



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TR, Balıkesir University, Institute of Health Sciences

**KEDİ VE KÖPEKLERDE UZUN KEMİK
KIRIKLARININ EKSTERNAL SKELETAL
FİKSATÖR İLE SAĞALTIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ NAZLI KURNAZ KARAKAŞ

Cerrahi (Veteriner) Anabilim Dalı
Bilim Alan Kodu: 10102.06



BALIKESİR
2023

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KEDİ VE KÖPEKLERDE UZUN KEMİK KIRIKLARININ
EKSTERNAL SKELETAL FİKSATÖR İLE SAĞALTIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ NAZLI KURNAZ KARAKAŞ

**TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. MUHARREM EROL**

**Cerrahi (Veteriner) Anabilim Dalı
Bilim Alan Kodu: 10102.06**

**BALIKESİR
2023**



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ KABUL VE ONAY

Veteriner Cerrahi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde **Deniz Nazlı KURNAZ KARAKAŞ** tarafından yürütülmüş ve tamamlanmış olan

“Kedi ve Köpeklerde Uzun Kemik Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Sağaltımı”

başlıklı tez çalışması,
Balıkesir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca aşağıdaki jüri tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 24/01/2023

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. Gültekin ATALAN
Erciyes Üniversitesi
(Başkan)

Doç. Dr. Muharrem EROL
Balıkesir Üniversitesi
Üye **(Danışman)**

Prof. Dr. Cengiz CEYLAN
Balıkesir Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki /Yüksek Lisans Tezi,
sınav jüri üyeleri tarafından imzalanarak 06/02/2023 tarihinde teslim edilmiştir.

Prof. Dr. Osman İrfan İLHAK
Enstitü Müdürü

BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıpları kabullendiğimi **beyan ederim.**

06/02/2023

İmza

Deniz Nazlı KURNAZ KARAKAŞ

İTHAF

Değerli Eşime...

TEŐEKKÜR

Lisans dnemimle birlikte yüksek lisans eğitimim süresince kıymetli bilgilerini benden esirgemeyen ve tezimin yürütülmesinde rehberlik eden sevgili danışman hocam Sayın Doç. Dr. Muharrem EROL'a, lisans srecimden itibaren her türlü bilgi ve tecrübesiyle beni destekleyen ve yol gösterici olan Sayın Prof. Dr. Cengiz CEYLAN'a, tez çalıŐmamın belirlenmesinde fikirleriyle yardımcı olan Sayın Dr. Sinan ULUSAN'a, sorduğum tüm soruları sabırla yanıtlayıp bana hem teorik bilgi paylaşımında hem de tüm uygulamalarımda sonsuz destek sağlayan ArŐ. Gör. Dr. Eyüp Tolga AKYOL'a, yüksek lisansım süresince ve çalıŐmamda yardımlarını esirgemeyen kıymetli meslektaŐım Veteriner Hekim Yalım UZEL'e, niversiteye adım attığım ilk andan beri her türlü soru ve sorunda manevi desteğini hissettiğim değerli arkadaŐım ve meslektaŐım Veteriner Hekim BüŐra ASLAN AKYOL'a, çalıŐmamı yürüttüğüm süre boyunca yardımlarını esirgemeyen 2020-2021 dönemi intörn ğrenci arkadaŐlarıma teŐekkür ederim.

Son olarak eğitim ğretim hayatım boyunca bana olan inançları ve her konudaki sonsuz destekleri için annem Fatma GNHAR'a ve teyzem Birsen GNHAR'a çok teŐekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Uzun Kemiklerin Genel Anatomisi.....	3
2.1.1. Humerus.....	3
2.1.2. Radius-Ulna	4
2.1.3. Femur	5
2.1.4. Tibia-Fibula	6
2.2. Kırık ve Kırık Sınıflandırılması	8
2.3. Kırık İyileşmesi	9
2.3.1. Direkt Kemik İyileşmesi.....	10
2.3.2. İndirekt Kemik İyileşmesi	10
2.4. Kırık İyileşmesinin Dönemleri.....	11
2.4.1. Yangı Dönemi.....	11
2.4.2. Tamir Dönemi.....	11
2.4.3. Remodeling (Yeniden Şekillenme) Dönemi.....	12
2.5. Eksternal Fiksasyonun Tanımı ve Tarihsel Süreci.....	13
2.6. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Endikasyonları	15
2.7. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Parçaları	16
2.7.1. Fiksasyon Pinleri ve Telleri	16
2.7.2. Bağlantı Rodları.....	18
2.7.3. Klempler	19
2.7.4. Halkalar.....	22

2.7.5. Diğer Yardımcı Destek Elemanları	23
2.8. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Sınıflandırılması.....	23
2.8.1. Lineer Eksternal Skeletal Fiksatorler.....	24
2.8.2. Sirküler Eksternal Skeletal Fiksatorler	29
2.8.3. Hibrit Eksternal Skeletal Fiksatorler	30
2.8.4. Transartiküler Eksternal Skeletal Fiksatorler	32
2.9. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Avantajları ve Dezavantajları	32
2.10. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Komplikasyonları.....	34
2.10.1. Yumuşak Doku Hasarı.....	34
2.10.2. Pin Dibi Enfeksiyonu.....	35
2.10.3. Mekanik Komplikasyonlar	36
3. GEREÇ VE YÖNTEM	37
3.1. Klinik Muayene ve Değerlendirmesi	39
3.2. Radyolojik Muayene ve Değerlendirmesi.....	39
3.3. Preoperatif Dönem	41
3.4. Anestezi Protokolü ve Operasyona Hazırlık	41
3.5. Operatif Yaklaşım	42
3.6. Postoperatif Dönem.....	46
3.7. İstatistiksel Veri Analizi.....	47
4. BULGULAR	48
4.1. Preoperatif Dönem Bulguları	50
4.1.1. Kedi ve Köpek Sayılarının Dağılımı	50
4.1.2. Cinsiyet-Yaş-Ağırlık Dağılımı	50
4.1.3. Kırık Etiyolojisi ve Kırığın Oluştığı Kemiğe Göre Dağılım.....	51
4.2. Postoperatif Dönem Bulguları.....	54
4.2.1. Humerus Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Osteosentez Bulguları.....	57
4.2.2. Radius-Ulna Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Osteosentez Bulguları.....	63
4.2.3. Femur Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Osteosentez Bulguları	68

4.2.4. Tibia-Fibula Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Osteosentez	
Bulguları.....	70
5. TARTIŞMA	78
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	92
KAYNAKLAR	94
ÖZGEÇMİŞ.....	102
EKLER.....	103
EK-1 Etik Kurul Onay Formu.....	103

ÖZET

KEDİ VE KÖPEKLERDE UZUN KEMİK KIRIKLARININ EKSTERNAL SKELETAL FİKSATÖR İLE SAĞALTIMI

Bu çalışmanın amacı, kedi ve köpeklerde uzun kemik kırıklarının eksternal skeletal fiksator ile sağaltım sonuçlarının klinik ve radyolojik olarak değerlendirilmesidir.

Çalışma materyalini, Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Kliniği'ne ekstremitelerde topallık şikayeti ile getirilen, klinik ve radyolojik muayenelerinin ardından uzun kemik kırığı teşhis edilen farklı tür, ırk, cinsiyet ve yaş gruplarındaki 7 (%70) kedi, 3 (%30) köpek olmak üzere toplam 10 hayvan oluşturmaktadır. Cinsiyet dağılımı 5 dişi (%50) ve 5 erkek (%50), yaş ortalaması 8.3 ay, ağırlık ortalaması 3.91 (\pm 3.47) kg olarak belirlenmiştir. Kırık oluşum nedenleri %50 trafik kazası, %40 yüksekte düşme, %10 bilinmeyen sebepler olarak; kırık oluşan kemikler %50 tibia-fibula, %30 humerus, %10 radius-ulna, %10 femur olarak tespit edilmiştir. Radius-ulna ve tibia-fibula kırığı bulunan kemiklerde her iki kemiğin de kırık olduğu görülmüştür. Kırıkların %30'u açık kırık, %70'i kapalı kırık olarak sınıflandırılmıştır. Tedavi sonrası ekstremitte fonksiyonları 45. günde yapılan skorlanma ile %60'ı "çok iyi" (skor=1), %20'si "iyi" (skor=2), %20'si "orta" (skor=3) olarak bulunmuştur. Hiçbir olguda "kötü" (skor=4) skor elde edilmemiştir. Radyolojik skorlama sonucu 45. gün elde edilen verilere göre; %40'ı "kırık çizgisinin kaybolması, iyileşme" (skor=5), %40'ı "belirginleşen kallus, kırık çizgisinin görünürlüğünün kalmaması" (skor=4), %20'si "minimal kallus oluşumu" (skor=2) olarak bulunmuştur.

Çalışma ile elde edilen klinik ve radyolojik verilere göre, kedi ve köpeklerde uzun kemik kırıklarında sağaltım amacıyla biyolojik osteosentez yöntemlerinden olan eksternal skeletal fiksatorlerin rahatlıkla kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: Eksternal fiksator, ekstremitte, kedi, kırık, köpek.

ABSTRACT

TREATMENT OF LONG BONE FRACTURES WITH EXTERNAL SKELETAL FIXATOR IN CATS AND DOGS

The aim of this study is to evaluate the results of the treatment of the long bone fractures with external skeletal fixator clinically and radiologically in cats and dogs.

The study material consisted of 7 (70%) cats and 3 (30%) dogs of different species, breed, sexes, and ages, brought to Balikesir University, Faculty of Veterinary Medicine, Surgery Clinic with complaints of lameness. The gender distribution was 5 females (50%) and 5 males (50%), the average age was 8.3 months and the average weight was 3.91 (\pm 3.47) kg. The causes of fractures were determined as 50% motor vehicle accidents, 40% fall from a height, 10% unknown reasons; the fractured bones were determined as 50% tibia-fibula, 30% humerus, 10% radius-ulna, 10% femur. It was found that bones with radius-ulna and tibia-fibula fractures had both bones fractured. 30% of the fractures were classified as open fractures and 70% as closed fractures. Regarding walking, weight bearing, and lameness, it is found that 60% were "very good" (score=1), 20% were "good" (score=2), and 20% were "moderate" (score=3) in functional use of the 45th day scoring. There was no "bad" (score=4) score in any case. According to the data obtained at the 45th day as a result of radiological scoring; 40% were "disappearance of the fracture line, healing" (score=5), 40% were "pronounced callus, no visibility of the fracture line" (score = 4), 20% were "minimal callus formation" (score = 2).

According to the clinical and radiological examinations after the treatment, it was concluded that external skeletal fixators, which belong to the biological osteosynthesis methods, can be easily used for the treatment of long bone fractures in cats and dogs.

Keywords: *External fixator, extremity, cat, fracture, dog.*

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

A.	: Arteria
AAOS	: American Academy of Orthopaedic Surgeons (Amerikan Ortopedi Cerrahi Akademisi)
AP	: Anterio Posterior
Art.	: Articulatio
ESF	: Eksternal Skeletal Fiksator
IM	: İntramedüller
M.	: Musculus
ML	: Medio Lateral
MÖ	: Milattan Önce
N.	: Nervus
SH	: Salter Harris
%	: Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No:</u>
Şekil 2.1. Salter-Harris Kırık Sınıflandırması.	9
Şekil 2.2. Kırık İyileşme Dönemleri.	13
Şekil 2.3. Lambotte'nin Unilateral Fiksatorü.	14
Şekil 2.4. Ilizarov'un Halka Fiksatorü.	15
Şekil 2.5. (A) Kirschner Teli, (B) Shanz Pini, (C) Düz-Steinmann Pin, (D) Zeytinli Tel.	16
Şekil 2.6. (A-B) Çelik Rod, (C) Titanyum Rod, (D) Karbonfiber Rod.	19
Şekil 2.7. (A) IMEX SK Klemp, (B) SECUROS TITAN Klemp, (C) SECUROS U Klemp.	20
Şekil 2.8. Unilateral-Uniplanar (Tip Ia) Fiksator.	24
Şekil 2.9. Unilateral-Biplanar (Tip Ib) Fiksator.	25
Şekil 2.10. Bilateral-Uniplanar (Tip II) Fiksator.	26
Şekil 2.11. Bilateral-Biplanar (Tip III) Fiksator.	26
Şekil 2.12. Tie-in Pin Konfigürasyonu.	27
Şekil 2.13. (A) Şekillendirilebilir Akrilik ESF, (B) Şekilli Esnek Tüp ile Oluşturulan Akrilik Fiksator.	29
Şekil 2.14. Sirküler ESF ve Oluştugu Parçalar.	30
Şekil 2.15. Hibrit Eksternal Skeletal Fiksator.	31
Şekil 2.16. Transartiküler ESF.	32
Şekil 3.1. Olgu 10, Melez Köpek, Erkek, 2.5 Aylık, 5 Kg.	37
Şekil 3.2. Radyolojik Muayene için Kullanılan A) Röntgen Cihazı ve B) Bilgisayarlı Röntgen Sistemi.	40
Şekil 3.3. Olgu 4, Tibia Kırığı, Hastanın Lateral Pozisyonda Yatırılması ve Traş Edilmesi.	42
Şekil 3.4. Olgu 8, Kırık Uçlarının Kemik Forsepsi ile Hizalanması ve Pinlerin Uygulanması.	43
Şekil 3.5. Olgu 9, Pinler ve Rodun Klempiler ile Birbirine Sabitlenmesi.	44

Şekil 3.6. Olgu 3, A) Destek Ünitesi Oluşturulmak için Pinlerin Bükülerek Birbiri ile Sabitlenmesi B) Akrilik Malzemenin Hamur Halinde Destek Ünitesi Üzerine Kaplanması.	44
Şekil 3.7. Sıvı Akrilik Malzemenin Enjektör ile Rodu Oluşturacak Entübasyon Tüpüne Aktarılması.	45
Şekil 3.8. Olgu 8, Termal Nekrozu Önlemek için Bölgenin Steril İzotonik Solüsyonu ile Soğutulması (Beyaz Oklar).	46
Şekil 4.1. Tez Olgularının Türe Göre Dağılım Grafiği.....	50
Şekil 4.2. Tez Olgularının Cinsiyet Dağılım Grafiği.	50
Şekil 4.3. Tez Olgularının Yaş Dağılım Grafiği.	51
Şekil 4.4. Tez Olgularının Kırık Sebebi Dağılım Grafiği.....	51
Şekil 4.5. Kırık Kemiklerin Dağılım Grafiği.....	52
Şekil 4.6. ESF Uygulanan 10 Olgunun Preoperatif Muayene ile Elde Edilen Radyografik Görüntüleri.....	53
Şekil 4.7. Olgu 8, 45. Gün Ekstremitte Kullanımı, Yürüme-Ağırlık Verme Değerlendirmesi.....	54
Şekil 4.8. Humerus Kırığı Olgularının Postoperatif 10. Gün Klinik Görünümleri ...	58
Şekil 4.9. Humerus Kırığı Olgularının Postoperatif 10. Gün AP Ve ML Pozisyonlarda Radyoloji Görüntüleri.	59
Şekil 4.10. Humerus Kırığı Olgularının Postoperatif 30. Gün Klinik Görünümleri..	60
Şekil 4.11. Humerus Kırığı Olgularının Postoperatif 30. Gün AP Ve ML Pozisyonlarda Radyoloji Görüntüleri.....	61
Şekil 4.12. Humerus Kırığı Olgularının Postoperatif 45. Gün Klinik Görünümleri..	62
Şekil 4.13. Humerus Kırığı Olgularının Postoperatif 45. Gün AP ve ML Pozisyonlarda Radyoloji Görüntüleri.....	63
Şekil 4.14. Radius-Ulna Kırığı (Olgu 2) Postoperatif Dönem Klinik Görünümü.	66
Şekil 4.15. Radius-Ulna Kırığı (Olgu 2) Postoperatif Dönem AP ve ML Pozisyonlarda Radyoloji Görüntüleri.....	67
Şekil 4.16. Femur Kırığı (Olgu 10) Postoperatif Dönem Klinik Görünümü.	69
Şekil 4.17. Femur Kırığının (Olgu 10) Postoperatif AP ve ML Pozisyonlarda Radyoloji Görüntüsü.	70

Şekil 4.18. Tibia-Fibula Kırığı Olgularının Postoperatif 10. Gün Klinik Görünümleri.	72
Şekil 4.19. Tibia-Fibula Kırığı Olgularının Postoperatif 10. Gün AP ve ML Pozisyonlarda Radyoloji Görüntüleri.....	72
Şekil 4.20. Tibia-Fibula Kırığı Olgularının Postoperatif 30. Gün Klinik Görünümleri.	74
Şekil 4.21. Tibia-Fibula Kırığı Olgularının Postoperatif 30. Gün AP ve ML Pozisyonlarda Radyoloji Görüntüleri	75
Şekil 4.22. Tibia-Fibula Kırığı Olgularının Postoperatif 45. Gün Klinik Görünümleri.	76
Şekil 4.23. Tibia-Fibula Kırığı Olgularının Postoperatif 45. Gün AP ve ML Pozisyonlarda Radyoloji Görüntüleri	77

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 2.1. Vücut Ağırlığına Göre Kedi ve Köpeklerde Kullanım için Önerilen Tel Çapları ve Gerilimleri.....	17
Tablo 2.2. Eksternal Fiksator, Klemp Ölçüsü, Pin Çapı ve Rod Çapı	21
Tablo 2.3. Sirküler Sistemde Kullanılan Halkalar ve Özellikleri.....	22
Tablo 3.1. Çalışmayı Oluşturan Kedi ve Köpeklerin Genel Özellikleri.	38
Tablo 3.2. Klinik Olarak Ekstremitenin Fonksiyonel Kullanımının Değerlendirmesi.	39
Tablo 3.3. Radyolojik Değerlendirme için Kullanılan Puanlama Sistemi	40
Tablo 4.1. Eksternal Skeletal Fiksator ile Tedavi Edilen Olgulara Ait Bilgiler.....	48
Tablo 4.2. Ekstremitte Fonksiyonel Kullanımının Klinik Değerlendirme Skorlaması.	55
Tablo 4.3. Kırık İyileşmesinin Radyolojik Olarak Puanlanması.....	55
Tablo 4.4. Kırık İyileşme Sürecinde Görülen Komplikasyonlar.....	56

1. GİRİŞ

Motorlu taşıt kazaları, yüksekten düşme, ateşli silah yaralanmaları gibi yüksek enerjili travmalar, çeşitli anatomik bölgelerde bir veya birden fazla yaşamsal öneme sahip olan lezyonlara neden olmaktadır. Kedi ve köpeklerde travma sonrası ortopedik lezyonlar %63.5 oranında görülmektedir ve bu yaralanmaların önemli bir kısmını ekstremitelerde kırıklar oluşturmaktadır (Griffon ve ark., 1994; Bennour ve ark., 2014; Parlak ve Arıcan, 2015). Kemik dokunun anatomik bütünlüğünü kaybetmesi ile sonuçlanan durum kırık olarak tanımlanmaktadır. Uzun kemiklerde kırık oluşumunun ardından fonksiyonel kullanım ortadan kalkacağı için mutlaka sağaltım seçenekleri değerlendirilerek uygulanmalıdır (Johnson, 2013; Arıcan, 2020).

Kırık iyileşmesi biyolojik bir süreçtir. Kırık iyileşme sürecinde oluşum nedeni, hayvanın yaşı, kemik yapısının genel durumu, enfeksiyon varlığı, sekonder travma bulunması gibi pek çok durum etkili olmaktadır. Tüm bu sebepler göz önünde bulundurularak detaylı bir klinik ve radyolojik muayene ardından kırık sağaltım seçeneğine karar verilmektedir (Altunatmaz, 2004; Arıcan 2020).

