçlarımız, Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği.
- ÖCAL MK, SEVİL-KİLİMCİ F, YILDIRIM IG (2012). Geometry of the femoral condyles in dogs. *Veterinary Research Communications*, **36**:1-6.
- ORYAN A, ALIDADI S, MOSHIRI A (2013). Current concerns regarding healing of bone defects, *Hard Tissue*, **2(2)**:13.
- PALIERNE S, ASIMUS E, MATHON D (2006). Segmentation of the canine population in different femoral morphological groups. *Res Vet Sci*, **80**: 243-252.
- PALMER RH, JAMES SP (2010). Fracture biomechanics of the appendicular skeleton. In Bojrab MJ, Monnet E, editors: *Mechanisms of disease in small animal surgery*, ed 3, Jackson, WY, Teton NewMedia.
- PATEL V (2008). Biomechanical Evaluation Of Locked And Non-locked Constructs Under Axial And Torsion Loading. Yüksek lisans tezi, WRIGHT STATE Üniverisitesi, p 11.
- PECHNÍKOVÁ M (2013). Forensic analysis of bone fractures caused by blunt force trauma. Doktora tezi, Masaryk University.
- PERREN SM, CORDEY J, RAHN BA (1988). Early temporary porosis of bone induced by internal fixation implants. A reaction to necrosis, not to stress protection? *Clin Ortho*, **232**: 139-151.
- PERREN SM (2001). Evolution and rational of locked internal fixator technology. Introductory remarks. *Injury* 32 (Suppl 2), p.: B3-B9.
- PERREN SM (2002). Evolution of the internal fixation of long bone fractures: the scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br*, **84**: 1093-1110.
- PERREN SM (2003). Backgrounds of the technology of internal fixators. *Injury*. **34**: 1-3.
- PHILLIPS AM (2005). Overview of the fracture healing cascade. *Injury*, **36**: 55-57.

- PIERMATTEI DL, FLO GL, DECAMP CE (2006). Fractures of the femur and patella. In: *Brinker, Piermattei, and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair*, ed 4, St Louis, Saunders/Elsevier, p.: 512.
- PIÓREK A, ADAMIAK Z, JASKÓLSKA M, ZHALNIAROVICH Y (2012). Treatment of comminuted tibial shaft fractures in four dogs with the use of interlocking nail connected with type I external fixator. *Pol J Vet Sci.*, **15**: 661-666.
- POHLMAYER K (1981). Arteries of the articulation coxae and the proximal end of the femur in cats (*Felis catus*). *Anat Histol Embryol*, **10**: 246-256.
- RAGHUNATH M, SINGH M, YADAV RK, SINGH SS (2007). Distribution and classification of canine long bone fractures. *Indian Vet. J.*, **84**: 1243-1246.
- ROOSTER DE H (2001). Cranial cruciate ligament disease in the dog: contributions to etiology, diagnosis and treatment. PhD thesis, 2001, Faculteit Diergeneeskunde Universiteit Gent.
- RUMPH PF, HATHCOCK J T (1990). A symmetrical axis –based method for measuring the projected femoral angle of inclination in dogs. *Vet Surg*, **19**: 328-333.
- RUTHERFORD S, DEMIANIUK RM, BENAMOU J, BECKETT C, NESS MG, DEJARDIN LM (2015). Effect of Intramedullary Rod Diameter on a String of Pearls Plate-Rod Construct in Mediolateral Bending: An In Vitro Mechanical Study. *Vet Surg*, **44**: 737-743.
- SAĞLAM M, ÖZBA B, KAYA Ü, BİLGİLİ H (1999). Köpeklerde femurun distal Salter-Harris Tip I ve Tip II kırıklarının çapraz pin tekniği ile osteosentezi üzerine çalışmalar. *Veteriner Cerrahi Dergisi*, **5(3-4)**: 66-71.
- SCHATZKE J (1995). Changes in the AO/ASIF principles and methods, **26**: 51-56.
- SCHUTZ M, MULLER M, KAAB M (2003). Less invasive stabilization system (LISS) in the treatment of distal femoral fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.*, **70**: 74-82.
- SCOTTI S, KLEIN A, PINK J, HIDALGO A, MOISSONNIER P, FAYOLLE P (2007). Retrograde placement of a novel 3.5mm titanium interlocking nail for supracondylar and diaphyseal femoral fractures in cats. *Vet Comp Orthop Traumatol* **20**: 211-218.
- SCRIMGEOUR AB, WORTH AJ (2011). The Use of the String of Pearls Locking Plate System in the Stabilisation of a Comminuted Calcaneal Fracture in a Giant Breed Dog. Volume 2011, Article ID 957346, 4 pages doi:10.1155/2011/957346.
- SFEIR CH, HO L, DOLL BA, AZARI K, HOLLINGER JO (2005). Bone Regeneration and Repair: Biology and Clinical Applications Edited by: J. R. Lieberman and G. E. Friedlaender © Humana Press Inc., Totowa, NJ <http://www.springer.com/978-0-89603-847-9>.