Kırıkların operatif sağaltım seçeneklerinden olan eksternal skeletal fiksatörler (ESF) geçmişten günümüze kadar özellikle uzun kemik kırıklarında sıklıkla tercih edilen osteosentez yöntemi olmaktadır. Bu yöntemin tercih edilirliliğini arttıran en önemli özelliklerinden biri biyolojik osteosentez kavramını karşılayabilmesidir. Biyolojik osteosentez yöntemlerinde, travma sonrası kırık bölgesinde oluşan ve iyileşme için önemli rol oynayan kırık hematomu ile bölgenin vasküler yapısını koruma ve çevre yumuşak dokularda minimum travma oluşturma hedeflenerek iyileşmenin erken dönemde olması hedeflenmektedir. Özellikle genç hayvanlarda kırık uçlarının hizalanmasının sağlanmasından sonra çok rijit bir fiksasyon yapmadan kırık stabilizasyonu sağlandığında erken dönemde geniş kallus oluşumuyla iyileşmenin hızla olması beklenmektedir (Palmer, 1999; Kraus ve ark., 2003; Kumar ve ark., 2020). Ayrıca eksternal skeletal fiksatörlerin özellikle kedi ve köpeklerde

osteosentez yöntemi olarak tercih edilme nedenleri arasında kapalı ya da sınırlı açık cerrahi girişimlerle kırık redüksiyonu ve stabilizasyon sağlama, minimal invaziv cerrahi, kırık ekstremiteyle yük paylaşımı yaparak erken ekstremite kullanımı, sağaltım seçeneği olarak primer veya diğer cerrahi girişimlerle birlikte sekonder olarak tercih edilebilme, çeşitli çerçeve konfigürasyonları sayesinde eklem bölgesinde oluşabilen çok ve küçük parçalı kırıklar gibi kırıklarda, angüler deformiteli hayvanlarda düzeltme osteotomilerinde, açık ve enfekte kırıklar ile geniş yumuşak doku kayıplı kırıklarda hem kemik dokuda hem yumuşak dokuda eş zamanlı iyileşme sağlayabilmesi gibi pek çok avantajı bulunmaktadır (Palmer ve ark., 1992; Kraus ve ark., 2003; Johnson, 2013; Kumar ve ark., 2020).

Bu çalışmanın amacı, Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi'ne topallık şikayeti ile getirilen ve uzun kemik kırıkları teşhis edilen kedi ve köpeklerde osteosentez yöntemi olarak eksternal skeletal fiksator kullanımının kırık iyileşmesi üzerinde olan etkilerinin klinik ve radyografik muayene takip sonuçlarının ortaya koyulmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Uzun Kemiklerin Genel Anatomisi

2.1.1. Humerus

Humerus, üç bölümden oluşan uzun ve kalın bir ön kol kemiğidir. Proksimal ucunda kraniale, distalde ise kaudale yönlene kivrımlar oluşturarak lateralden bakıldığında kendine özgü “s” şeklinde görülen, kranialden bakıldığında da medial korteksin lateral kortekse göre daha düz olduğu görülen değişik konfigürasyona sahip bir kemiktir. Humerusun proksimali caput humeri ile scapula'nın cavitas glenoidalis'i birleşip omuz eklemine oluşturur. Caput humeri'nin arka ve alt bölümünde daralarak oluşan bölge collum humeri, lateral yüzündeki çıkıntı tuberculum majus, medial yüzünde olan daha küçük çıkıntı ise tuberculum minus olarak adlandırılır. Lateral ve medial yüzeylerdeki çıkıntıların arasındaki sulcus intertubercularis'ten m. biceps brachii'nin başlangıç kirişi geçer. Ayrıca tuberculum majus'a m. supraspinatus ve dış yüzündeki yuvarlak yüzeye m. infraspinatus yapışır (Dursun, 2008; Evans ve Lahunta, 2013).

Humerus'un gövdesini oluşturan corpus humeri üzerinde sulcus m. brachialis, tuberositas deltoidea ve tuberositas teres major olarak adlandırılan üç önemli anatomik yapı vardır. Spiral seyirli sulcus m. brachialis oluğunu m. brachialis doldurur. Humerusun dış 1/3'ünde tuberositas deltoidea'ya m. deltoideus, iç 1/3'ünde tuberositas teres major'a m. teres major ve m. latissimus dorsi yapışır (Dursun, 2008; Bahadır ve Yıldız, 2010; Evans ve Lahunta, 2013).

Humerus'un distalini karnivorlarda diğer hayvanlardan farklı olarak capitulum humeri ve trochlea humeri olmak üzere iki kısma ayrılan condylus humeri oluşturulur. Humerusun enine kesiti incelendiğinde proksimalden distale doğru incelendiği ve kum saati şeklinde olan distal ucun kırık insidansının arttığı gözlenmiştir. Condylus humeri'nin üst ve ön kısmında fossa radialis bulunur. Ayrıca buranın medialinde

sadece kedilerde bulunan fossa coronoidea adında bir delik daha vardır. Bu delik dirsek fleksiyon pozisyonundayken ulna'nın processus coronoideus'unun içine girdiği yerdir. Condylus humeri'nin üst ve arkasında ise fossa olecrani bulunur ve epicondylus medialis ile epicondylus lateralis'ten oluşur. Epicondylus medialis'ten fleksor kaslar, epicondylus lateralis'ten ise ekstensor kaslar orijin almaktadır. Ayrıca burada da sadece kedilerde bulunan bir delik mevcuttur. Foramen supracondylare adındaki bu delik epicondylus medialis'in üzerindedir ve içerisinden a. brachialis ile n. medianus geçer. Köpeklerde ise foramen supratrochleare adında fossa radialis ile fossa olecrani arasında iştirak sağlayan bir delik bulunmaktadır (Dursun, 2008; Simpson, 2004; Turner, 2005; Langley-Hobbs ve Straw, 2005).

2.1.2. Radius-Ulna

Birbirine paralel olarak bulunan iki uzun kemikten oluşur. Bu iki kemikten ön ve iç tarafta olan ve ayrıca proksimalde humerus ile distalde ise karpal kemiklerle eklem oluşturan ve ön kolun ana ağırlığını destekleyen kemik radius, arka ve dış tarafta olan kemik ulna adını alır (Dursun, 2008; Evans ve Lahunta, 2013).

Radius'un proksimali ayrıca geniş olan kısmı caput radii adını alır ve bunun üst yüzeyi olan fovea capitis radii ile humerus articulatio cubiti'yi oluşturur. Caput radii'nin daralan alt bölümü collum radii'dir ve dorsomedialindeki pürüzlü yüzey olan tuberositas radii'ye m. biceps brachii ve m. brachialis yapışır. Dirsek eklemi, art. humeroulnaris, art. humeroradialis ve art. radioulnaris proksimalis adındaki üç eklem kombinasyonundan oluşmaktadır (Dursun, 2008; Voss ve ark., 2009; Evans ve Lahunta, 2013). Karnivorlarda, radius ve ulna proksimal ile distal uçlarda hareketli eklemlerle birbirine bağlıdır ve bu radioulnar eklemler kemiklerin rotasyonuna olanak sağlayarak fonksiyonellik için önem arz eder. Karnivorlarda radius ve ulna aynı zamanda membrana interosseum antebrachii adındaki zar ile bitişiktir. Fakat kedigillerde bu zar köpeklerdeki gibi güçlü değildir ve bu sayede radioulnar eklem, yüksek derecede pronasyon ve supinasyon için gerekli olan ulnanın radius başının etrafında dönmesine olanak sağlar. Radius'un gövdesi kraniyal ve kaudal yüzden oluşur. Facies cranialis dışbükey olan ön yüz iken, facies caudalis ulna'ya bakan içbükey yüzeydir (Dursun, 2008; Voss ve ark., 2009).

Radius'un distal ucu trochlea radii adında makaraya benzer yapıdadır ve üzerinde facies articularis carpea adında karpal kemiklerle eklemleşen yüzey vardır. Lateral yüzeyde incisura ulnaris bulunur ve art. radioulnaris distalis eklemi oluşturur (Dursun, 2008; Bahadır ve Yıldız, 2010).

Ulna radius'un kaudolateralinde bulunan ayrıca daha ince ve uzun olan bir kemiktir. Proksimal ucu oluşturan kalın ve sağlam kısım olecranon adını alır. Olecranon'un kaudaline m. triceps brachii, m. anconeus ve m. tensor fasciae antebrachii kasları yapışır. Ayrıca karnivorlarda üç çıkıntılı olan tuber olecrani'den nervus radialis tarafından innerve edilen m. brachioradialis, m. ekstensor carpi radialis, m. ekstensor digitorum communis ve lateralis, m. ekstensor carpi ulnaris, m. supinator, m. ekstensor carpi obliquus kasları ile karpal kemiklere kadar uzanan m. fleksor carpi ulnaris başlar. Üzerindeki deri arasında da bursa subcutanea olecrani bulunur. Olecranon'un önündeki çıkıntı olan processus anconeus humerus'ta bulunan fossa olecrani'ye yerleşir. Ayrıca ön yüzde condylus humeri ile içbükey eklem oluşturan incisura trochlearis vardır. Processus coronoideus lateralis ve processus coronoideus medialis adındaki iki çıkıntı incisura trochlearis'i arkadan öne doğru sınırlar ve aralarındaki incisura radialis eklem yüzeyi oluşturarak art. radioulnaris proximalis'i şekillendirir (Dursun, 2008; Evans ve Lahunta, 2013).

2.1.3. Femur

Femur iskelet kemiklerinin en uzun, kalın ve ağır olanıdır. Proksimalde os coxae ile distalde ise tibia ile eklem yapar (Dursun, 2008; Evans ve Lahunta, 2013).

Proksimal uç büyük bir baş (caput ossis femoris), boyun (collum ossis femoris) ve kas gruplarının yapıştığı iki çıkıntıdan (trochanter major, trochanter minor) oluşmaktadır. Caput ossis femoris yukarı ve mediale dönük olarak acetabulum ile eklemleşir. Ayrıca alt kısmında fovea capitis bölgesine ligamentum capitis ossis femoris yapışmaktadır. Trochanter major laterladedeki büyük çıkıntıdır ve üzerindeki deri ile arasında bursa subcutanea trochanterica vardır. Bu büyük çıkıntıya m. gluteus medius ile m. gluteus profundus, çıkıntının arka kısmına m. gluteus superficialis ve arka iç kısmına m. obturator internus ile m. obturator externus yapışmaktadır.

Tuberculum minor ise collum ossis femoris'in alt ve medialinde olan daha küçük çıkıntıdır. Bu çıkıntıya ise m. iliopsoas yapışmaktadır (Dursun, 2008; Bahadır ve Yıldız, 2010).

Femur'un gövdesi (corpus ossis femoris) orta ve alt kısımda medial ve lateral labiumların sınırlandığı facies aspera adında pürüzlü bir yüzeye sahiptir ve bu yüzeye m. pectineus ve m. adductor kasları yapışmaktadır. Labiumların distale doğru birbirinden uzaklaşmasıyla facies poplitea adında düz ve geniş üçgen bir alan oluşur. Lateral labiumun altında karnivorlarda tuberositas supracondylaris adını alan bir tümsek vardır ve m. fleksor digitorum superficialis ile m.gastrocnemius'un caput laterale'si buradan başlar (Dursun, 2008).

Femur distal ucu, condylus medialis ve condylus lateralis ile önde throclea ossis femoris'ten oluşmaktadır. Her iki kondülün lateralinde epicondylus medialis ve epicondylus lateralis adında çıkıntılar vardır ve buralara medial-lateral kollateral ligamentler yapışmaktadır. Ayrıca kondüllerin üst yüzeyi de sadece karnivorlarda bulunan susam kemiğinin oturabilmesi için facies articularis sesamoidea medialis ve facies articularis sesamoidea lateralis yüzeylerine sahiptir. Makara şeklindeki throclea ossis femoris ise patella ile eklemleşmektedir ve bu susam kemiği m.quadriceps femoris'in tendonu ile ilişkilidir (Dursun, 2008; Evans ve Lahunta, 2013).

2.1.4. Tibia-Fibula

Ossa cruris iki kemikten oluşmaktadır. İç tarafta bulunan ve kalın olan tibia, dış tarafta bulunan ve ince olan kemik fibula'dır. Tibia proksimalde femur ile distalde tarsusla ve lateralde hem proksimalden hem distalden fibula ile eklemleşmektedir. Tibia'nın distal kesitinde proksimal yarısı üçgen ve daha büyük, distal yarısı ise neredeyse silindriktir (Dursun, 2008; Evans ve Lahunta, 2013).

Tibia'nın proksimali condylus medialis ve condylus lateralis olarak adlandırılan iki büyük oluşum bulunur. Yüzey alanları yaklaşık olarak aynı olmasına rağmen medial kondül oval, lateral kondül neredeyse daireseldir ve bu kondülün dış yüzeyinde olan facies articularis fibularis'e fibula eklemleşmektedir. Kondüllerin

üstündeki eklem yüzeyleri ise çoğunluk menisküsler olmak üzere femur ile sınırlı bir temas halindedir. Ayrıca her iki kondül orta kısma doğru bir tümsek oluşturur ve menisküs bağlarının da tutunduğu bu çıkıntılar, *tuberculum intercondylare mediale* ile *tuberculum intercondylare laterale* adını almaktadır. Bu çıkıntıların birlikte oluşturdukları *eminentia intercondylaris* sayesinde femur'da *fossa intercondylaris*'e yerleşmektedir. Tibia'nın proksimal ön yüzünde bulunan *tuberositas tibia*'ya *m. quadriceps femoris* yapışır ve üzerindeki oluğa *ligamentum patellae intermedium* yapışır. Medial yüzüne ise *m. biceps femoris*'in bir bölümü ile *kauldeline m. tibialis cranialis* yapışmaktadır. Üzerinde bulunan deri ile arasında *bursa subcutanea tuberositas tibia* bulunmaktadır (Dursun, 2008; Evans ve Lahunta, 2013).

Tibia'nın gövdesi, *corpus tibia* diyafizer olarak eşit dağılımlı olmasına rağmen lateral bakıda "s" şeklinde gözlenmektedir. Özellikle proksimal yarıda *margo cranialis*, *margo medialis* ve *margo lateralis* ile sınırlanan yüzeyleri vardır. Her kenarın üzerinde belirli yüzeyler vardır (Schwarz, 2005; Dursun, 2008). *Margo cranialis* keskin kenarıyla *crista tibia*'yı oluşturur. Ayrıca bu kenarın yanında *m. semitendinosus*, *gracilis* ve *sartorius* kaslarının sonlandığı kısımlar mevcuttur (Done ve ark., 2009). *Margo medialis* daha kalın ve yassı olan kenardır. Bu yüzden deri altında arter, vena ve *nervus saphenous* seyretmektedir. *Margo lateralis* ise fibula ile birleşen yüzeydir. *Facies caudalis*, lateral sınırın proksimal kısmından medial sınırın ortasına doğru uzanan eğik bir popliteal çizgi (*linea m. poplitei*) bulundurmaktadır ve bu çizgiden distale doğru paralel şekilde uzanan kas çizgileri vardır (Dursun, 2008; Done ve ark., 2009; Evans ve Lahunta, 2013).

Tibia'nın distali, *cochlea tibia* adını almaktadır ve tarsus ile eklemleşen yüzeyi oblik seyirlidir. Medialinde distale doğru uzanan çıkıntı *malleolus medialis* üzerinden seyreden oluktan ise *m. tibialis cranialis*'in tendonu geçmektedir. Lateral yüzdeki çıkıntı ise *malleolus lateralis* üzerinde bulunan *incisura fibularis* sayesinde karnivorlarda direkt fibula ile eklemleşmektedir ve bu çıkıntı fibula tarafından oluşturulmaktadır (Dursun, 2008; Bahadır ve Yıldız, 2010).

Fibula bazı hayvan türlerinde tam olarak bulunmasa da karnivorlarda tam kemik olarak bulunmaktadır. Proksimal ucu olan *caput fibula* üzerindeki eklem yüzü sayesinde tibia'nın *condylus lateralis*'i ile eklemleşmektedir. Gövde kısmında belirgin

olmayan bir boyun bulunmaktadır. Distal tarafında talus ile eklemleşen facies articularis malleoli vardır. Fibula'nın oluşturduğu malleolus lateralis'in dış yüzünde bulunan oluktan m. peroneus longus ve m. peroneus brevis'in kirişleri geçmektedir (Dursun, 2008).

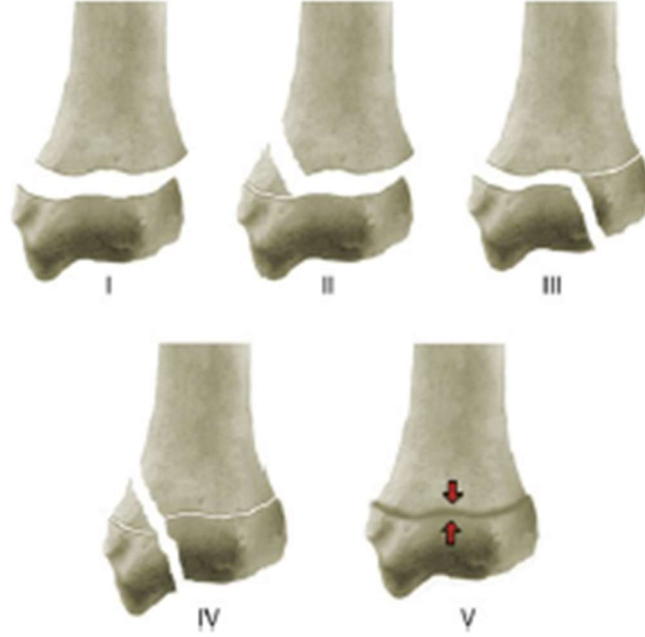
2.2. Kırık ve Kırık Sınıflandırılması

Kemik dokunun veya eklem yapısının tamamen ya da kısmen bütünlüğünün ortadan kalktığı durumlar kırık olarak tanımlanmaktadır. Kırık oluşan bölgede çevre yumuşak dokular ile damarsal ağın çeşitli derecede hasar görmesi sonucunda lokomotor sistem fonksiyonelliğini kaybetmektedir (Piermattei ve ark., 2006; Moreno ve ark., 2018).

Kırıkları tanımlamak için pek çok kritere göre yapılan kırık sınıflandırması mevcuttur. Etiyolojik faktörlere göre kemik üzerine uygulanan direkt etki, kemik üzerine uygulanan indirekt etki, patolojik kırıklar, stres veya yorgunluk kırıkları, kırık uçlarının dış ortamla ilişkisine göre açık kırık, kapalı kırık; anatomik lokalizasyona göre epifizer kırık, orta diyafizer kırık, distal diyafizer kırık, proksimal diyafizer kırık, suprakondiler kırık; kırık çizgisine göre transversal, avulsiyon (kopma), oblik, parçalı, spiral; kırık sayısına göre tek hattı kırık olan, iki hattı kırık olan, parsiyel kırık, segmental kırık, parçalı kırık, multiple kırık; kırık derecesine göre tam kırık, tam olmayan kırık, çatlak (fissur), yaş ağaç kırığı, çökme kırığı, basınç kırığı, dişlenmiş kırık, epifizyoliz; histolojik yapısına göre spongios kemik kırığı, kortikal kemik kırığı olarak sınıflandırılmaktadırlar (Aslanbey, 2002; Piermattei ve ark., 2006; Arıcan, 2020).

Kırıkların anatomik bölge sınıflandırmasında epifizer kırıklar, özellikle büyüme çağındaki hayvanların uzun ekstremite kemiklerinin proksimal veya distal uçlarında görülen, fizeal kırık olarak da bilinen eklem içi ve eklemle yakın olarak oluşmaktadır. Bu kırıklar "Salter-Harris" (SH) sınıflandırmasına göre 5 kategoriye ayrılmaktadır (Şekil 2.1.). Salter-Harris Tip I kırığı, sadece fiziste tamamen ayrılma oluşması; Salter-Harris Tip II kırığı, epifiz ayrılmasına metafizinde bir kısmının eşlik ettiği kırık oluşması; Salter-Harris Tip III kırığı, eklem içi kırıkla birlikte epifiz ve

metafizin bir kısmını içeren ayrılma; Salter-Harris Tip IV, eklem içi kırıkla birlikte epifiz ve metafizi tamamen kapsayan kırık; Salter-Harris Tip V, fizis üzerine şiddetli basınçla birlikte oluşan basınç kırığı şeklinde kategorilendirilmektedir (Şekil 2.1) (Salter ve Harris, 1963; Moreno ve ark., 2018; Arıcan, 2020).



Şekil 2.1. Salter-Harris kırık sınıflandırması.
(Moreno ve ark., 2018)

2.3. Kırık İyileşmesi

Kırık kemiğin iyileşmesi, kırık hattının tekrar kemik dokuyla birleşerek iyileşmesi demektir. Bağ doku iyileşmesi gibi olan kırık iyileşmesinin, osteoblast ve osteoklast aktivitesiyle kalsifiye kemik meydana getirmesi sonucu yumuşak dokudan farklı olduğu ortaya konulmaktadır (Aslanbey, 2002; Altunatmaz, 2004). Kemiğin iyileşmesi kırık ve hastanın biyolojik sağlığı, kırık iyileşmesinde cerrahi bir müdahale olup olmaması veya kırık stabilizasyonunun hangi yöntemle yapıldığı gibi faktörlere bağlıdır (Moreno ve ark., 2018).

2.3.1. Direkt Kemik İyileşmesi

Kırık kemik uçları arasında hareketsizlik ve anatomik olarak redüksiyon sağlandığında eğer doku kanlanmasında herhangi bir aksaklık yok ise periosteal ve endosteal kallus dokusu oluşmadan osteoblast ve osteoklast aktiviteleriyle oluşan iyileşme şeklidir. İyileşme direkt kortekste lamellar kemik formuyla oluşmaktadır. Bu iyileşme için tam denge ve rijit fiksasyon mutlakdır (Aslanbey, 2002; Gönen ve Tanrıkulu, 2017).

Direkt iyileşme, tam temasla (kontakt) ve boşlukla (gap) iyileşme şeklinde değerlendirilmektedir (Moreno ve ark., 2018). Kontakt iyileşme, kırık uçları arasındaki boşluğun 0.01 mm'den ve aralarındaki gerilimin %2'den az olması halinde gerçekleşmektedir. Periostal kallus oluşmadan osteonların uzanımıyla lameller kemik oluşmaktadır (Aslanbey, 2002; Gönen ve Tanrıkulu, 2017). Gap iyileşme, anatomik redüksiyon ile stabil koşullarda kırık uçları arası 800 mikrometre-1 mm'den az ise şekillenen iyileşmedir. Bu iyileşme osteoblastların, örgü kemik oluşturarak yeniden şekillenmesi sayesinde lamellar kemik dokusuna dönüşerek sağlanmaktadır (Marsell ve Einhorn, 2011; Gönen ve Tanrıkulu, 2017).

2.3.2. İndirekt Kemik İyileşmesi

Kırık hattında fibröz bağ doku ve kırıkta kallus şekillenmesi ile tanımlanmaktadır. Hareketli kırık uçları sayesinde stabil olmayan mekanik bir ortamda gerçekleşen iyileşme halidir (Johnson, 2013). Kırık oluştuğunda endosteum, periosteum ve çevre dokuların hasar görmesi sonucu kırık bölgesinin içerisinde fibroblastların yer aldığı kırık hematomu oluşmaktadır. Bu hematomun organize olmasıyla, kapiller invazyon ve yeni damarlaşma ile fibröz doku oluşmaktadır. Fibröz dokunun oluşmasının ardından kırık hattı stabil hale gelerek kırıkta kallus dokusunu sağlamaktadır. Canlı kırıkta kallus dokusu kırık uçları arasında kallus dokusunun oluşmasını sağlayacak periosteal zarın köprü oluşturmasına olanak sunmaktadır. Endokondral ossifikasyon sonucu kırıkta kallus dokusu yerini kemik doku almaktadır. Bu tip kırık iyileşmesi ile hematoma şekillenip kırık uçları arasında geniş bir kallus oluşana kadar geçen süreç hassastır. Kallus dokusunun sertleşmesi ile tam stabilizasyon

gerçekleşmektedir ve diğer kemiklerden daha güçlü olan bu kemikte yeniden modelleme süreci başlayarak kemiğin normal fonksiyonunu geri kazanması sağlanmaktadır (Einhorn, 1998; Aslanbey, 2002; Arıcan, 2020).

2.4. Kırık İyileşmesinin Dönemleri

2.4.1. Yangı Dönemi

Travma sonrası kırık oluşumuna karşı verilen ilk yanıt “yangı”dır ve ortalama 3-4 günlük süreci kapsamaktadır. Kırık hattı ve çevresinde oluşan hematomdaki trombositler ile hücreler büyüme faktörlerini ve diğer proteinleri salgılamaktadır. Salgılananlar kırık onarımı için gerekli olan hücre göçü, periostal hücre artışı ve onarım dokusunun matriksinin üretilmesinde görev yapmaktadırlar. Ayrıca hematoma, 1-5 mm nekroz gelişen kırık uçlarını bir arada tutar ve bu nekrotik uçlar ile hematomda bulunan ölü hücrelerden salınan yangısal mediatörler membran geçirgenliğini artırıp polimorf çekirdekli lökositler, makrofajlar ve lenfositlerin kırık oluşan lokasyona gelmesini sağlamaktadır. Bölgedeki bu hücreler nekrotik dokuların rezorpsiyonu sonucu fibroblastların bölgeye göçü ile tamir fazının başlamasını sağlamaktadır. Yangısal hücrelerden salgılanan sitokinler aracılığı ile neovaskülarizasyon uyarılır. Kırık hattındaki mezenkimal ve osteoprogenitör hücreler, fibroblastlar, osteoblastlar artarak granülasyon dokusunun oluşumu sağlanmaktadır (Kılıçoğlu, 2002; Gönen ve Tanrıkulu, 2017; Arıcan, 2020).

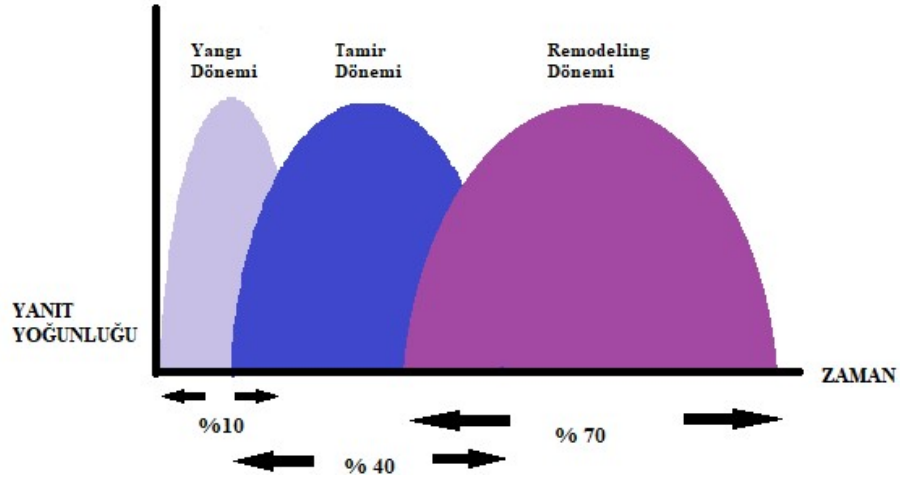
2.4.2. Tamir Dönemi

Onarımın gerçekleştiği bu dönem kırık iyileşmesinin en önemli dönemidir. İlk 48 saat periost, endost ile kırık bölgesine yakın havers kanallarında hücre proliferasyonu aktiftir. Kırık hattında rezorpsiyon ve hücrelerin çoğalması ile boşluğun hücrelerle dolması devam etmektedir. Hücrelerin bölünüp çoğalması ile kondroblast ve osteoblastlar, kırıkta ve kemik doku oluşumu için gelişirler. Bu dönemde kırık hattında olan hematoma içindeki makrofaj ve osteoklastlar nekrotik

doku oluşumunu yok ederken, osteoblastlar yeni kemik doku oluşumunu sağlamaktadırlar. Kırık hattında olan hematoma içindeki fibrin ağları ve fibroblastların aktivitesiyle kemikleşmeye uygun genç granülasyon dokusu oluşmaktadır. Bu dokuya osteoblast ve kondroblastların 7 gün sonra gerçekleşen göçü ile fibröz-kallus (yumuşak kallus) şekillenmektedir. 2-3 haftalık sürede ortama kalsiyum tuzları çökerek ön kallus oluşur ve fibröz doku kırıkta doku karakteri sergileyerek kırık uçlarında stabilitenin arttığı fibro-kartilajinöz kallus haline dönüşmektedir. Bu doku kallus oluşumu için medullada yeni kan damarlarının oluşmasına ve kemikleşmeye uygun bir dokudur. 4-6 haftalık süreç içerisinde ise periost ve endost kökenli osteoblastların aktivitesi sonucu fibro-kartilajinöz kallus tamamen kemikleşerek ossöz-kallus halini almaktadır. Bu dönem kemik kaynamasının olduğu dönemdir (Aslanbey, 2002; Arıcan, 2020).

2.4.3. Remodeling (Yeniden Şekillenme) Dönemi

Kemik dokunun yeniden şekillendiği ve iyileşmenin 3.-4. haftalarında başlayıp aylar hatta yıllar sürebilen en uzun dönemdir (Kılıçoğlu, 2002; Gönen ve Tanrıkulu, 2017). Güçlü ve düzensiz ossöz kallusun, normaline yakın olarak daha düzenli lamellar kemiğe dönüşme süreci olarak tanımlanabilmektedir. Wolff kanunlarına göre gerçekleşen bu evrede osteoklastların aktivitesiyle sert kallus üzerindeki konveks yapılar gerilim ve rezorpsiyona uğrarken, osteoblastların aktivitesiyle konkav kısımlarda sıkışma ve yeni kemik doku üretimi gerçekleşmektedir. Bu dönemde, yeterli vaskülarizasyon ve mekanik stabilizasyonun düzenli artışı yeniden şekillenme için oldukça önemlidir (Şekil 2.2) (Kılıçoğlu, 2002; Arıcan, 2020).



Şekil 2.2. Kırık iyileşme dönemleri.
(Kılıçoğlu, 2002)

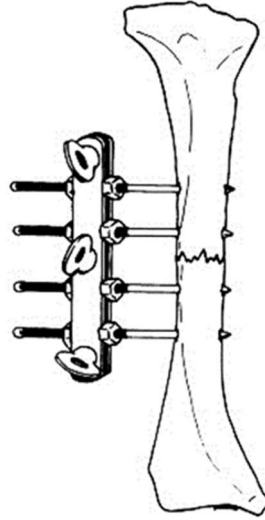
2.5. Eksternal Fiksasyonun Tanımı ve Tarihsel Süreci

Eksternal fiksasyon; kırık fragmentlerinin stabilizasyonu için perkutan olarak yerleştirilmiş transfiksasyon pinlerinin ve/veya tellerinin deri dışında destek ünitelerine sabitlendiği bir kırık sağaltım yöntemidir. Ayrıca kırık fiksasyonunda, primer veya diğer internal fiksasyon yöntemleriyle beraber sekonder olarak sağaltım seçenekleri arasında önemli bir yer almaktadır (Canapp, 2004; Fragomen ve Rozbruch, 2007). Osteosentez ve osteotomi gibi operasyonların tedavi sürecinde ESF'ler biyolojik açıdan dostça bir teknik olarak ön plana çıkmaktadır. Kırık iyileşmesinde, fiksasyonun daha az rijit olması ve çevre yumuşak dokuların korunarak iyileşme etkisinin artırılması "Biyolojik osteosentez" kavramı olarak açıklanmaktadır. Bu kavramın amacı, kırık ortamını bozmadan kemiğin normal uzunluğunu ve hizalanmasını sağlayarak iyileşmeye elverişli mekanik bir ortam sağlamaktır (Palmer, 1999; Altunatmaz, 2004).

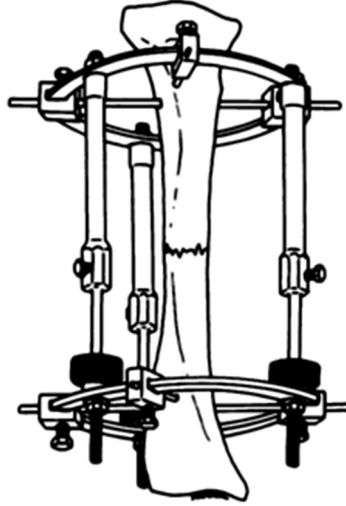
Eksternal skeletal fiksatorlerin tarihsel süreci M.Ö. 400 yılında Hipokrat' ın tibia kırığı için basit bir fiksator tanımlaması ile başlamaktadır (Bisaccia ve ark., 2016). Geleneksel modern ESF anlayışı 1840'ta patella kırığının fiksasyonu için özel bir fiksator tasarlayan Jean-Francois Malgaigne ile başlayıp özellikle 2. Dünya Savaşı sonrası hızla gelişim göstermiştir (Vidal, 1983; Paul, 2003). 1900'lü yılların başında yapılan çalışmalarla pek çok fiksator modeli oluşturulmuştur ve kırık tedavisinde yeni

bir dönem başlamıştır. 1902’de Albin Lambotte ilk kez unilateral eksternal fiksator geliştirerek öncü kabul edilmiştir (Paul, 2003). 1937’de veteriner hekim Otto Stader küçük hayvanların kırıkları için eksternal fiksator ile pin fiksasyonunu tanıtmıştır (Şekil 2.3). Stader’in ilkelerinden bazıları değişen sonuçlarla insan hekimliğinde de uygulanmıştır (Sisk, 1983).

1950 yılında Avrupa ile İskandinavya’ da pek çok yazarın eksternal fiksator tekniğini kullanarak olumlu sonuçlar bildirmesi sonucu eksternal fiksatorün popülerliği hızla artmış ve Amerikan Ortopedi Cerrahi Akademisi (American Academy of Orthopaedic Surgeons, AAOS)’ nin Kırık ve Travma Cerrahi Komitesi kırık tedavi yöntemlerinin belirlenmesinde eksternal fiksatorün kesinlikle tedavi seçeneği olarak kullanılmasına fakat sadece anatomi, fizyoloji ve yeterli cerrahi bilgiye sahip hekimlerin bu yöntemi kullanması gerektiği kararına varmıştır (Paul, 2003). 1951 yılından sonra Rusya’da Gavriil Abramovich Ilizarov, sirküler ESF tasarlayarak ortopediye büyük katkı sağlamıştır (Şekil 2.4) (Vidal, 1983).



Şekil 2.3. Lambotte’nin unilateral fiksatorü.
(Pontarelli, 1982)



Şekil 2.4. Ilizarov'un halka fiksatorü.
(Pontarelli, 1982)

Ülkemizde ESF uygulamaları Dr. Orhan Arslanoğlu tarafından ekstremitte uzatma amacı ile başlatılmıştır. 1978 yılında Dr. Orhan Girgin kendi tasarladığı bir fiksator ile Ankara Numune Hastanesi 1. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde tibia uzatma ameliyatı yapmıştır. Ancak ilk olguda istenilen başarı sağlanamayınca fiksatorde bazı değişiklikler yapılarak 1979 yılında uzatma operasyonları rutin olarak yapılmaya başlanmıştır (Çakmak, 1995). Veteriner ortopedi alanında ise ülkemizde ilk ESF uygulamaları Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Ortopedi Kliniği'nde Olcay ve ark. (1984) tarafından başlatılmış olup ilk Ilizarov eksternal fiksator uygulaması Hasan Bilgili ve ark. (1995) tarafından gerçekleştirilmiştir.

2.6. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Endikasyonları

Eksternal skeletal fiksatorlerin endikasyonları şu şekildedir: Stabil ya da stabil olmayan kırıklarda primer veya sekonder olarak osteosentez yöntemi olarak, ateşli silah yaralanmaları gibi travmalarda oluşan açık ve enfekte kırıklar ile osteomyelit varlığında, uzun kemik kırıkları ya da yaklaşımın zor olduğu çok ve küçük parçalı kırıklar ile mandibula kırıklarında, nadiren pelvis kırıkları ile spinal kırıklarda, kemik uzatma veya kemik doku kaybı olan durumlarda ekstremitte kısalığını önlemek için distraksiyon uygulamada, artrodez için immobilizasyon/kompresyon sağlama veya geçici eklem immobilizasyonu sağlamada, anguler deformitelerin düzeltici osteotomilerinin stabilizasyonunda, geniş doku, damar, sinir, tendon ve yumuşak doku

hasarı olan veya yanıklarla birlikte oluşan kırıklarda, kaynamama veya gecikmiş kaynama görülen kırıklarda, konjenital ve travmatik pseudoartrozlar ile konjenital kontraktürlerin yavaş şekilde tedavi edilmesi için kullanılabilirler (Aslanbey, 2002; Jaeger ve Wosar, 2018; Arıcan, 2020).

2.7. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Parçaları

Fiksatorler üç temel parçadan oluşmaktadır: Ana kırık fragmentlerini tespit etmek için kullanılan fiksasyon pinleri, çerçevenin destek ünitesini oluşturan bağlantı rodları ve pinler ile rodları birbirine bağlayan bağlantı elemanları (Johnson, 2013).

2.7.1. Fiksasyon Pinleri ve Telleri

Pinler genel olarak implantasyon yöntemi veya yapılarına göre sınıflandırılabilirler. Düz veya yivli olarak ayrılırlar. Genel olarak veteriner ortopedide steinmann ve schanz pinleri ile kirschner telleri kullanılmaktadır (Şekil 2.5). Pinler kortikal ya da kansellöz olarak kullanılacakları kemik yapısına göre tercih edilebilirler (Clary ve Roe, 1995; Johnson, 2013).



Şekil 2.5. (A) Kirschner teli, (B) Schanz pini, (C) Düz-Steinmann pin, (D) Zeytinli tel. (Johnson, 2013)

Düz Steinmann pinlerinin kemik tutma gücü oldukça zayıftır ve yivli pinlere kıyasla daha çok gevşeme oranına sahiptirler. Bu yüzden kullanımları çok tercih edilmemektedir. Günümüzde bu pinler yerine yivli olan schanz pinleri

kullanılmaktadır. Schanz pinlerinin uç kısımları veya ortası yivli olabilir. Ortası yivli pinlerde yivli kısım kemik korteksini tutarken, her iki düz uç bağlantı rodlarına bağlanmak üzere deriden dışarı çıkmaktadır (Johnson, 2013).

Schanz pinleri, özellikle proksimal kemiklerde damar ve sinir hasarları olabileceğinden ESF uygulamaları için daha güvenli olarak görülmektedirler. Farklı çap ve boylarda olan ayrıca kendiliğinden yivli olan bu pinlerde önceden kılavuz amaçlı kemiği delme işlemine gerek yoktur. Ayrıca 0.5-2 mm arasında değişik çaplara sahip kirschner telleri de bulunmaktadır. Kemik fragmanlarının kaymasını engellemek ve fragmanların kompresyon veya distraksiyonunu ayarlayabilmek için düz kirschner telleriyle birlikte özel teller de (zeytinli tel) kullanılabilir. Orta kısmında bilye olan bu teller kemiğin tel boyunca yer değiştirmesini minimum tutmak için bilye kortekse degecek şekilde yerleştirilirler (Çakmak ve Civan, 2018). Köpek ve kedilerde kullanılan teller genellikle 1, 1,2 veya 1,5 mm çapındadır (Tablo 2.1). Özellikle sirküler sistem kullanılıyorsa teller kemiğe dik bir şekilde yerleştirilmeli ve aynı halkaya birbirine 90° açı yapacak şekilde en az iki adet tel yerleştirilmelidir (Johnson, 2013; Arıcan, 2020).

Tablo 2.1. Vücut ağırlığına göre kedi ve köpeklerde kullanım için önerilen tel çapları ve gerilimleri. (Lewis ve ark.,1998)

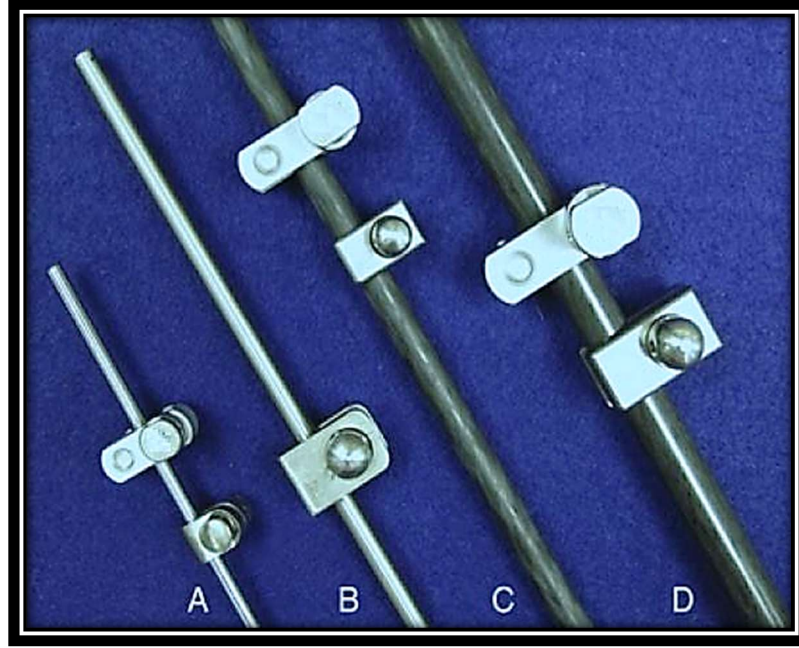
AĞIRLIK	1-5 kg	5-10 kg	10-20 kg	>20 kg
TEL ÇAPI (mm)	1	1	1,2	1,5
GERİLİM (kg)	0	20-30	30-60	60-90

Pin boyu ve çapı operasyon geçirecek hayvana göre seçilmektedir. Genel olarak kemik çapının %25-30' undan büyük olmayacak şekilde seçilmelidir. Pinin kemiğe yerleştirilmesi sırasında ortaya çıkabilecek ısıyı minimuma indirebilmek için kullanılan matkap düşük hız ve yüksek tork özelliklerine sahip olmalıdır. 50-150 rpm pinin kemiği delmesi için yeterlidir. Kirschner tellerinde ise uygulama sırasında

spongiyöz kemikte trokar uçlu, kortikal kemikte süngü uçlu olanlar kullanılmalıdır ve matkap hızı 30-40 rpm olmalı veya el matkapları kullanılarak yerleştirilmelidir (Corr, 2005; Arıcan, 2020).