- SIMPSON, AM (2004). Fractures of the humerus. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, **19**: 120-127.
- SMITH WR , ZIRAN BH, ANGL EN JO, STAHEL PF (2007). Locking plates: tips and tricks. *J. Bone Jt Surg.*, **89-A**: 2298-2307.
- SOMMER CH (2006). Biomechanics and clinical application principles of locking plates. *Suomen Ortopedia ja Traumatologia*, **29**: 20-24.
- STIFFLER KS (2004). Internal fracture fixation. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, **19(3)**: 105-113.
- STOFFEL K, DIETER U, STACHOWIAK G (2003). Biomechanical testing of the LCP–how can stability in locked internal fixators be controlled? *Injury*, **34**: 11-19.
- STOFFEL K, LORENZ KU, KUSTER MS (2007). Biomechanical considerations in plate osteosynthesis: the effect of plate-to-bone compression with and without angular screw stability. *J Orthop Trauma*, **21**: 362-368.
- STURTZ R, ASPREA L (2012). Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians and Nurses. A Clinical Approach, 1st ed., Wiley-Blackwell, Iowa, USA, Chapter III, p.: 10-13.
- TACVORIAN EK (2012). Evaluation of Canine Fracture Fixation Bone Plates. Yüksek Lisans Tezi, Worcester Polytechnic Institute. p.: 17.
- TOBIAS KM, JOHNSTON SA (2012). Veterinary Surgery: Small Animal, volume one. Saunders, an imprint of Elsevier Inc. St. Louis, Missouri.
- TOMLINSON J (2005). Fractures of the distal femur: In AO Principles of fracture management in the dog and cat. Eds. A.L. Johnson, J.E.F. Houlton and R. Vannini, AO Publishing, Switzerland., p.: 296-303.
- TSAI KU, PEAD M (2015). Comparison of a reverse-transverse cross pin technique with a same side cross pin type II external skeletal fixator in 89 dogs. *Int J Clin Exp Med.*, **10**:18023-18031.
- UHTHOFF HK, POITRAS P, VE BACKMAN DS (2006). Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments. *Journal of Orthopaedics and Sciences*, **2**: 118-126.
- UNGER M, MONTAVON PM, HEIM UF (1990). Classification of fractures of the long bones in the dog and cat: introduction and clinical application. *Vet Comp Orthop Traumatol*, **3**: 41.
- VASSEUR PM (2003). Stifle joint. In: *Textbook of Small Animal Surgery*, Vol: II. Ed.: D.Slatter, W.B. Saunders: Philadelphia, USA, p.: 2090-2143.

WAGNER M (2003). General principles for the clinical use of the LCP. *Injury*, **34**: 31-42.

WHITEHAIR JG, VASSEUR PB (1992). Fractures of the femur. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, **2**: 149-159.

ZAMPROGNO H, NELSON N, SCHAEFFER DJ, JOHNSON AL (2015). Three Dimensional Morphologic Analysis of the Lateral Surface of the Canine Femur, *Vet Surg*, **44**: 494-500.