2.7.2. Bağlantı Rodları

Bağlantı rodları fiksasyon pinlerini sabitlemek için kullanılır ve üretim malzemesi olarak pek çok seçenek bulunur. Paslanmaz çelik, titanyum alaşımı, karbon fiber, alüminyum veya akrilikten yapılabilir (Şekil 2.6). Karbon fiber rodlar, alüminyumdan üretilen rodlara göre bükülme kuvvetlerine daha dayanıklıdır ve ayrıca radyolüsent bir yapı sergiler. Bu radyolüsent yapı sayesinde iyileşen kırığı radyografik olarak görüntülemeye önemli bir avantaj sağlarken, paslanmaz çelikten üretilen rodlarla kıyasla daha geniş çaplı ve daha hafif çerçevelerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Buna karşın belirli çapta titanyum rodlar ise karbon fiberden üretilen rodlarla kıyasla iki kat daha güçlüdür. Rod çapının artırılmasıyla daha sert yapıda bir çerçeve oluşturulabilse de rod boyunun ve diğer parçaların artmasıyla oluşan ağırlık sınırlayıcı bir faktör haline gelmektedir (Polio ve ark., 1993; Bronson ve ark., 2003; White ve ark., 2003). Sirküler fiksatörler için teleskobik veya dişli bağlantı rodları kullanılmaktadır. Bu rodlar halkaları birbirine bağlayarak çerçeve oluşmasını sağlamaktadırlar. Bunların dışında akrilik fiksatörler için destek ünitesi olan rodlar, akrilik malzemedен oluşturulmaktadır (Johnson, 2013).

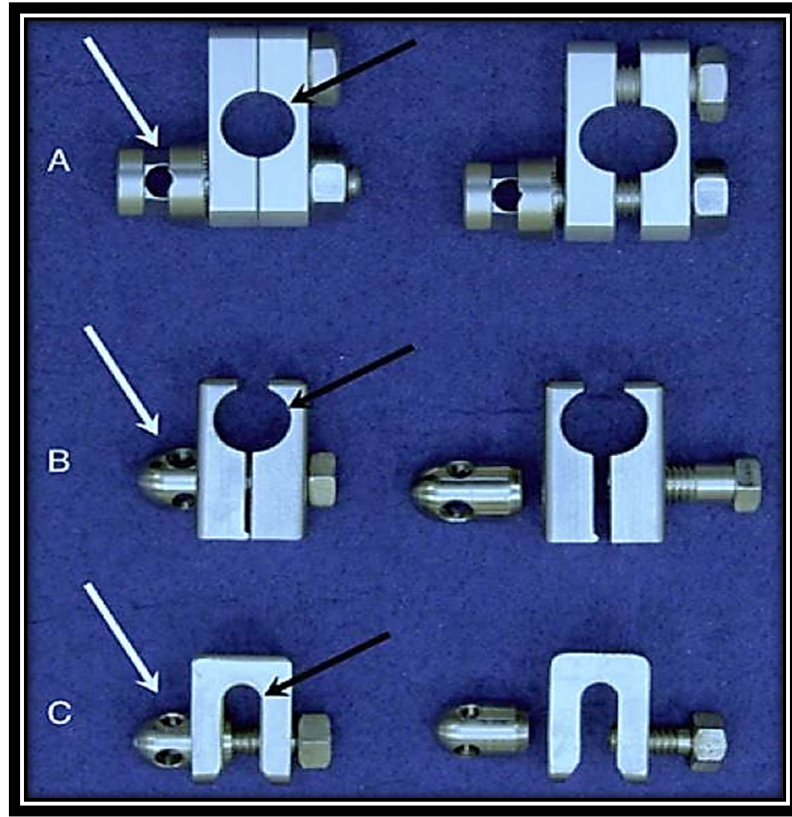


Şekil 2.6. (A-B) Çelik rod, (C) Titanyum rod, (D) Karbonfiber rod.
(Jaeger ve Wosar, 2018)

2.7.3. Klempler

Klempler çerçeve kurulumunu sağlamak ve pin uygulanmasını daha kolay hale getirmek için tasarlanmış parçalardır. Bağlantı rodlarının ve pinlerin kaymasını engellemek ve ayrıca pin rotasyonunu engelleyerek çerçeve stabilitesini arttırmak için kullanılmaktadırlar. Eskiden Kirschner-Ehmer cihazına benzer çeşitli ölçülerde küçük, orta ve büyük boyutlarda tasarlanmış klempler kullanılmaktadır. Ancak sistemin yapısından kaynaklı uygulamanın kısıtlı olması ve görülen komplikasyonlar günümüzde yeni klemplerin üretilmesini sağlamıştır. Çağdaş klemp sistemleri arasında IMEX SK, Securos TITAN ve U klempleri bulunmaktadır (Şekil 2.7). Tekli ve çiftli olmak üzere klempler 2 çeşittir. Tekli klempler tek bir fiksasyon pininin bağlantı roduna eklenmesi amacıyla kullanılır. Çiftli klempler ise hem pin hemde bağlantı rodunun aynı yüzeyden bağlanması gerektiği durumlarda kullanılabilir. IMEX SK ve Securos TITAN klempleri bağlantı rodunu tutacak rod genişliğine göre ayarlanabilen ve üzerinde pinin geçirileceği boşluk bulunan iki parçadan oluşmaktadır. Securos U-klempleri, U şeklinde tek bir gövdeye sahiptir. Bu klempler ile çerçevenin

sökülmesine gerek kalmadan çıkartılabilir veya yenileri eklenebilir. Ayrıca Maynard klempleri de kullanılabilir. Bu klempler üzerinde farklı boyutlarda oluklara sahip iki metal diskten oluşmaktadır (Kraus ve Wotton, 1999; Denny ve Butterworth, 2000; Jaeger ve Wosar, 2018). Kullanılacak kelepçelerin ve bağlantı rodlarının seçiminde kırık konfigürasyonu, beklenen iyileşme süresi ve hayvanın üstlendiği aktivite derecesi gibi faktörler önemli olmaktadır (Tablo 2.2) (Arıcan, 2020).



Şekil 2.7. (A) IMEX SK kelepçe, (B) SECUROS TITAN kelepçe, (C) SECUROS U kelepçe (Beyaz oklar fiksasyon pinlerinin yerleşim yeri, siyah oklar bağlantı rodlarının yerleşim yeri).

(Jaeger ve Wosar, 2018)

Çerçevelerde daha önce kullanılmış klempelerin tekrar kullanılmasının mekanik etkilerini araştıran bir çalışmada KE klemp, U-klemp (Secur-U) ve IMEX-SK klempeleri test edilmiştir. Çalışmanın sonucunda her üç klempde de tekrarlanan kullanımlarla birlikte klempelerin mekanik olarak aksiyal ve rotasyonel kuvvetlere direnç gösterme kabiliyetlerinin bozulduğu tespit edilmiştir ve daha önce kullanılan klempelerin tekrar kullanılması çerçeve yapısının bozulmasına sebep olabileceği bildirilmiştir. Bu yüzden her çerçeve için yeni klempler kullanılması gerektiği önerilmiştir (Gilley ve ark., 2009).

Tablo 2.2. Eksternal fiksator, klemp ölçüsü, pin çapı ve rod çapı. (Arıcan, 2020)

	Klemp ölçüsü	Pin çapı	Rod çapı
Kirschner-Ehmer sistemi	Küçük	2,0-2,4 mm	3,2 mm
	Orta	3,0-3,2 mm	4,8 mm
	Büyük	4,0 mm	8,0 mm
Securos sistemi	Küçük	1,6-2,4 mm	3,2 mm
	Orta	2,4-3,2 mm	4,8 mm
	Büyük	3,2 mm	9,5 mm (karbon fiber)
IMEX- SK sistemi	Minyatür	0,9-2,4 mm	3,2 mm
	Küçük	2,4-4,0 mm	6,3 mm (karbon fiber, titanyum)
	Büyük	2,8-4,8 mm	9,5 mm (karbon fiber, alüminyum)

2.7.4. Halkalar

Sirküler fiksatorlerin en temel parçası halkalardır. Halkalar farklı çaplarda, tam veya parsiyel halkalar şeklinde olabilirler (Tablo 2.3). Parsiyel halkalar aynı zamanda arklar olarak adlandırılabilirler ve genellikle eklem çevresi ile gövdeye yakın olan anatomik olarak yaklaşımın zor olduğu bölgelere yerleştirilirler. Halkalar genellikle alüminyum, paslanmaz çelik veya karbon fiberden üretilmektedirler ve diğer bileşenlerin yerleştirilmesi için halkalar üzerinde birkaç delik bulunmaktadır (Jaeger ve Wosar, 2018). Çerçeve stabilitesi halka özelliklerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Büyük çaplı halkalar küçük halkalara göre daha az stabil olmaktadır. Halka çapının 2 cm azaltılması, aksiyal çerçeve sertliğini %70 arttırır; bu nedenle ekstremiteye uygun en küçük çapta halka tercih edilmelidir (Gasser ve ark., 1990; Spiegelberg ve ark., 2010; Johnson, 2013). Halka şekli, sayısı ve hangi seviyelere yerleştirileceği operasyon öncesi dönemde belirlenmelidir. Bu kriterleri belirlemede radyolojik, klinik ve anatomik atlas bilgilerinden yararlanmak gerekmektedir (Bilgili ve ark., 2017; Arıcan, 2020).

Tablo 2.3. Sirküler sistemde kullanılan halkalar ve özellikleri. (Civan, 2018)

	Uygulama sırasında oluşan zorluk nedeniyle daha çok yarım halkalardan tam halka oluşturacak şekilde yararlanılır. Tam halkalar artık çok tercih edilmemektedir.
	Günümüzde Ilizarov fiksatorünün en temel parçasını oluşturmaktadır. İstenilen konfigürasyonda halka oluşturabilmek için bu halkalardan yararlanılmaktadır.
	Özellikle eklem bölgesinde oluşan kırıklarda tercih edilmektedirler. Operasyon bölgesinin pansumanına izin verdikleri için tercih edilirler.

Tablo 2.3. (devam)

	<p>Bu halkalar daha çok omuz eklemi operasyonlarında eklem hareketlerine izin verdiği için tercih edilmektedir.</p>
	<p>Bu arklar normal halkalardan daha geniş ve kalındır. Delikli oluklara sahiptir. Özellikle pelvik bölgede schanz vidaları ve kirschner telleriyle beraber kullanılırlar. K-telleri sayesinde damar ve sinir yaralanmalarının riskini azaltırlar.</p>

2.7.5. Diğer Yardımcı Destek Elemanları

Özellikle sirküler fiksatorlerin kurulumunda halkaları, rodları ve fiksasyon tellerini birbirine bağlayarak çerçeve oluşturmak için pek çok parça bulunmaktadır. Bunlar; plaklar, menteşeler, tel fiksasyon civata ve somunları, yivli ve kare soketler, pullar ve silindirler, L-tipi konnektörler, translasyon-rotasyon cihazı, anahtarlar, tel gerdirici cihaz ve gigli teli gibi parçalardır (Civan, 2018).

2.8. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Sınıflandırılması

Bağlantı parçalarına iskelet olacak bir yapı sağlayabilmek için çerçeve konfigürasyonlarının standart bir sınıflandırma şemasına sahip olması gerekmektedir. Sınıflandırma, çerçeve geometrisine dayanır ve yapının mekanik kuvvetinin bir belirleyicisidir. En yaygın kullanılan sınıflandırma şeması, bağlantı rodlarının sayı ve düzlem geometrisine dayanmaktadır (Jaeger ve Wosar, 2018).

2.8.1. Linear Eksternal Skeletal Fiksatorler

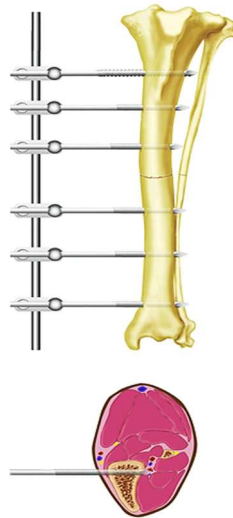
Bu çerçeveler kırık olan kemiğe doğrusal düzlemde yerleştirilen rod ve klemplerden oluşmaktadır. Kemik düzlemine tek taraflı veya iki taraflı olarak yerleşmesine göre sınıflandırılırlar (Palmer, 2012).

Tip I-Tek Taraflı Fiksatorler

Bu çerçevelerde sadece yarım pinler kullanılmaktadır ve tip I veya tek taraflı (unilateral) fiksatorler olarak isimlendirilirler. Tek veya iki düzlemde olabilmektedirler. Tek düzlemli tek taraflı çerçeveler (unilateral-uniplanar) veteriner ortopedide yaygın olarak kullanılmaktadır (Piermattei ve ark., 2006).

Unilateral-Uniplanar (Tip Ia) Fiksatorler

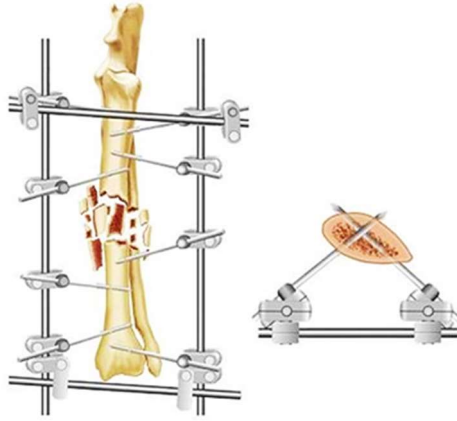
Bu çerçeveler kemiğin tek bir yüzeyine yerleştirilip bir düzlemle sınırlandırılmışlardır. Her bir kırık fragmentine bir veya daha fazla sayıda yarım pin yerleştirilmesiyle oluşurlar ve pinler kemikte her iki korteksten geçer (Şekil 2.8). En zayıf konfigürasyona sahip çerçevelerdir. Sadece küçük köpekler ile kedilerde basit kırıklar için uygundur. Genellikle radius ile tibianın medialine, humerus ile femurun lateral yüzeyine uygulanırlar (Corr, 2005; Palmer, 2012; Johnson, 2013).



Şekil 2.8. Unilateral-uniplanar (tip Ia) fiksator.
(Palmer, 2012)

Unilateral-Biplanar (Tip Ib) Fiksatorler

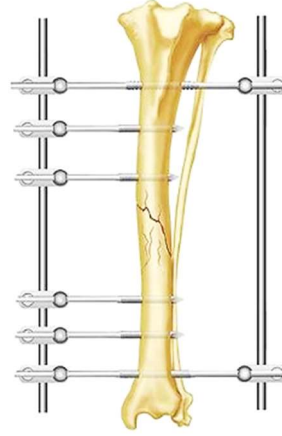
Bu çerçeveler iki düzlemde bulunur ancak kemikte bağlantı rodları karşılıklı olmayıp aralarındaki açı 180 dereceden küçük olduğu için tek taraflı olarak düşünülürler ve genellikle birbirlerine 90° açı ile yerleştirilmiş iki unilateral tip Ia çerçevesinden oluşurlar (Şekil 2.9). Nispeten zayıf olarak değerlendirilen bir konfigürasyona sahiptir. Küçük köpek ve kedilerde basit kırıklar için kullanılır. Çerçeveler birbirine proksimal ve distalde bağlanırsa daha da güçlendirilebilir. En çok radius ve tibia kemiklerine uygulanmaktadır (Corr, 2005; Palmer, 2012; Johnson, 2013).



Şekil 2.9. Unilateral-biplanar (tip Ib) fiksator.
(Palmer, 2012)

Bilateral-Uniplanar (tip II) Fiksatorler

Bu çerçeveler kemiğin birbirine paralel iki yüzüne yerleştirilmiştir (Şekil 2.10). Her bir kırık fragmentine bir veya daha fazla tam pin yerleştirilmesiyle oluşurlar. Ayrıca Tip I (a-b) çerçevelerden daha güçlüdür ve daha kompleks kırıklarda kullanılabilir. Fiksasyon pinleri iki bağlantı rodu ile sabitlenir. Vücuda bitişik olmaları nedeniyle Tip II çerçeveler femur veya humerus üzerine yerleştirilemez. Bunlar yalnızca radius veya tibia kırıklarında uygulanmaktadır. Pin sayıları artırılarak farklı kuvvetlerde çerçeve konfigürasyonları oluşturulabilmektedir (Corr, 2005; Palmer, 2012; Johnson, 2013).

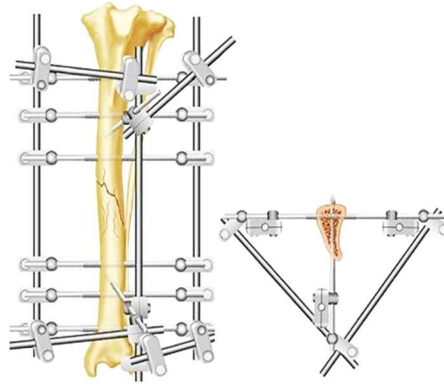


Şekil 2.10. Bilateral-uniplanar (tip II) fiksator.
(Palmer, 2012)

Bilateral-Biplanar (Tip III) Fiksatorler

Bu çerçeveler ekstremitenin iki farklı yüzeyinde ve iki düzlemde yer almaktadır. Hem tip Ia hem de tip II çerçevelerin birlikte ve kemiğe genellikle 90° açıyla uygulanması sonucunda oluşturulmaktadır (Şekil 2.11). Gövdeye bitişik olmaları nedeniyle Tip III çerçeveler femur veya humerus üzerine yerleştirilemez. Lineer fiksatorler arasında en güçlü ve kompleks tasarıma sahip olan bu çerçeveler, yalnızca fazla stabilizasyon gereken ve iyileşmenin yavaş olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Corr, 2005; Piermattei ve ark., 2006; Palmer, 2012; Johnson, 2013).

İntramedüller Pinli Eksternal Skeletal Fiksator (Tie-in Pin Konfigürasyon)

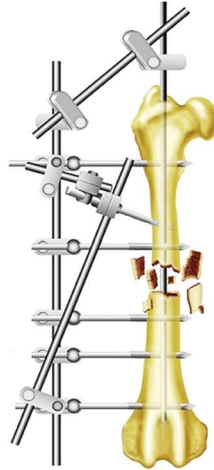


Şekil 2.11. Bilateral-biplanar (tip III) fiksator.
(Palmer, 2012)

İntramedüller yerleştirilen bir pin ile lineer eksternal skeletal fiksatorün birbirine bağlanarak kullanılabilirdiği çerçeveler Tie-in konfigürasyonu olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.12) (Aron ve ark., 1991). İlk olarak intramedüller pin (IM) fragmentleri hizalamak için yerleştirilir ve ardından Tip I çerçevenin üzerine bükülerek çerçeveye doğrudan veya ayrı bir bağlantı rodu kullanılarak bağlanır. Yapılan çalışmalarla IM yerleştirilen pinin özellikle bükülme kuvvetine karşı IM pin kullanılmayan aynı fiksator çerçevesine kıyasla önemli bir mukavemet artışı gösterdiği bildirilmiştir (Aron ve ark., 1991; Johnson, 2013). Bilateral çerçeveler humerus ve femurun vücut eksenine yakın olması nedeniyle bu kemik kırıklarında kullanılamaz fakat tip I çerçeveler ise ekstremitenin ağırlığı ve bölgedeki büyük kas gruplarının birlikte oluşturduğu yükü karşılayamayacak kadar zayıftır. Bu nedenle, kompleks humerus ve femur kırıklarında istenilen güç ve sertliğin sağlanabilmesi için tie-in konfigürasyonu kullanılabilir (Corr, 2005; Johnson, 2013). Ayrıca bu teknik kedi ve küçük köpekler için plak uygulamasının muadili olabilmektedir. IM pin aksiyel güçlere direnç sağlarken, transversal olarak yerleştirilmiş pinler rotasyonel ve kompresyonel güçlere karşı direnç sağlamaktadır (Sağlam ve ark., 2016).

Akrilik Fiksatorler

Sistem belirli bir uygulama için özel olarak şekillendirildiğinden, genellikle serbest formda eksternal skeletal fiksator olarak adlandırılmaktadır. Gelişen lineer

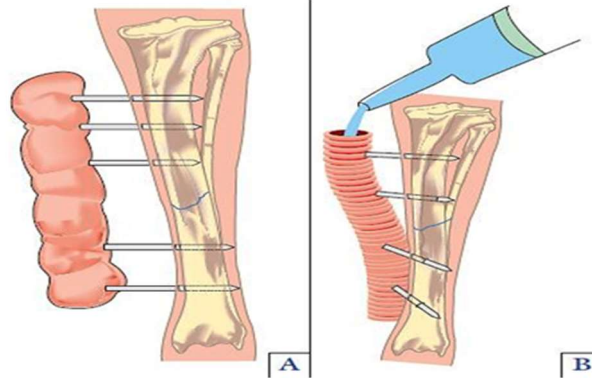


Şekil 2.12. Tie-in pin konfigürasyonu.
(Palmer, 2012)

ESF bileşenlerine paralel olarak akrilik bazlı rodler, metil metakrilat veya epoksi

reçinesi kullanılarak oluşturulmuştur (Roe ve Keo, 1997; Jaeger ve Wosar, 2018). Akrilik barlar değişen çaplarda yerleştirilen boruların içerisine dökülen akrilik malzemenin sertleşmesi veya hamur kıvamına getirilen malzemenin el ile şekillendirilmesi sonucu oluşturulabilir (Şekil 2.13). Sıvı akrilik malzemenin sertleşme reaksiyonunu başlatan ekzotermik polimerizasyon aşamasında ürettiği ısı, yumuşak doku ve kemikte termal nekroza neden olabileceğinden uygulama sırasında serum fizyolojikle ıslatılmış tamponlar pin etrafına sarılmalı veya pin-akrilik bar arasına damlatılarak soğutulmalıdır. Oluşan bu termal ısı riskini azaltabilmek için uygulandığı bölge ile akrilik bar arasında 1 cm mesafe bırakılması önerilmektedir (Johnson, 2013; Jaeger ve Wosar, 2018).

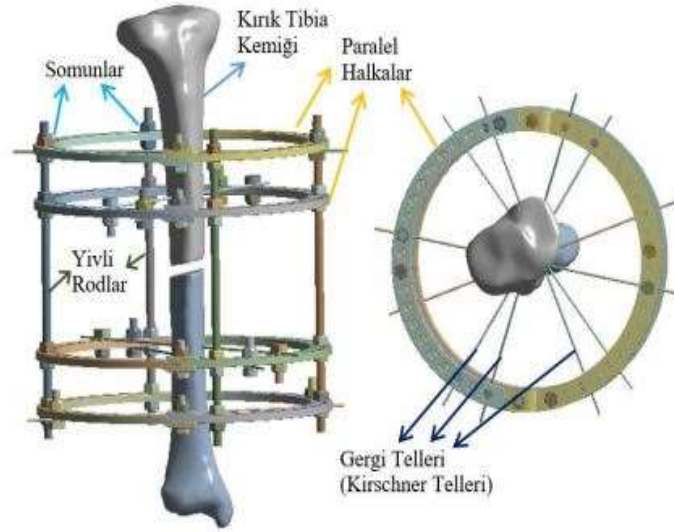
Akrilik çerçevelerin bazı avantajları bulunmaktadır. Bu çerçevelerde, pinler herhangi bir düzlemde, herhangi bir açıda ve konfigürasyonda yerleştirilebilir, daha hafif bir çerçeve elde edilerek özellikle küçük hayvanlarda fonksiyonel hareket için iyi stabilizasyon sağlanabilir, radyolusent yapısından dolayı postoperatif kırık redüksiyonu ve iyileşmenin radyografik olarak değerlendirilmesinde kolaylık sunabilir ve yumuşak dokularda yaralanmaya sebep olabilecek keskin kenarları olmadığı için hastaların toleransı çok daha yüksek olabilmektedir (Jaeger ve Wosar, 2018).



Şekil 2.13. (A) Şekillendirilebilir akrilik ESF, (B) Şekli esnek tüp ile oluşturulan akrilik fiksator.
(Scott ve McLaughlin, 2007)

2.8.2. Sirküler Eksternal Skeletal Fiksatorlar

Sirküler eksternal skeletal fiksatorlar, kemikten geçirilen gerdirilmiş ince çaplı pinlerin (Kirschner pinleri) kısmi ya da tam halkalara sabitlenmesiyle oluşturulan çerçeve modelidir (Şekil 2.14). Halkalar vidalı veya teleskopik rodlar, bağlantı plakaları, klempler, somun ve civatalarla sabitlenerek çerçeveyi oluşturmaktadırlar (Ilizarov, 1992; Arıcan, 2020). Sirküler fiksatorlar, özellikle Ilizarov'un tesadüfi olarak distraksiyon osteogenezini keşfinden sonra ortopedi ve travmatoloji için oldukça önemli bir tedavi seçeneği olmuştur. Bu fiksatorların eklem hareketlerini erken başlatabilmesi, kırık parçaları arzu edilen en iyi pozisyonda tutabilmesi, gerektiğinde kompresyon veya distraksiyon sağlayabilmesi oldukça önemlidir. Distraksiyon osteogenezini ile stabil kemik fragmentlerinin kontrollü ve aşamalı olarak ayrılmaya maruz bırakılması sonucu merkezde oluşan boşlukta yeni kemik dokusu oluşturulmaktadır. Bu yüzden veteriner ortopedide parçalı, defektli ve açık kırıklar ile angular deformitelerin düzeltilmesi, ekstremitenin boyunun uzatılması ve artrodez amaçlı sirküler fiksatorlar tercih edilmektedir (Olçay ve Bilgili, 1996; Sarpel ve ark., 1997; Stallings ve ark., 1998; Johnson, 2013).



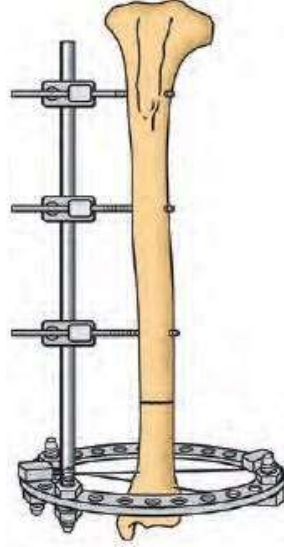
Şekil 2.14. Sirküler ESF ve oluştuğu parçalar.
(Bülbül, 2018)

Sirküler eksternal fiksator ile kırık sağıaltımında temel prensip preoperatif planlamadır. Preoperatif radyografiler üzerinde pinlerin ve halkaların uygulanacağı bölgeleri belirlemek gerekmektedir. Bu sayede hem uygulama kolaylığı sağlanır hem de kas, tendon, nöral ve vasküler yapılar korunabilir. Preoperatif planlama, cerrahın operasyona ve olguya adaptasyonunun sağlanması, operasyonun başarısı, olgunun iyileşmesi ve komplikasyonun en aza indirilmesi için gereken en önemli adımdır. Ayrıca operasyon süresinin kısılmasını da sağlayabilmektedir. Sirküler eksternal fiksatorlerde standart konfigürasyonlar yoktur. Her olgunun problemine göre çözüm oluşturulmaktadır (Marcellin-Little, 1999; Arıcan, 2020).

2.8.3. Hibrit Eksternal Skeletal Fiksatorler

Hibrit eksternal skeletal fiksator sirküler fiksator ile lineer fiksatorün bir kombinasyonudur. Genellikle kısa, ekleme yakın kemik segmentleri için endikedirler. Kısa kemik fragmentini sabitleyen teller veya fiksasyon pinleri ile uzun kemik fragmentini sabitleyen bir bağlantı rodu ve fiksasyon pininden oluşmaktadır (Şekil 2.15) (Johnson, 2013).

Sirküler fiksatorün kompleks bir kırığı kontrol etme kabiliyeti ve lineer yarım pinli bir çerçevenin yumuşak doku erişimine izin vermesi fikri birleştirilerek bu konfigürasyonda bir çerçeve modeli geliştirilmiştir. Bu sayede lineer sistemin güvenli koridorlardan uygulanabilme özelliği ile sirküler sistemin küçük kemik parçaları için stabilizasyonu ince tellerle sağlayabilme özelliği birleşmektedir (Khalily ve ark., 1998; Farese ve ark., 2002; Kirkby ve ark., 2008).

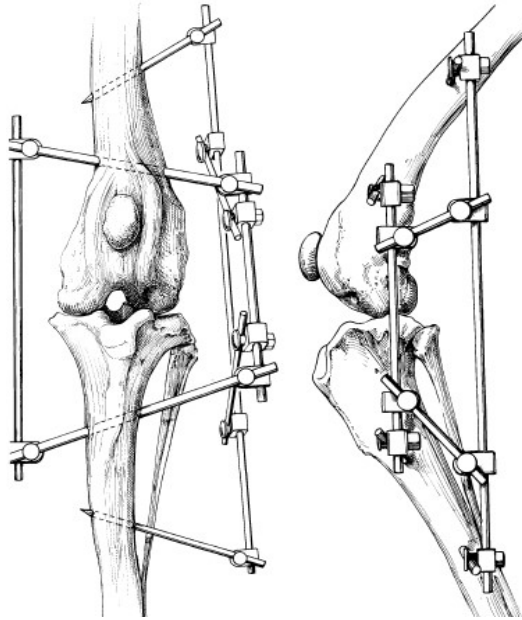


Şekil 2.15. Hibrit eksternal skeletal fiksator.
(Johnson, 2013)

Hibrit fiksatorler, sirküler fiksator uygulamasının yetersiz kaldığı özellikle femur, humerus gibi gövdeye yakın ekstremiteler ile radius, tibia ve pelvis kırıkları gibi bölgeler için cerrahlar tarafından yıllar içerisinde geliştirilmiş modifiye bir yöntemdir. Özellikle küçük köpek ve kedilerde humerusun distal, radiusun proksimal veya distal, femurun distal, tibiyanın proksimal ve distal bölgeleri ile tarsal ve metatarsal kemiklerin kompleks kırıklarının stabilizasyonu için endikedir. Ayrıca açık veya kapalı kırıkların redüksiyonunda, angular deformitelerin düzeltici osteotomilerinden sonra ve özellikle kısa ve ekleme yakın kemiklerin kırıklarında kullanılabilir. Ek olarak, internal fiksasyon yöntemleriyle birlikte de kullanılabilirler. İntramedüller pinler ve serklaj telleriyle olan kombinasyonları genellikle femur ve humerus kırıklarında tercih edilmektedir (Stallings ve ark.,1998; Lewis ve ark., 1999; Kirkby ve ark., 2008; Johnson, 2013).

2.8.4. Transartiküler Eksternal Skeletal Fiksatorler

Transartiküler fiksatorler, stabilizasyonu güçlendirmek ya da eklem içi kırıklar, eklem luksasyonları, ligament veya tendon yaralanmaları ile eklem artrodezlerinde primer onarım için kullanılabilirler (Şekil 2.16). Alçı veya atellerin kullanımının zor olduğu özellikle açık kırıklarda ve yumuşak doku hasarı olan kırıklarda alternatif sağaltım yöntemi olabilirler. Bu tip çerçeve oluşturmak için açı ayarlama imkanı sağlayan menteşeli klempler bulunmaktadır. Ayrıca akrilik sistemlerde şekil verilebildiği için transartiküler çerçeve oluşturmada kullanılabilirler (Bjorling ve Toombs, 1982; Toombs, 1992; Piermattei ve ark., 2006; Jaeger ve Wosar, 2018).



Şekil 2.16. Transartiküler ESF.
(Bjorling ve Toombs, 1982)

2.9. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Avantajları ve Dezavantajları

Eksternal skeletal fiksatorlerin diğer kırık sağaltım seçeneklerine göre pek çok avantajı bulunmaktadır. Uygulama sırasında minimum yumuşak doku hasarı oluşturulması, yine operasyon için minimum cerrahi enstrüman gerektirmesi, uygulanmak istenen anatomik bölgeye göre çok yönlü olması ve farklı çerçeve

konfigürasyonlarının düzenlenebilmesi, açık yaralarda hasarlı bölgeyi kontrol altında tutarak yara bölgesine ulaşımı kolaylaştırması ve aynı zamanda kırık kemikte iyileşme sağlayabilmesi, iyileşen kemiğe aşamalı olarak yük aktarımı sağlayabilmesi, kırık hattına (özellikle kırık hematoma, çevre yumuşak dokular) dokunmadan kırık stabilitesinin sağlanması ile iyileşme süreci üzerine olumlu katkıda bulunması, erken fonksiyonel ekstremité kullanımını sağlaması, parçalı kırıkların stabilizasyonu için kırık fragmentlerinin hizalanmasını operasyon sırası veya sonrasında ayarlanabilmesine olanak sağlaması, basitten kompleks yapıdaki çerçeve tiplerine göre farklı bütçelerde uygulanabilir olması, genel anestezinin endike olmadığı hallerde lokal anestezi eşliğinde uygulanabilirliği, uygulanan çerçeve modeli ve anatomik bölgeye göre internal fiksasyon yöntemlerine göre operasyon süresinin daha kısa olması bu yöntemin avantajları olarak gösterilmektedir (Sisk, 1983; Denny ve Butterworth, 2000).

ESF'lerin uygulanmasında veya sonrasında gözlenen komplikasyonlar değerlendirildiğinde çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Uygulamadaki zorluklar sebebiyle uygulayan cerrahın tecrübeli olmasının gerekmesi, pinler yumuşak dokudan geçerek kemiğe yerleştirildiği için adezyonlar, pin dibi drenajı, pinin erken migrasyonu, uygulama bölgesinde nörovasküler yapıların hasarına bağlı olarak yeterli beslenememe sonucu çeşitli komplikasyonlar gözlemlenebilmesi, uygulama sonrası pin dibi enfeksiyonlarına engel olabilmek için düzenli olarak pin-deri arayüzünün temizlenmesini gerektirmesi, uygulanan çerçeve tasarımına bağlı olarak hayvana ağır gelerek hayvanı zorlayıcı bir tedavi seçeneği olabilmektedir. Fiksator uzaklaştırıldıktan sonra kemiğe aşırı yük verilmemesi önerilen durumlarda koruyucu uygulamalar gerekebilmektedir. Uygulanan hayvanın mizacına bağlı olarak agresif hayvanların üzerinde barındırma ve özellikle fiksatorün bakımında zorluk çıkartması, kompleks yapıda uygulanan çerçeve konfigürasyonları için gerekli parçalar ile maliyet artışı oluşması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Sisk, 1983; Denny ve Butterworth, 2000).

2.10. Eksternal Skeletal Fiksatorlerin Komplikasyonları

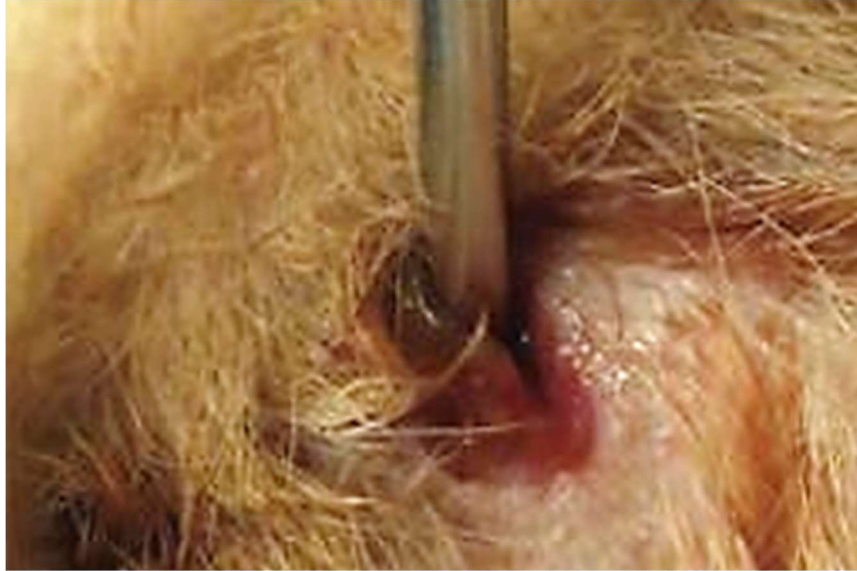
Yumuşak doku hasarına bağlı gelişen komplikasyonlar ve mekanik hatalara bağlı gelişen komplikasyonlar şeklinde değerlendirilebilirler (Dahl ve ark., 1994). Pin yolu drenajı, pin gevşemesi, enfeksiyon ve pin yolu kırıkları gibi görülebilen bu komplikasyonlar için postoperatif dönemde önleyici tedbirler alınmalıdır (Arıcan, 2020).

2.10.1. Yumuşak Doku Hasarı

Yumuşak doku yaralanmaları, eksternal fiksatorlerin perkutan yerleştirilmesi sonucu en sık gözlenen komplikasyonlardır. Pin- implant arası yüzeyin durumuna göre hasarın ne kadar olduğunu belirlemek için 1 ile 10 arasında puan verilerek değerlendirme yapılabilecek bir skorlama sistemi geliştirilmiştir. Puanlama; eritem, drenaj hacmi, drenaj tipi, granülasyon dokusu varlığı ve miktarı, deri-implant arasındaki bölgede kıl dökülmesi veya hiç çıkmaması ve şişme gibi çeşitli parametrelere göre yapılır. Yumuşak doku hasarı kasların ve nörovasküler yapıların zarar görmesini içerir. Bu sebeple cerrahın anatomi bilgisinin iyi olması ve uygulama bölgesindeki güvenli pin koridorlarını kullanması oldukça önemlidir. Kırığın yapısından kaynaklı eğer tehlikeli bölgelerden yaklaşmak gerekiyorsa sonrasında doğabilecek komplikasyonları tahmin ederek tedaviye devam edilmeli ve eğer gerekiyorsa o bölgedeki implant uzaklaştırılmalıdır. Kasların origosu ve insersiyosu kas kalınlığının ince olduğu bölgelerdir ve bu alanlardan pin gönderilmesi morbiditenin daha düşük olmasını sağlar. Eğer pin yerleştirilmesi sırasında periferik sinirlerde hasar oluşturulursa bu hasarın derecesine bağlı olarak prognoz kötü olabilir. Kırık hattı eğer gövdeye yakın konumda ise yerleştirilen pinler gövde de ciddi yaralanmalara sebep olabileceğinden pinin yerleştirileceği yer önceden planlanarak bu durum değerlendirilmelidir (McDonald-Lynch ve ark., 2015; Jaeger ve Wosar, 2018).

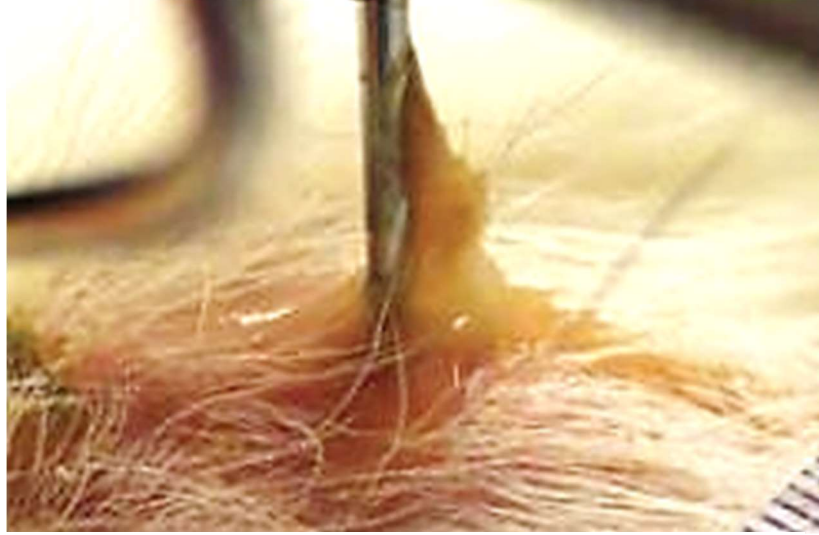
2.10.2. Pin Dibi Enfeksiyonu

Küçük ve büyük komplikasyonlar olarak değerlendirilebilirler. Küçük komplikasyonlar eksternal skeletal fiksator uygulamaları için neredeyse kaçınılmazdır. Doku bütünlüğünün bozulmuş olması veya hareketli bölgelerde yumuşak doku hasarı olması pin dibinde tahribata yol açarak seröz yapıda drenaj sıvısının oluşmasına ve pinin geçtiği kanalda granülasyon dokusu oluşmasına neden olabilir (Şekil 2.17). Bunun sonucunda nadiren pin gevşemesi gözlenebilir. Bu sebeple pin dibinin düzenli bakım ve hijyenini sağlamak gerekmektedir (Jaeger ve Wosar, 2018).



Şekil 2.17. Pin dibinde granülasyon dokusu.
(McDonald-Lynch ve ark., 2015)

Büyük komplikasyonlar ise çoğunlukla pin-kemik arayüzünde gelişen birbiriyle ilişkili bir döngü şeklindedir. Pin instabilitesi, drenaj sıvısı toplanması ve enfeksiyon gibi zamanla çerçevenin dengesini bozan durumlar pinin gevşemesine ve yoğun enfeksiyon ile beraber çerçevenin rijit yapısının kaybolmasına neden olur. Pin dibinden purulent akıntı geliyorsa bu, o pinin gevşeyeceği ve çıkartılması gerektiği anlamına gelmektedir (Şekil 2.18) (Jaeger ve Wosar, 2018).