EKLER

Ek- 1. Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU KARARI

TOPLANTI TARİHİ : 21/06/2017
TOPLANTI NO : 2017-13
DOSYA NO : 2016-57
KARAR NO : 2017-13-112

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr.Hasan Bilgili'nin yaptığı, araştırmacı olarak Arş.Gör.Sinan Ulusan ve Vet.Hek.Shaheen Jaafar'ın katıldığı "Köpeklerde Suprakondüler Femur Kırıklarının String-of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) ile Sağaltımı ve Alınan Sonuçların Klinik, Radyografik ve Kinetik Yürütme Analizi ile Değerlendirilmesi" başlıklı araştırma projesi Kurulumuzun 30/03/2016 tarih ve 2016-8-92 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Proje Yürütücüsü Prof.Dr.Hasan Bilgili ve yardımcı araştırmacı Vet.Hek.Shaheen Jaafar'ın Kurulumuza hitaben yazmış oldukları 13.06.2017 tarih ve 18238 sayılı Dilekçe'de; belirtilen gerekçelerden ötürü başlığı "Kedi ve Köpeklerde Femur Kırıklarının String-of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) ile Sağaltımı ve Alınan Sonuçların Klinik, Radyografik ve Kinetik Yürütme Analizi ile Değerlendirilmesi" şeklinde değişen söz konusu araştırma projesinin yeni ismiyle bir Kurul kararı talep edilmiştir.

Söz konusu Dilekçe; Üniversite Senatosununun 12/2/2016 tarihli toplantısında 430/3642 sayılı kararı ile kabul edilen ve Hayvan Deneyleri Merkezi Etik Kurulu'nun 19/2/2016 tarih ve 42 sayılı kararı ile onaylanan "Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Yönergesi"nin 11. maddesinin 5. fıkrası kapsamında değerlendirilmiş, Kurulumuzun 30/03/2016 tarih ve 2016-8-92 sayılı kararıyla onaylanan söz konusu araştırma projesinin başlığının "Kedi ve Köpeklerde Femur Kırıklarının String-of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (SOP) ile Sağaltımı ve Alınan Sonuçların Klinik, Radyografik ve Kinetik Yürütme Analizi ile Değerlendirilmesi" olarak değiştirilmesinin uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

ETİK KURUL ÜYELERİ				
Ünvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İmza
Prof.Dr.M.Taner KARAOĞLU (Başkan)	Viroloji Anabilim Dalı	Veteriner Fakültesi	E	
Prof.Dr.Tanju ÖZÇELİKAY (Başkan Vekili)	Farmakoloji Anabilim Dalı	Eczacılık Fakültesi	E	
Prof.Dr.Nuri YİĞİT (Üye)	Zooloji Anabilim Dalı	Fen Fakültesi	E	

Adres: Ankara Üniversitesi Rektörlüğü 06100 - Tandoğan/ANKARA Telefon : 0 (312) 212 60 40 / 2101 Faks : 0 (312) 212 60 49

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : Shaheen
Soyadı : JAAFAR
Doğum yeri ve tarihi : Kerkük 15.02.1979
Uyruğu : Irak
Medeni durumu : Evli
Askerlik durumu : -
İletişim adresi ve telefonu: Sancak Mah. 539 sok. No:6/9 Çankaya. 05379889353.

II- Eğitimi

2002 – 2005 : Mosul Üniversitesi Veteriner fakültesi- Yüksek Lisans.
1998 – 2002 : Mosul Üniversitesi Veteriner fakültesi- Lisans.
1995 – 1997 : Merkezi Kerkük lisesi.

Yabancı dili : İngilizce, Türkçe.

III- Ünvanları

2002 Veteriner Hekim, Mosul Üniversitesi Veteriner fakültesi.

IV- Mesleki Deneyimi

2002 – 2005 Kerkük Teknik Fakültesi – Öğretim üyesi.

V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

VI- Bilimsel İlgi Alanları

Yüksek Lisans Tezi:

JAAFAR, Shaheen. (2005). *Uses of absorbable surgical thread prepared from the rams tunica vaginalis and its comparison with catgut thread in dogs*. College of Veterinary Medicine, University of Mosul.

Dergi Yayınları:

1. **JAAFAR**, Shaheen. (2011): Wound healing as well as fibroblasts and neutrophil numbers in a skin exposed to infrared and electrical stimulation. *Journal of Kirkuk University*, Vol (6) No.2: 50-62.
2. **JAAFAR**, Shaheen. (2011): Determination of some physical, chemical and microbiological parameters of five wells water in Kirkuk city. *The 12th Scientific Conference, Foundation of Technical Education, Baghdad*. Vol (1): 241-252.
3. M. Yawoz, S. **Jaafar**, A.I. Salih and M.H. Abdullah (2012): A serological study of brucellosis in camels south of Kirkuk, *Iraq. Iraqi Journal of Veterinary Science*. Vol (26), No 2: 105-107.
4. Ulsan, S., **Jaafar**, S., Nasiboğlu, Ö., Özdemir, Ö., Bilgili, H. (2015): 5 Kedi 3 köpekte karşılaşılan gecikmiş, komplikasyonlu, maddi kayıplı açık kırıkların akrilik eksternal fiksasyon yöntemi ile sağaltımı. 3. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 5-6 Haziran 2015, ANKARA, Kongre Kitabı 226-227.
5. Ulsan, S., Şen, Y., **Jaafar**, S., Nasiboğlu, Ö., Özdemir, Ö., Bilgili, H. (2015): Genç bir kedide osteosarkoma. 3. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 5-6 Haziran 2015, ANKARA, Kongre Kitabı 228-229.
6. Ozdemir, O., Ulsan, S., **Jaafar**, S., Kurum, B., Bilgili, H. (2016): Treatment of early closure of the distal radial epiphyseal growth plate in a German shepherd dog. *Journal Science & Technologies*, &, 6(5): 34-38.
7. **Jaafar**, S., Ulsan, S., Nasiboglu, O., Ozdemir, O., Kurum, B., Bilgili, H. (2016): Correction of the antebrachial deformity in 23 dogs. *Journal Science & Technologies*, &, 6(5): 39-43.
8. Ulsan, S., **Jaafar**, S., Nasiboglu, O., Ozdemir, O., Bilgili H. (2016): Tarsal arthrodeses with hinged type circular external skeletal fixator in 7 dogs. *Journal Science & Technologies*, &, 6(5): 44-47.

8. Ozdemir, O., Ulsan, S., **Jaafar, S.**, Nasiboglu, O., Bilgili, H. (2016): Bone lengthening using circular external skeletal fixator in 9 dogs. Journal Science & Technologies, &, 6(5): 47-51.
9. Ulsan, S., **Jaafar, S.**, Nasiboglu, O., Ozdemir, O., Kurum, B., Bilgili, H. (2016): Treatment of open fractures using acrylic external skeletal fixator in 28 dogs and 15 cats. Journal Science & Technologies, &, 6(5): 52-54.
10. Bilgili, H., Kürüm, B., Özdemir, Ö., Ulsan, S., **Jaafar, S** and Nasiboğlu, Ö. (2017): Sirküler eksternal fiksator ile kırık sağaltımı. Türkiye Klinikleri J Vet Sci Surg – Special Topics 3(2): 58-62.
11. Ulsan, S., Özdemir, Ö., **Jaafar, S.**, Nasiboğlu, Ö. and Bilgili, H. (2017). Dirsek displazisi ve operatif sağaltım yöntemleri. Türkiye Klinikleri J Vet Sci Surg – Special Topics 3(2): 76-81.
12. Nasiboğlu, Ö., **Jaafar, S.**, Ulsan, S., Özdemir, Ö., and Bilgili, H. (2017). Veteriner ortopedide ön ve arka ekstremitte endoprotez uygulamaları. Türkiye Klinikleri J Vet Sci Surg – Special Topics 3(2): 92-99.

Kongre Yayınları ve Posterleri:

1. Ulsan, S., Şen, Y., **Jaafar, S.**, Nasiboğlu, Ö. (2016): 10 Yaşlı Golden Retriever Irkı Bir Köpekte Karşılaşılan Troid Foliküler Karsinomu. 1st International Turkey Veterinary Surgery Congress, May 11-14, 2016, ERZURUM, TURKEY.
2. Ulsan, S., **Jaafar, S.**, Nasiboglu, O., Ozdemir, O., Bilgili, H. (2016). Tarsal Arthrodeses With Hinged Type Circular External Skeletal Fixator In 7 Dogs. 26th International Scientific Conference, 2-3 June, 2016, Starozagorski, Bulgaria.

3. Ozdemir, O., Ulsan, S., **Jaafar, S.**, Nasiboglu, O., Bilgili, H. (2016). Bone Lengthening Using Circular External Skeletal Fixator In 9 Dogs, 26th International Scientific Conference, 2-3 June, 2016, Starozagorski, Bulgaria.

4. **Jaafar, S.**, Ulsan, S., Nasiboglu, O., Ozdemir, O., Kurum, B., Bilgili, H. (2016). Correction Of Antebrachial Deformity In 23 Dogs. 26th International Scientific Conference, 2-3 June, 2016, Starozagorski, Bulgaria.