Şekil 2.18. Pin dibi drenajı.
(McDonald-Lynch ve ark., 2015)

2.10.3. Mekanik Komplikasyonlar

Kullanılan fiksasyon pini veya telinin kırılması ya da gevşemesi sonucu görülen komplikasyonlardır. Teknik hatalar sebebiyle çerçeve stabilitesinin tedavi süresine uygun şekilde planlanıp kurulamamasından kaynaklanmaktadır. Genel olarak nadir görülürler. Fiksasyon materyalinin gevşemesi veya kırılması iyileşmenin hangi döneminde olduğuna bağlı çerçeve üzerinde farklı sonuçlara yol açabilir. Eğer erken dönemde bir kırılma yaşanır, çerçevenin stabilitesini arttırmak için yeni pin eklenmesi gerekebilir. Eğer iyileşmenin geç döneminde kırılırsa, sadece hasarlı implantı çıkartmak yeterli olabilmektedir (Jaeger ve Wosar, 2018).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, 01.10.2020-15.05.2021 tarihleri arasında Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Kliniği'ne ön ve arka ekstremitelerinde topallık şikayeti ile getirilen hastaların, klinik ve radyolojik muayenelerinin ardından uzun kemik kırığı teşhis edilen farklı tür, ırk, cinsiyet ve yaş gruplarındaki 7 kedi, 3 köpek olmak üzere toplam 10 hayvandan oluşmaktadır (Şekli 3.1) (Tablo 3.1). Olguların sağaltımında kullanılan eksternal skeletal fiksator tipi; kırığın lokalizasyonu, şekli ve hayvanın büyüklüğü değerlendirilerek belirlendi.

Tez çalışmasına Balıkesir Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (BAUN-HADYEK) tarafından onay alındıktan sonra başlandı (24.09.2020 tarihli, 2020/6 toplantı sayılı, 2020/6-4 nolu karar).



Şekil 3.1. Olgı 10, melez köpek, erkek, 2.5 aylık, 5 kg.

Tablo 3.1. Çalışmayı oluşturan kedi ve köpeklerin genel özellikleri.

Olgu No	Tür	İrk	Yaş (Ay)	Cinsiyet	Ağırlık (Kg)	Kırık Sebebi
1	Kedi	Melez	18	Dişi	4	Trafik kazası
2	Kedi	Melez	6	Erkek	2	Yüksekten düşme
3	Kedi	Melez	8	Dişi	2.2	Yüksekten düşme
4	Kedi	Melez	11	Erkek	3.5	Yüksekten düşme
5	Kedi	Melez	3	Erkek	1.2	Yüksekten düşme
6	Kedi	Melez	12	Dişi	3	Trafik kazası
7	Kedi	Melez	12	Dişi	3.2	Trafik kazası
8	Köpek	Melez	4,5	Dişi	7.5	Bilinmiyor
9	Köpek	Melez	6	Erkek	7.5	Trafik kazası
10	Köpek	Melez	2.5	Erkek	5	Trafik kazası

3.1. Klinik Muayene ve Değerlendirmesi

İlk olarak anemnez bilgileri alınan hastaların genel durumu değerlendirildi. Acil müdahale gereken hastalar stabil hale getirildikten sonra genel ve ortopedik muayene yapıldı. İnceleme, palpasyon muayenesinin ardından olguların teşhisi için radyolojik muayeneye geçildi. Kırık şüphesi olan ekstremiteler için gerekli görülen sayıda ve pozisyonda (Anterior-Posterior(AP), Medio-Lateral (ML) vb.) en az iki yönlü olarak radyografik görüntüler alındı. Uzun ekstremitelerinde kırık teşhis edilip operasyon kararı verilmiş olan ve çalışmayı oluşturan 10 olguda eksternal skeletal fiksasyon ile tedavi planlandı. Olguların hepsinde operasyon sonrası 0, 10, 30 ve 45. günlerde klinik açıdan ekstremitenin fonksiyonel kullanımı değerlendirildi (Tablo 3.2) (Aron ve ark., 1991).

Tablo 3.2. Klinik olarak ekstremitenin fonksiyonel kullanımının değerlendirilmesi.
(Aron ve ark., 1991)

SKOR	EKSTREMİTE KULLANIMI	KLİNİK DURUM
1	Çok iyi	Yürüyebilir ve koşabilir, topallık ve ağrı görülmez
2	İyi	Ekstremitelere yük verebilir, aralıklı hafif topallık görülür
3	Orta	Ekstremitelere yük verebilir, sürekli ve belirgin topallık görülür
4	Zayıf	Ekstremitelere sürekli veya aralıklı yük veremez, topallık ve ağrı görülür

3.2. Radyolojik Muayene ve Değerlendirmesi

Hastaların radyolojik muayenesi sırasında kullanılan röntgen cihazı (AJEX Meditech Ltd., AJEX160H), bilgisayarlı röntgen sistemi (Konica Minolta Medical & Graphic Inc., Regius Sigma II) ve programı (Konica Minolta Medical & Graphic Inc., ImagePilot) ile birlikte değerlendirildi (Şekil 3.2). Olguların preoperatif dönemi ve

postoperatif dönemde 0. gün, 10. gün, 30. gün ve 45. günlerde kontrol radyografileri alındı. Radyografik değerlendirme ile kırık iyileşmesi incelendi. Değerlendirmede radyolojik puanlama sisteminden faydalandıldı (Tablo 3.3) (Lane ve Sandhu, 1987).

Tablo 3.3. Radyolojik değerlendirme için kullanılan puanlama sistemi (Lane ve Sandhu, 1987).



Şekil 3.2. Radyolojik muayene için kullanılan A) röntgen cihazı ve B) bilgisayarlı röntgen sistemi.

SKOR	KALLUS-KIRIK İYİLEŞMESİ
1	Kallus oluşumu ve iyileşme yok
2	Minimal kallus oluşumu
3	Kallus artışı, iyileşme başlangıcı
4	Belirgin kallus, kırık çizgisinin belirginliğinin kaybolması
5	Kırık çizgisinin tamamen kaybolması, iyileşme

3.3. Preoperatif Dönem

Uygulanacak eksternal skeletal fiksator çeşidine karar vermek için preoperatif dönemde tüm planlamalar yapıldı. Bu dönemde kırık tipine, kırığın bulunduğu bölgeye, açık kırık, kapalı kırık veya enfeksiyon olup olmamasına, kırık fragmentlerinin yer değiştirip değiştirmemesine, kırık kemiğin uzunluk ve çapına ayrıca hayvanın vücut ağırlığına göre uygulanacak fiksator çeşidi hazırlandı. Ayrıca olgularda kırık dışında eşlik eden yaralanmaların durumu değerlendirildi. Hasta yakınlarına operasyon gününden önceki 12 saat içinde gıda kısıtlaması yapmaları gerektiği bildirildi.

3.4. Anestezi Protokolü ve Operasyona Hazırlık

Operasyon günü hastalara ilk önce damar yolu açıldı ve operasyondan 30 dakika önce sefazolin sodyum (Cezol IM/IV, 1gr, Deva Holding A.Ş., Küçükçekmece/İstanbul) 20-30 mg/kg dozda intravenöz olarak uygulandı. Uygulanan anestezi protokolünde Ksilazin HCL (Basilazine %2, Bavet İlaç A.Ş., Tuzla/İstanbul) 1-1.5 mg/kg dozda intramusküler yolla yapıldı. Ksilazin uygulamasından yaklaşık 5-10 dakika sonra Ketamin HCL (Ketasol %10, Richer pharma, Avusturya) 4-5 mg/kg dozda steril %0.9 İzotonik NaCl solüsyonuyla sulandırılıp yavaş bir şekilde intravenöz uygulanarak anestezi indüksiyonu sağlandı. Ardından uygun entübasyon tüpü ile endotrakeal entübasyon yapıldı. İsofluran (İsoflurane, Adeka İlaç ve Kimyasal Ürünler San. Ve Tic. A.Ş., Samsun) anestezisine bağlanarak başlangıçta %2-4 devamında anestezi süresince %2 oranında gaz anestezisine alındı. Hasta operasyon olacak ekstremiteye yaklaşım şekline göre lateral veya sırtüstü pozisyonda operasyon masasına yatırıldı. Operasyon olacak ekstremitelere traş edildi (Şekil 3.3). Cerrahi kurallar çerçevesinde operasyon bölgesinin sırasıyla %7.5'lik povidone iode solüsyonu (Povidon scrub %7.5, Konix®, Türkiye), %10'luk povidone iode solüsyonu (Povidon İyot %10, Konix®, Türkiye) ve %70'lik etil alkol ile temizlenerek asepsi antisepsisi tamamlandıktan sonra bölge steril serviyetlerle örtülerek operasyon bölgesinin steril şartlar altında sınırlandırılması sağlandı.

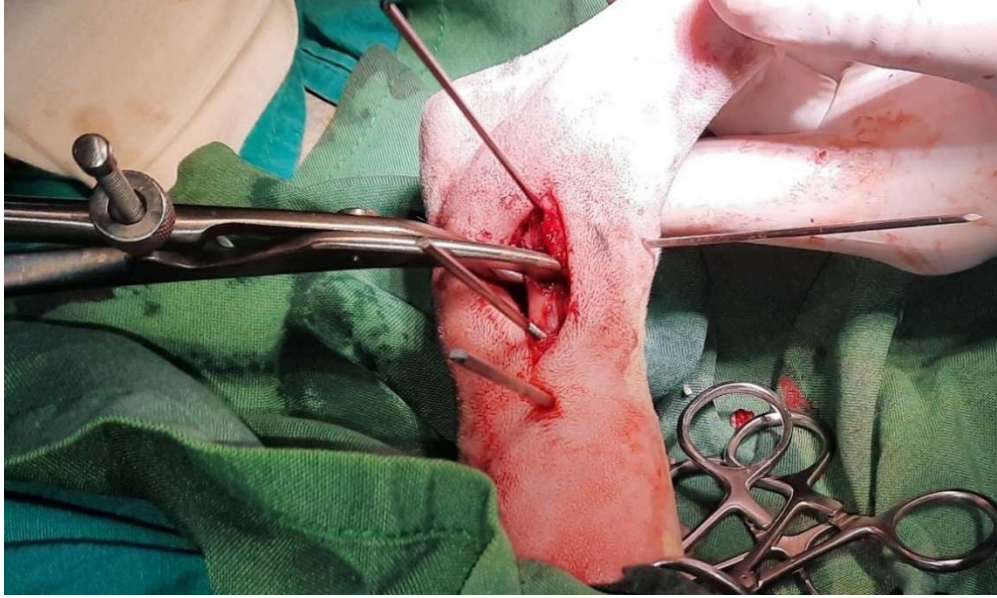


Şekil 3.3. Olgu 4, tibia kırığı, hastanın lateral pozisyonda yatırılması ve traş edilmesi.

3.5. Operatif Yaklaşım

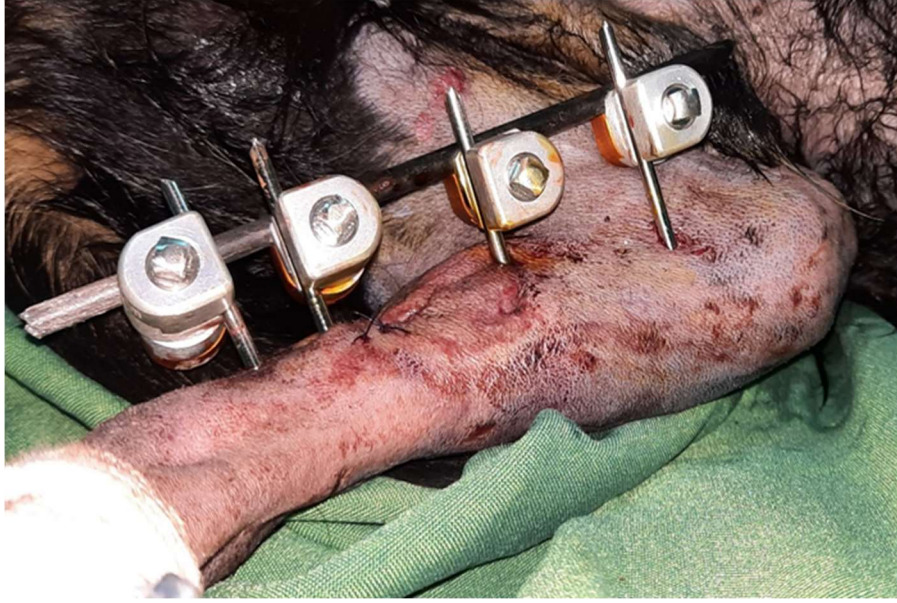
Kırık humerusta ise yaklaşım lateral veya kranio-lateral olarak, radius-ulnada ise kranial veya kranio-lateral olarak, femurda ise lateral olarak ve tibiada ise kranio-medial yaklaşım gerçekleştirildi. Kırık ekstremitede kapalı yöntemle redüksiyon uygulanan olgularda kırık uçları elle olması gereken anatomik pozisyonuna getirilmeye çalışılarak ardından seçilen çerçeveye göre konumlandırılacak schanz veya steinmann pinlerinin uygulaması yapıldı. Diğer olgularda ise açık veya sınırlı açık yaklaşımla kırık bölgesine ulaşıldı. Kırık hattına ulaşmak için deri ensizyonunun ardından nörovasküler yapılar korunarak deri altı bağ doku ve kaslar diseke edildi. Kırık hattının proksimal ve distalinde bulunan fragmentler kemik forsepsleri ile tutularak anatomik pozisyonuna getirildi. Bu sırada kırık bölgesinde oluşan kırık iyileşmesinde önemli etkisi olduğu bilinen kırık hemotomu

ve çok parçalı olan kırıklarda mümkün olduğunca parça bütünlüğü korunmaya çalışıldı. Kırık uçları anatomik pozisyondayken seçilen eksternal skeletal fiksator çerçevesine göre schanz veya steinmann pinler kemiğe uygulandı (Şekil 3.4).

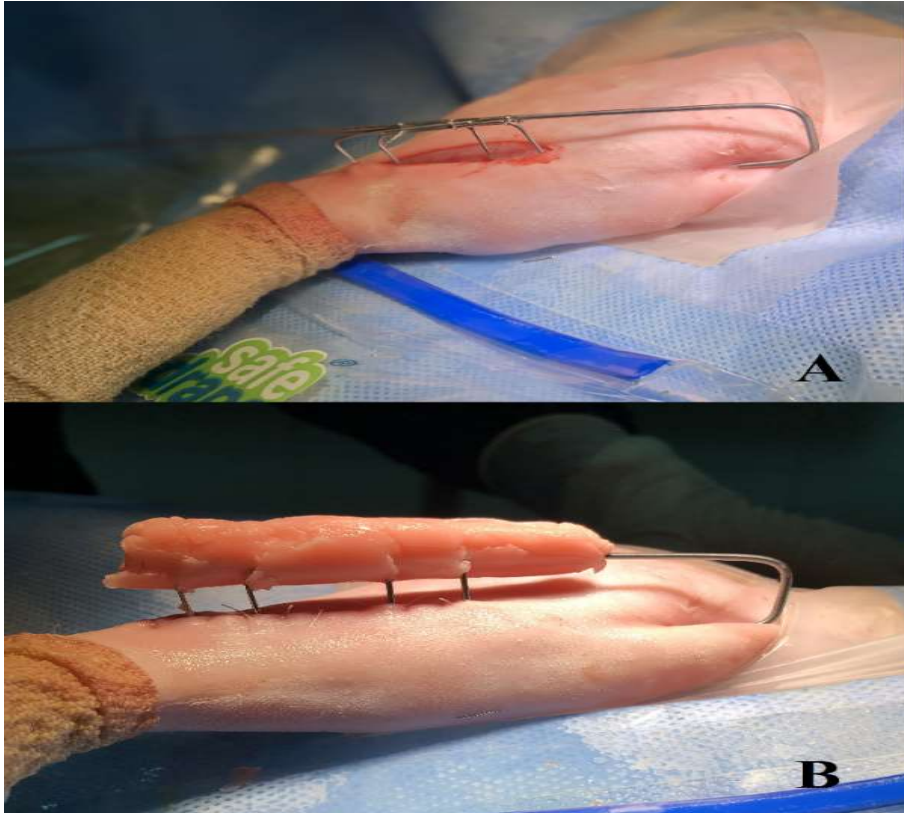


Şekil 3.4. Olgu 8, kırık uçlarının kemik forseps ile hizalanması ve pinlerin uygulanması.

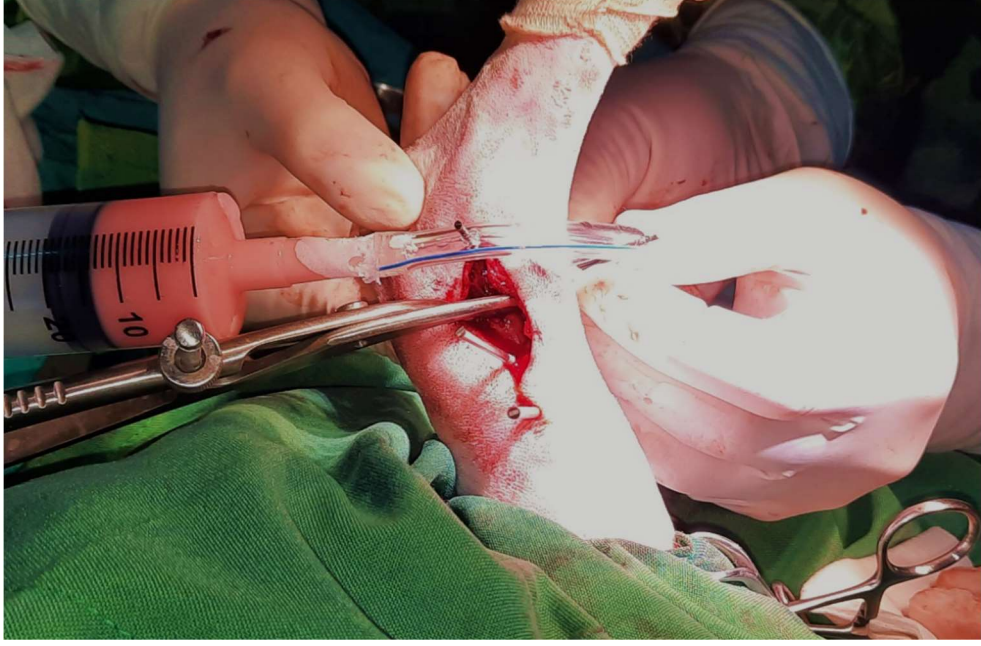
Pinlerin kemiğe uygulandığı sırada kemiği delme hızına bağlı oluşabilecek termal nekrozu engellemek için bölge steril %0.9'luk izotonik solüsyonu ile ıslatılarak kemikte meydana gelen ısı soğutulmaya çalışıldı. Daha sonra bu pinler destek üniteleri olan rodlarla birleştirildi. Tie-in yönteminin uygulandığı olgularda ise kemik medullasının yaklaşık %50-60'ını dolduracak kalınlıkta bir steinmann pin, kemik medullasından ya retrograd ya da normograd olarak geçirilip diğer destek ünitelerine bağlandı. Kullanılan çerçeve modelinde çelik, titanyum veya karbon rodlar kullanılıp bunlar pinlere klempler ile sabitlendiyse bu klemplerin sıkıştırılmasıyla dişlerin birbirine oturması kontrol edildi (Şekil 3.5). Akrilik kullanılarak çerçeve oluşturulan olgularda akrilik malzeme ya hamur haline getirilip ekstremitenin dışına bükülmüş olan pin üzerine kaplandı (Şekil 3.6) ya da akrilik karışım sıvı halde bir enjektör içerisine doldurularak destek ünitesini oluşturacak ve uygulanacak hayvana göre operasyon öncesi istenilen boyut ve çapta hazırlanmış olan entübasyon tüplerine doldurularak sertleşmesi beklenildi (Şekil 3.7).



Şekil 3.5. Olgu 9, pinler ve rodun klemler ile birbirine sabitlenmesi.