5. Ulsan, S., **Jaafar, S.**, Nasiboglu, O., Ozdemir, O., Kurum, B., Bilgili, H. (2016). Treatment Of Open Fractures Using Acrylic External Skeletal Fixator In 28 Dogs and 15 Cat. 26th International Scientific Conference, 2-3 June, 2016, Starozagorski, Bulgaria.

6. Ozdemir, O., Ulsan, S., **Jaafar, S.**, Kurum, B., Bilgili, H. (2016). Treatment Of Early Closure Of Distal Radial Epiphyseal Growth Plate In a German Shepherd Dog. 26th International Scientific Conference, 2-3 June, 2016, Starozagorski, Bulgaria.

7. Hasan BİLGİLİ, Sinan ULISAN, Özkay NASİBOĞLU, Shaheen **JAAFAR**, Özge ÖZDEMİR. 10 köpekte trochleoplasti tekniği ile patellar luksasyon sağaltımı, Sözlü Bildiri, 4. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi 25-26 Mayıs 2017, Ankara, Türkiye.

8. Hasan BİLGİLİ, Shaheen **JAAFAR**, Bir köpekte suprakondüler femur kırığının String-of Pearls (Boncuk Dizisi) kilitli plağı (SOP) ile sağaltımı. Poster Bildiri. 4. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi 25-26 Mayıs 2017, Ankara, Türkiye.

9. Hasan BİLGİLİ, Sinan ULUSAN, Özkay NASİBOĞLU, Shaheen **JAAFAR**, Özge ÖZDEMİR. Bir kedinin diz ekleminde bilateral çoklu ligament yaralanmasının transartiküler pin uygulaması ile sağaltımı. Poster Bildiri. 4. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi 25-26 Mayıs 2017, Ankara, Türkiye.

10. H.Biligili, O.Ozdemir, S.Ulusan, **S. Jaafar**, B.Kurum. Fixation of Radius-ulna fracture using circular external skeletal fixator in 12 cats. Poster presentation. 42nd World Small Animal Veterinary Association Congress (WSAVA 2017), 25-28 September 2017, Copenhagen, Denmark.

11. Jaafar S ve Bilgili H. Kedi ve Köpeklerde Femur Kırıklarının String-Of-Pearls (Boncuk Dizisi) Kilitli Plağı (Sop) ile Sağaltımı ve Alınan Sonuçların Klinik Ve Radyografik Değerlendirilmesi. 2-4 Mayıs, MAKÜvet kongresi, Brdur, kongre kitapçığı sf: 130-134.

Diğer aktiviteler ve Deneyimler:

1. Qualifying Course in Teaching Method. 8-19 May 2011, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Foundation of Technical Education, Staff Development Center, Baghdad, Iraq.
2. AOVET Course-Principles in small animal fracture management. 14-16 Augustus 2014, Burdur, Turkey.
3. Kırıklarda Acil Müdahale ve Kırık Fiksasyon Teknikleri. 23 Kasım 2014, Türk Veteriner Hekimleri Birliği, Ankara Bölgesi Veteriner Hekimleri Odası kursu, Ankara.
4. 3. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi 5-6 Haziran 2015, Ankara.
5. Köpeklerde Akupunktur Temel Uygulama Prensipleri Kursu. 5-6 Haziran 2015, 3 Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Ankara.

6. Ortopedik Problemlerin Radyolojik Değerlendirilmesi Kursu. 5-6 Haziran 2015, 3 Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Ankara.
7. Kedi ve Köpeklerde Kırık Fiksasyonunda Plak-Vida Uygulamaları. 5-6 Haziran 2015, 3 Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Ankara.
8. Birinci Veteriner Tıp Acil ve Yoğun Bakım Kongresi, 27-29 Nisan 2017, İstanbul, Türkiye.
9. 4. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi 25-26 Mayıs 2017, Ankara, Türkiye.
10. 7th International Veterinary Congress 04-05 September, 2017 Paris, France.
42nd World Small Animal Veterinary Association Congress (WSAVA 2017),
25-28 September 2017, Copenhagen, Denmark.
11. Birinci Uluslararası MAKÜVET Uygulamalı Eğitim Kongresi, 2-4 Mayıs 2018, Burdur, Türkiye.