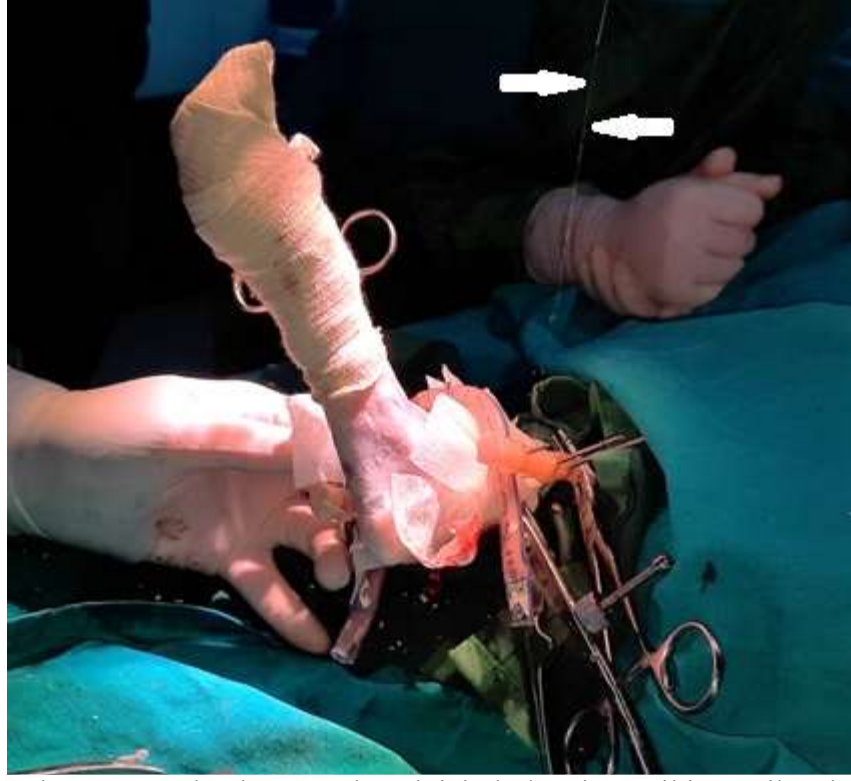


Şekil 3.6. Olgu 3, A) Destek ünitesi oluşturulmak için pinlerin bükülerek birbiri ile sabitlenmesi B) Akrilik malzemenin hamur halinde destek ünitesi üzerine kaplanması.



Şekil 3.7. Sıvı akrilik malzemenin enjektör ile rodu oluşturacak entübasyon tüpüne aktarılması.

Akrilik malzemenin ekzotermik reaksiyonla donup sertleşmesi esnasında kemikte oluşabilecek termal nekrozu engellemek için, %0.9'luk izotonik solüsyon pinlerin kemikle birleştiği bölgelere sıkıldı (Şekil 3.8). İşlem tamamlandıktan sonra cerrahi kurallar çerçevesinde kaslar, deri altı bağ dokusu ve deri dikilerek operasyon tamamlandı. Hastalar uygun koşullar sağlanarak anestezi halinden kurtulduktan sonra hasta yakınlarına teslim edildi.



Şekil 3.8. Olgu 8, termal nekrozu önlemek için bölgenin steril izotonik solüsyonu ile soğutulması (beyaz oklar).

3.6. Postoperatif Dönem

Hastalara postoperatif analjezik olarak tek doz meloksikam (Bavet Meloksikam, Bavet İlaç A.Ş., Tuzla/İstanbul) kedi 0.2 mg/kg; köpek 0.3 mg/kg subkutan olarak uygulandı. Postoperatif dönemde cerrahi profilaksi için antibiyotik olarak 20-30 mg/kg dozda seftriakson (Unacefin IM, 1gr, Avis İlaç San. Tic. A.Ş., Tuzla/İstanbul) intramusküler olarak ortalama 7-10 gün kadar uygulanması gerektiği ve günlük rutin pin dibi bakımının hipokloröz asit veya povidon iyot içeren antiseptik solüsyonlar ile yapılması gerektiği hasta yakınlarına bildirildi. Osteomyelit görülen olgularda antibiyotik kombinasyonu olarak, 30 mg/kg dozda seftriakson (Unacefin IM, 1gr, Avis İlaç San. Tic. A.Ş., Tuzla/İstanbul) intramuskuler olarak ve 10 mg/kg dozda günde iki kez klindamisin (Klindan 150 mg kapsül, Bilim İlaç San. Tic. A.Ş. Gebze/Kocaeli) oral olarak kullanımı en az 3-4 hafta devam etmesi gerektiği bildirildi. Kırık ile ilişkili yumuşak doku kayıpları olan olgularda gerekli görüldüğünde,

bölgenin antiseptisini sağlamak için etakridin laktat (Rivanolum Toz 1 gr, Galenik Ecza, İzmir) 1/1000 oranında sulandırılarak yaş pansuman uygulaması önerildi. Açık yaklaşım uygulanan olgularda dikişler postoperatif 10-12. günde alındı. Olguların postoperatif radyografik kontrolleri için 0. gün, 10. gün, 30. gün ve 45. günlerde kontrol randevuları oluşturularak hasta yakınlarına bildirildi.

3.7. İstatistiksel Veri Analizi

Çalışmada postoperatif 0, 10, 30 ve 45. günlerde klinik muayene ile ekstremitte fonksiyonel kullanımının skorlanması ve radyolojik muayene ile kırık iyileşmesinin skorlanması sonucu elde edilen veriler Windows işletim sisteminde çalışan, Minitab istatistik programı (18.1 sürümü, Philadelphia) ile Descriptive Statistics yöntemi kullanılarak aritmetik ortalama ve standart sapma (\pm SD) değerleri hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

Tez çalışmasının olgularını 7 kedi ve 3 köpek olmak üzere toplam 10 hayvan oluşturmaktadır (Tablo 4.1). Bu hayvanlarda oluşan uzun kemik kırıklarında eksternal skeletal fiksator ile sağaltım yapılmıştır. Sağaltım sonucunda elde edilen veriler preoperatif ve postoperatif dönem bulguları olarak incelenmiştir.

Tablo 4.1. Eksternal skeletal fiksator ile tedavi edilen olgulara ait bilgiler.

Olgu No	Tür	İrk	Yaş (ay)	Cinsiyet	Ağırlık (Kg)	Kırık Sebebi	Kırık yeri ve şekli	Sekonder travma varlığı	Çerçeve şekli
1	Kedi	Melez	18	Dişi	4	Trafik kazası	Sağ tibia distal diyafizer transversal kırık açık kırık	Pelvis kırığı ve diyafram fitiği	Akrilik hibrit ESF
2	Kedi	Melez	6	Erkek	2	Yüksekten düşme	Sol radius-ulna distal epifizer ayrılma (SH Tip I Kırığı) açık kırık	Yok	Bilateral uniplanar (tip II) ESF
3	Kedi	Melez	8	Dişi	2.2	Yüksekten düşme	Sağ humerus orta diyafizer transversal kırık	Yok	Akrilik ESF tie-in yöntemi, Unilateral uniplanar (tip Ia) + IM pin
4	Kedi	Melez	11	Erkek	3.5	Yüksekten düşme	Sağ tibia distal diyafizer oblik kırık açık kırık	Yok	Akrilik hibrit ESF

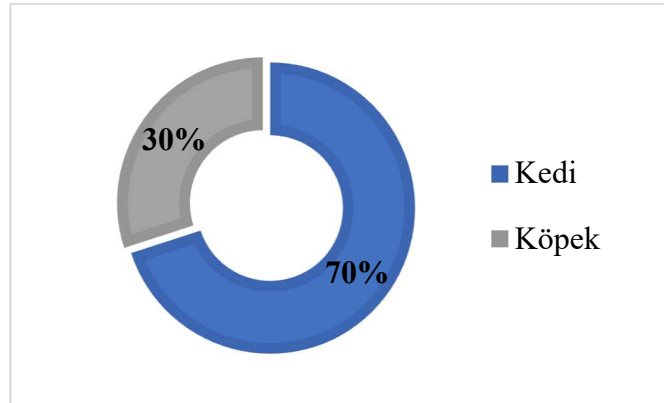
Tablo 4.1. (devam)

5	Kedi	Melez	3 aylık	Erkek	1,2	Yüksekten düşme	Sol humerus suprakondiler kırık (SH Tip II Kırığı)	Yok	Unilateral uniplanar (tip Ia) ESF
6	Kedi	Melez	12 aylık	Dişi	3	Trafik kazası	Sol humerus distal diyafizer parçalı kırık	Sağ tibia-fibula kırığı (plak osteosentez)	Akrilik ESF tie-in yöntemi, unilateral-uniplanar (tip Ia) ESF + IM pin
7	Kedi	Melez	12 aylık	Dişi	3,2	Trafik kazası	Sol tibia orta diyafizer spiral kırık	Kaudal vertebra kırığı	Unilateral uniplanar (tip Ia) ESF
8	Köpek	Melez	4,5 aylık	Dişi	7,5	Bilinmiyor	Sağ tibia distal diyafizer transversal kırık	Yok	Akrilik hibrit ESF
9	Köpek	Barak	6 aylık	Erkek	7,5	Trafik kazası	Sol tibia orta diyafizer transversal kırık	Yok	Unilateral uniplanar (tip Ia) ESF
10	Köpek	Melez	2,5 aylık	Erkek	5	Trafik kazası	Sol femur proksimal diyafizer oblik kırık	Yok	Akrilik ESF tie- in yöntemi, unilateral uniplanar (tip Ia) + IM pin

4.1. Preoperatif Dönem Bulguları

4.1.1. Kedi ve Köpek Sayılarının Dağılımı

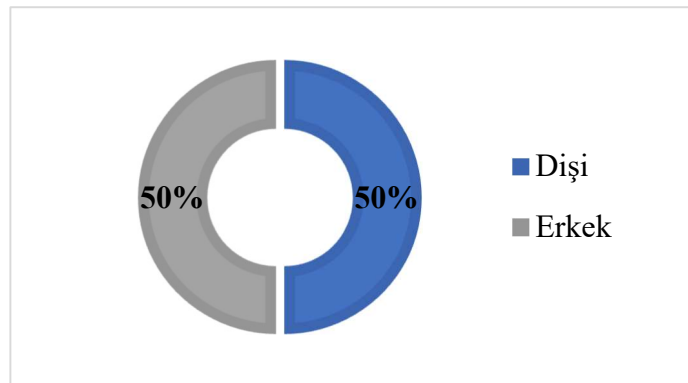
Tez çalışması 7 kedi (%70) ve 3 köpek (%30) olarak toplam 10 hayvandan oluşmuştur (Şekil 4.1).



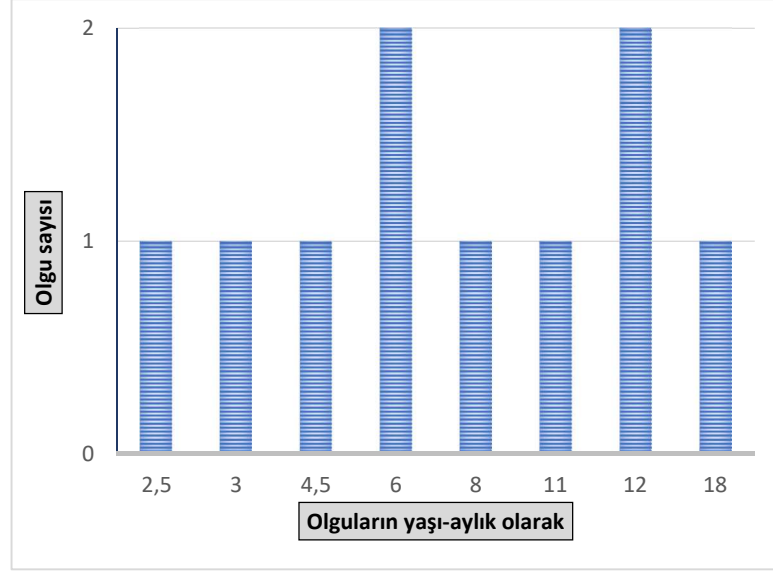
Şekil 4.1. Tez olgularının türe göre dağılım grafiği.

4.1.2. Cinsiyet-Yaş-Ağırlık Dağılımı

Olguların cinsiyet dağılımı 5 dişi (%50) ve 5 erkek (%50) olmak üzere toplam 10 hayvandan oluşmaktadır (Şekil 4.2). Olguların yaş dağılımında yaş aralığı en küçüğü 2.5 aylık ve en büyüğü 18 aylık (yaş ortalaması 8.3 ay) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3). Çalışmayı oluşturan kedi ve köpeklerin ağırlık ortalaması 3.91 ± 3.47 kg'dır.



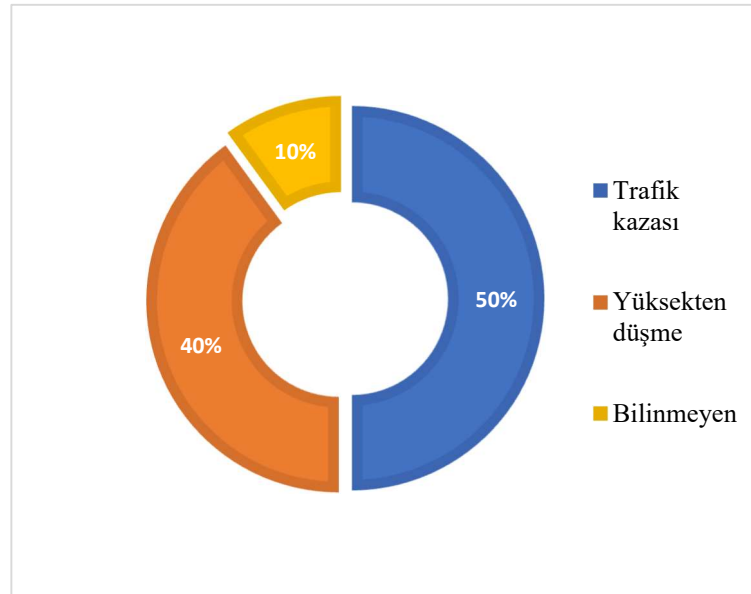
Şekil 4.2. Tez olgularının cinsiyet dağılım grafiği.



Şekil 4.3. Tez olgularının yaş dağılım grafiği.

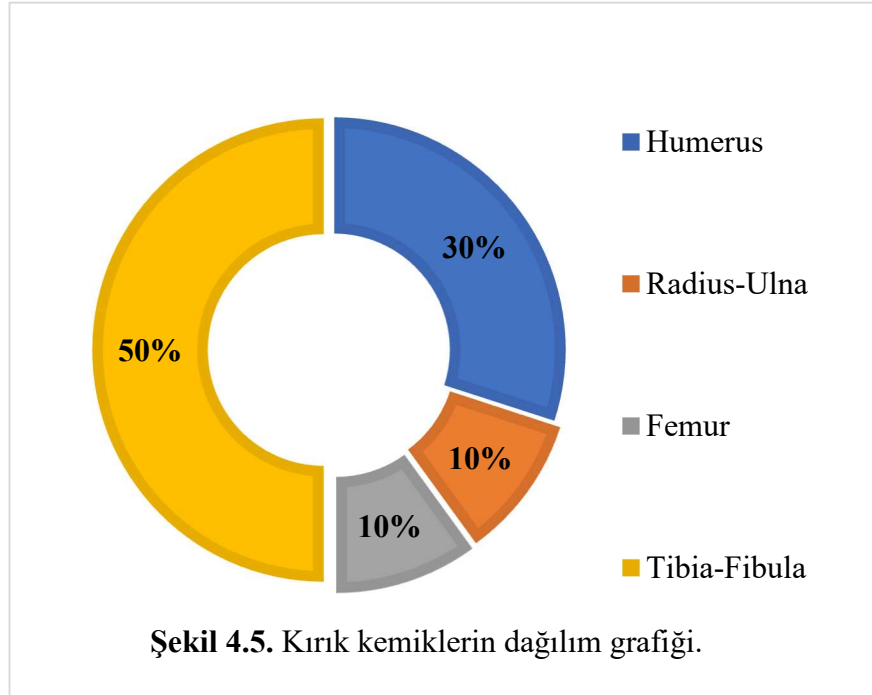
4.1.3. Kırık Etiyolojisi ve Kırığın Oluştığı Kemiğe Göre Dağılım

Tez çalışmasında bulunan olguların kliniğe kırık şikayeti ile başvurma sebepleri; 5 olgu (%50) trafik kazası, 4 olgu (%40) yüksekten düşme, 1 olgu (%10) bilinmeyen sebepler olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4) (trafik kazası- olgu 1,6,7,9,10; yüksekten düşme- olgu 2,3,4,5; bilinmeyen – olgu 8).



Şekil 4.4. Tez olgularının kırık sebebi dağılım grafiği.

Tez çalışmasını oluşturan kedi ve köpeklerin kırık olan kemikleri; 3 olgu humerus (%30) (olgu 3,5,6), 1 olgu radius-ulna (%10) (olgu 2), 1 olgu femur (%10) (olgu10), 5 olgu tibia-fibula (%50) (olgu 1,4,7,8,9) olarak, preoperatif dönemde çekilmiş olan radyografik görüntüler sonucunda belirlenmiştir (Şekil 4.5) (Şekil 4.6). Olgu 2’de radius ve ulna için her iki kemikte de kırık gözlenmiştir. Olgu 1,4,7,8,9 için hem tibia hem fibula kemiklerinin kırık olduğu gözlenmiştir.

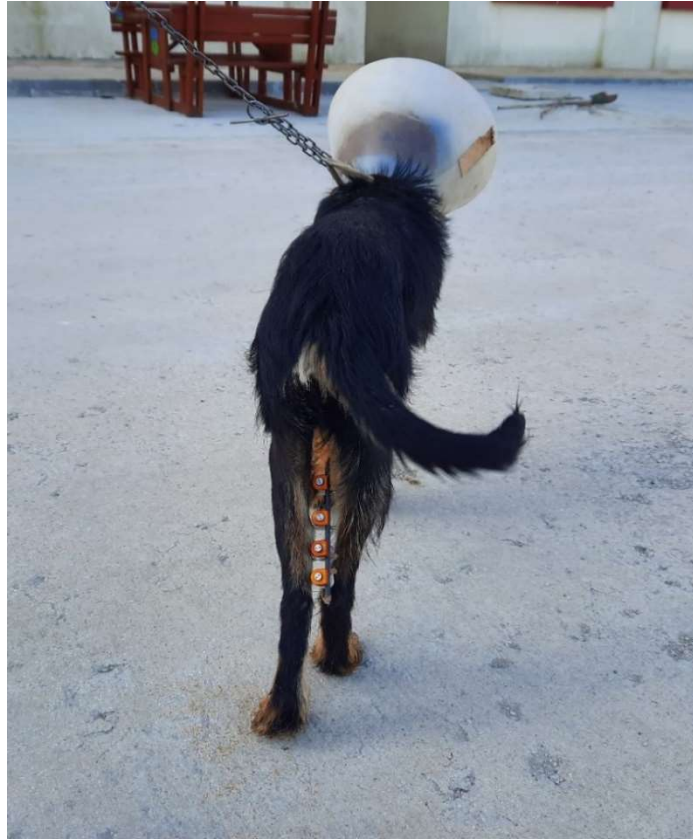




Şekil 4.6. ESF uygulanan 10 olgunun preoperatif muayene ile elde edilen radyografik görüntüleri [(A) Sağ tibia distal diyafizer transversal kırık belirlenen 1 numaralı olgu; (B) Sol radius-ulna distal epifizer ayrılma (SH Tip I Kırığı) belirlenen 2 numaralı olgu; (C) Sağ humerus orta diyafizer transversal kırık belirlenen 3 numaralı olgu; (D) Sağ tibia distal diyafizer oblik kırık belirlenen 4 numaralı olgu; (E) Sol humerus suprakondiler kırık belirlenen 5 numaralı olgu; (F) Sol humerus distal diyafizer parçalı kırık belirlenen 6 numaralı olgu; (G) Sol tibia orta diyafizer spiral kırık belirlenen 7 numaralı olgu; (H) Sağ tibia distal diyafizer transversal kırık belirlenen 8 numaralı olgu; (I) Sol tibia orta diyafizer transversal kırık belirlenen 9 numaralı olgu; (J) Sol femur proksimal diyafizer oblik kırık belirlenen 10 numaralı olgu].

4.2. Postoperatif Dönem Bulguları

Postoperatif dönem bulguları, tüm olguların uzun kemik kırıklarının eksternal skeletal fiksator ile sağaltımından sonra 0, 10, 30, 45. günlerde klinik ve radyolojik değerlendirmesi ile görülen komplikasyonları içermektedir. Klinik değerlendirme ile tüm olguların osteosentez sonrası ekstremitte fonksiyonel kullanımı değerlendirilerek skorlama yapılmıştır (Şekil 4.7) (Tablo 4.2). Skorlamada 1; “çok iyi”, yürüyebilir ve koşabilir, topallık ve ağrı görülmez, 2; “iyi”, ekstremitteye yük verebilir, hafif topallık görülür, 3; “orta”, ekstremitteye yük verebilir, sürekli ve belirgin topallık görülür, 4; “kötü”, ekstremitteye sürekli veya aralıklı yük veremez, topallık ve ağrı görülür. 45. gün sonunda ekstremitte fonksiyonel kullanımının yürüme-ağırlık verme ve topallık görülmesi yönünden skorlanması sonucunda tüm olgulardan; %60’ı “çok iyi” (skor=1), %20’si “iyi” (skor=2), %20’si “orta” (skor=3) olarak bulunmuştur. Hiçbir olguda “kötü” (skor=1) sonuç elde edilmemiştir.



Şekil 4.7. Olgu 8, 45. gün ekstremitte kullanımı, yürüme-ağırlık verme değerlendirmesi.

Tablo 4.2. Ekstremitte fonksiyonel kullanımının klinik değerlendirme skorlaması.

OLGU NO.	SKOR			
	0. GÜN	10.GÜN	30. GÜN	45. GÜN
1	3	3	3	3
2	1	3	2	2
3	1	2	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	4	4	4	3
7	1	1	1	1
8	1	1	2	2
9	1	1	1	1
10	2	2	2	1

Radyolojik değerlendirme ile tüm olguların osteosentez sonrasında kırık çizgisinin belirginliği ve kallus oluşumu değerlendirilerek skorlanmıştır (Tablo 4.3). Skorlamada 1- Kallus oluşumu ve iyileşme yok, 2- Minimal kallus oluşumu, 3- Kallus artışı, iyileşme başlangıcı, 4- Belirginleşmiş kallus gözlenir ve kırık çizgisinin belirginliğinin kaybolması, 5- Kırık çizgisinin tamamen kaybolması, iyileşme olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4.3. Kırık iyileşmesinin radyolojik olarak puanlanması.

OLGU NO.	SKOR			
	0. GÜN	10.GÜN	30. GÜN	45. GÜN
1	1	1	1	2
2	1	3	5	5
3	1	2	3	5
4	1	1	3	4
5	1	3	5	5
6	1	1	2	2
7	1	1	3	4
8	1	2	4	4
9	1	3	4	5
10	1	3	4	4

Tüm olguların kırık iyileşme sürecinde gözlenen komplikasyonları, postoperatif dönemde gerçekleştirilen klinik ve radyolojik muayene sonucuna göre kaydedilmiştir. Pin dibi görünümü, pin dibinde drenaj varlığı ve oluşan akıntının karakteri, hayvanın basış pozisyonları gibi klinik muayene sonuçları ile radyolojik olarak kırığın kaynaması, kemik dokuda gözlenen lezyonlar yönünden değerlendirilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Kırık iyileşme sürecinde görülen komplikasyonlar.

	Seröz	4 olgu (olgu no:3, 4, 9, 10)
Drenaj		
	Purulent	5 olgu (olgu no: 1, 2, 6, 7, 10)
Pin dibi lezyonları		
	Eritem	3 olgu (olgu no: 1, 3, 8)
	Granülasyon dokusu	4 olgu (olgu no: 3, 4, 9, 10)
Malunion-Angular deformite		3 olgu (olgu no: 1, 5, 8)
Taşkın kallus		1 olgu (olgu no: 10)
Osteomyelitis		2 olgu (olgu no: 1, 2)

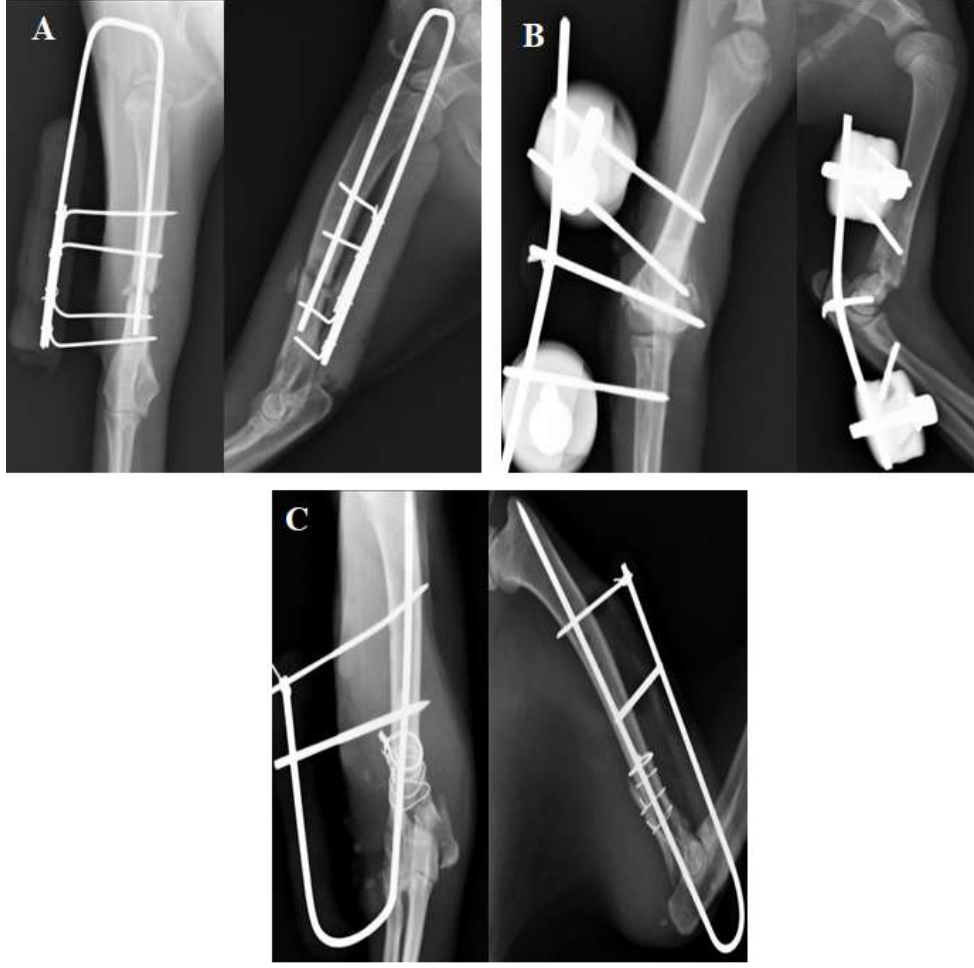
4.2.1. Humerus Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Osteosentez Bulguları

Tez çalışmasını oluşturan olgulardan 3 tanesi humerus kırığı olarak teşhis edilip eksternal skeletal fiksator ile osteosentez yapılmıştır (olgu 3,5,6). Humerus yoğun kas kitlesi ile çevrili bir kemik olduğu için ve genel olarak eksternal skeletal fiksator uygulamaları için tanımlanmış güvenli pin koridorları bulunmayıp sadece belirli güvenli alanlar tanımlanmıştır. Bu sebeple humerus kemiğinde oluşan kırıkların operasyonu açık veya sınırlı açık yaklaşımlar ile yapılmıştır. Fiksatorler humerus üzerine lateral veya kaudo-lateral olarak yerleştirilmiştir. Humerus gövdeye bitişik bir kemik olduğu için ya tek taraflı-tip I fiksatorler (olgu 5) ya da daha güçlü fiksasyon için tie-in konfigürasyonu olarak IM pin uygulaması ile beraber tip I çerçeveler (Olgu 3,6) tercih edilmiştir. Yaklaşım sırasında özellikle m. brachialis ve n. radialis ayrıca m. triceps brachialis'in lateral kirişinin korunmasına özen gösterilmiştir. Humerusun distalinde veya kondüllerde oluşan kırıklarda palpe edilebilir oluşum olan epicondylus lateralis sınırlı güvenli alan olarak tanımlanmıştır. Bu bölge kullanılarak, kondüller transversal pin yerleşim bölgesi olarak tercih edilmiştir (olgu 5). Kondüllerden orjin alan fleksor ve ekstensor kaslar ile a. brachialis ve n. medianus'a dikkat edilmiştir. Ancak olgu 6' da kırığın distal fragmanını oluşturan kondülün parçalı kırık olması ve kemik korteksinin transversal pin uygulamaya elverişli olmaması sebebiyle stabilizasyon tie-in yöntemi ile sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca bu olguda distal fragman parçalı olduğu için stabilizasyonu desteklemesi amacıyla serklaj teli de kullanılmıştır. Olgu 6 hariç diğer iki olgu (Olgu 3,5) 0. günde anesteziden uyandıktan sonra fiksatöre uyum sağlamış ve operasyon geçirdiği ekstremiteye ağırlık vermiştir. Olgu 6' nın ekstremiteye ağırlık-yüklenme vermediği gözlenmiştir. Ayrıca bu olguda trafik kazası sebebiyle multiple travma oluşması, humerus haricinde sağ tibia ve fibula kemiklerinde de kırık varlığı ve genel durumun pek iyi olmaması prognoz açısından olumsuz değerlendirilmiştir. 10. gün kontrolünde klinik olarak; olguların tümünde çerçevelerin stabil kaldığı, pin migrasyonunun olmadığı gözlenmiştir. Olgu 3'te IM uygulanan pinin proksimal fragmanda deriden çıkış noktasında pin dibinde eritem, seröz akıntı ve pin deliğinin genişlediği görülmüştür. Antibiyoterapinin devam etmesi ile pin dibi pansuman sayısının arttırılmasından 3 gün sonra ilgili ekstremitayı fonksiyonel kullandığı bilgisi hasta sahibinden alınmıştır. Olgu 5'in ekstremitayı fonksiyonel kullandığı, fiksator çerçevesine uyum sağladığı ve pin diplerinde hafif

seröz akıntı olduğu gözlenmiştir. Olgu 6'da ekstremitayı kullanamama ve yoğun purulent karakterde pin dibi akıntısı olduğu gözlenmiştir. Bu olgunun antibiyoterapiye uzun dönem devam etmesi önerilmiştir (Şekil 4.8). Radyolojik olarak iki olguda kallus oluşumu ve kırık iyileşme başlangıcı gözlenmiştir (olgu 3,5). Olgu 6'da ise radyolojik olarak iyileşme ve kallus dokusu gözlenmemiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. Humerus kırığı olgularının postoperatif 10. gün klinik görünümleri [(A)-olgu 3 Proksimal pin dibi eritem görüntüsü, (B)-olgu 5 normal pin dibi görüntüsü, (C)-olgu 6 purulent pin dibi akıntısı].



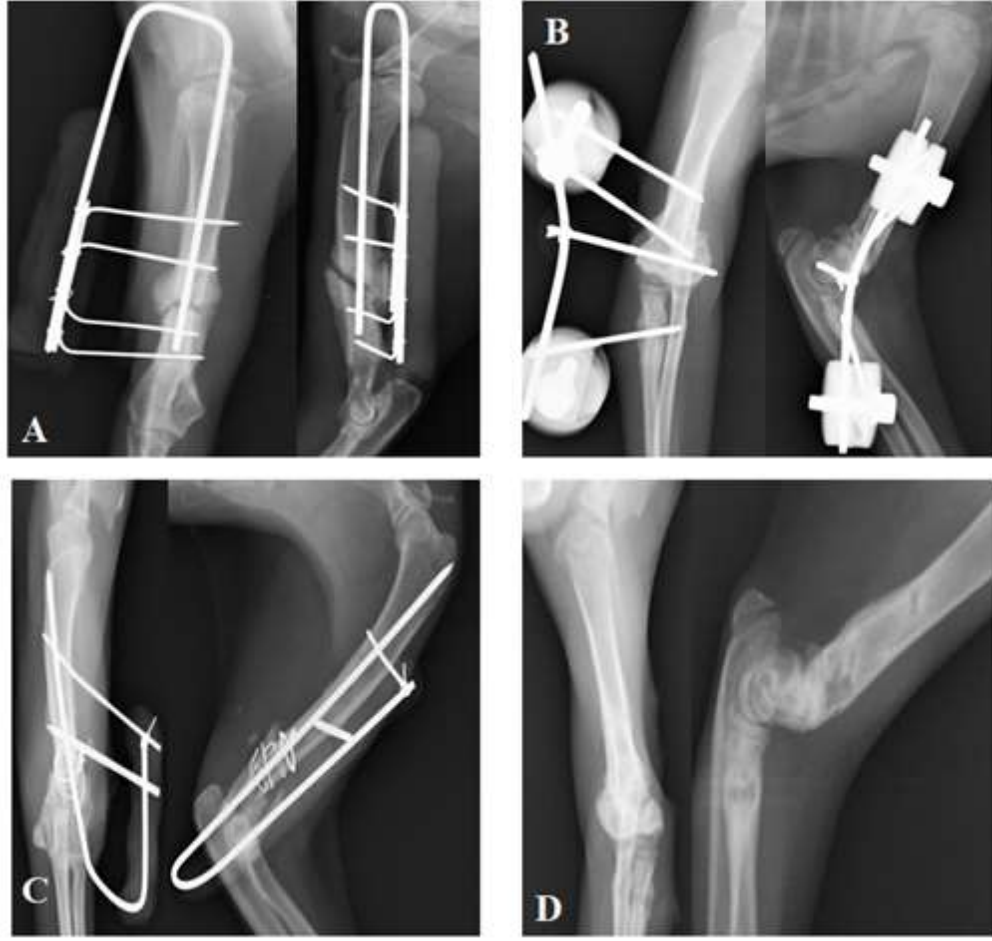
Şekil 4.9. Humerus kırığı olgularının postoperatif 10. gün AP ve ML pozisyonlarda radyoloji görüntüleri [(A)-olgu 3, (B)-olgu 5, (C)-olgu 6].

30. gün kontrolünde iki olgunun (olgu 3,5) ekstremitayı fonksiyonel kullandığı görülmüştür. Olgu 3'ün proksimal pin dibinde hafif seröz akıntı ve granülasyon dokusu gözlenirken, olgu 5'in pin diplerinde akıntı, yangı görülmemiştir. Radyolojik olarak olgu 3'te kallus dokusunun belirgin artışı görülürken, olgu 5'te kemik iyileşmesinin primer iyileşme olarak şekillendiği bu yüzden yoğun kallus dokusu görülmeden kırık çizgisinin tamamen kaybolarak kırıkta iyileşmenin gerçekleştiği gözlenmiştir. Olgu 5'te kırık hattında hafif açılı kaynama görülmesine rağmen radyolojik ve klinik değerlendirmesi sonucunda kırık iyileşmesi ve ekstremitayı fonksiyonel kullandığı görüldüğü için fiksator çıkartılmıştır. Fiksatorün çıkarılmasının ardından ekstremitenin stabil olduğu ve olgunun ekstremitayı fonksiyonel kullanabildiği görülmüştür. Bu olgu için hasta sahibine eklem hareketinde fonksiyon kaybı olmaması için ekleme periyodik olarak fleksiyon-ekstensiyon hareketleri yaptırması gerektiği anlatılmıştır. Olgu 6'da radyolojik olarak redüksiyon kaybı

gözlenmiştir fakat %80'den fazla bir kayıp görülmediği için müdahalede bulunulmamıştır. Ayrıca minimal kallus dokusu gözlenmiştir. Enfeksiyon ve pin diplerinde akıntı durmuştur fakat hayvan ekstremiteye ağırlık vermemektedir (Şekil 4.10 ve Şekil 4.11).



Şekil 4.10. Humerus kırığı olgularının postoperatif 30. gün klinik görünümleri [(A)-olgu 3, (B)-olgu 5, (C)-olgu 6].



Şekil 4.11. Humerus kırığı olgularının postoperatif 30. gün AP ve ML pozisyonlarda radyoloji görüntüleri [(A)-olgu 3, (B)-olgu 5, (C)-olgu 6, (D) olgu 5'in fiksator uzaklaştırılmasından sonra alınan radyografi görüntüsü]

45. gün kontrolünde iki olgunun (olgu 3,5) ekstremitayı fonksiyonel kullandığı, fakat olgu 6'nın ekstremiteye ara ara yük verdiği ancak normal basış pozisyonunu sağlayamadığı görülmüştür. Olgu 5'in fiksatorünün 30. günde çıkarılmasının ardından önerilen fizik tedavi ile birlikte dirsek ekleminde herhangi bir hareket kısıtlaması oluşmadığı gözlenmiştir. Olgu 3'ün proksimal pin dibinde hafif seröz akıntı ve granülasyon dokusunda artış izlenmiştir (Şekil 4.12). İki olgunun (olgu 3,5) radyolojik değerlendirmesinde kırık hattının belirginliğini kaybettiği görülmüştür ve olgu 3'te hem klinik hem radyolojik muayene sonucu kırık iyileşmesi gözlenerek fiksator uzaklaştırılmıştır. Olgu 5'te kemikten pinlerin çıkartıldığı deliklerin yeni kemik doku oluşması sonucu daha az belirgin hale geldiği görülmüştür. Olgu 6 için radyolojik olarak kallus oluşumunda yeni bir artış izlenmemiştir (Şekil 4.13). Çerçeve stabilizasyonu bozulmadığı için herhangi bir müdahalede bulunulmadan 15 gün sonra kontrole getirilmesi istenilmiştir ve 60. gün kontrolünde bu olgu için proksimal

fragmandaki pinde gevşeme gözlenmiştir. Ayrıca kallus artışı ve kırık iyileşmesi görülmemesi sonucunda fiksator uzaklaştırılarak revizyon operasyonu önerilmiştir. Olgu 6 hariç tüm humerus kırığı olan olgularda, fiksatorün uzaklaştırılmasının ardından deri üzerindeki pin deliklerinin ortalama 5-7 günde sadece pansumanla kapandığı gözlenmiştir. Olgu 6 takip edilemediği için bu süre kayıt edilememiştir. Humerus kırığı bulunan üç olgu (olgu 3,5,6) için fiksatorün çıkarılma süresinin ortalama 45 gün olduğu görülmüştür ve fiksator çıkarıldıktan sonra hiçbir olguya bandaj uygulanmamıştır. Humerus kırık olgularında bölgenin yoğun kaslar ile çevrili olması ve neredeyse kapalı yaklaşımın mümkün olamaması sebebiyle fiksator uygulamalarında operasyon süresinin uzun olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.12. Humerus kırığı olgularının postoperatif 45. gün klinik görünümleri [(A) [(A)olgu 3, (B)-olgu 5, (C)-olgu 6].



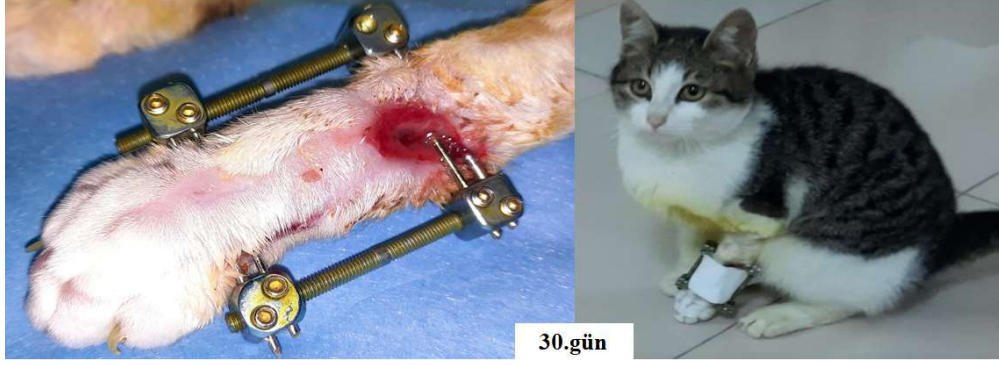
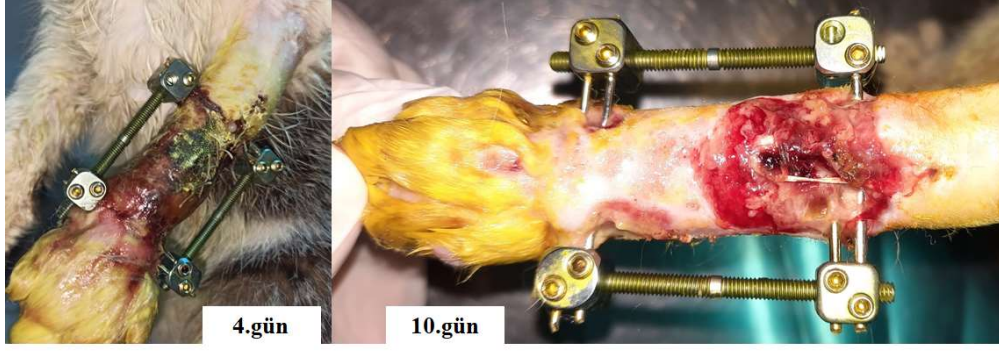
Şekil 4.13. Humerus kırığı olgularının postoperatif 45. gün AP ve ML pozisyonlarda radyoloji görüntüleri [(A)-olgu 3, (B)-olgu 5, (C)-olgu 6, (D) olgu 3'ün fiksator uzaklaştırılmasından sonra alınan radyografi görüntüsü].

4.2.2. Radius-Ulna Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Osteosentez Bulguları

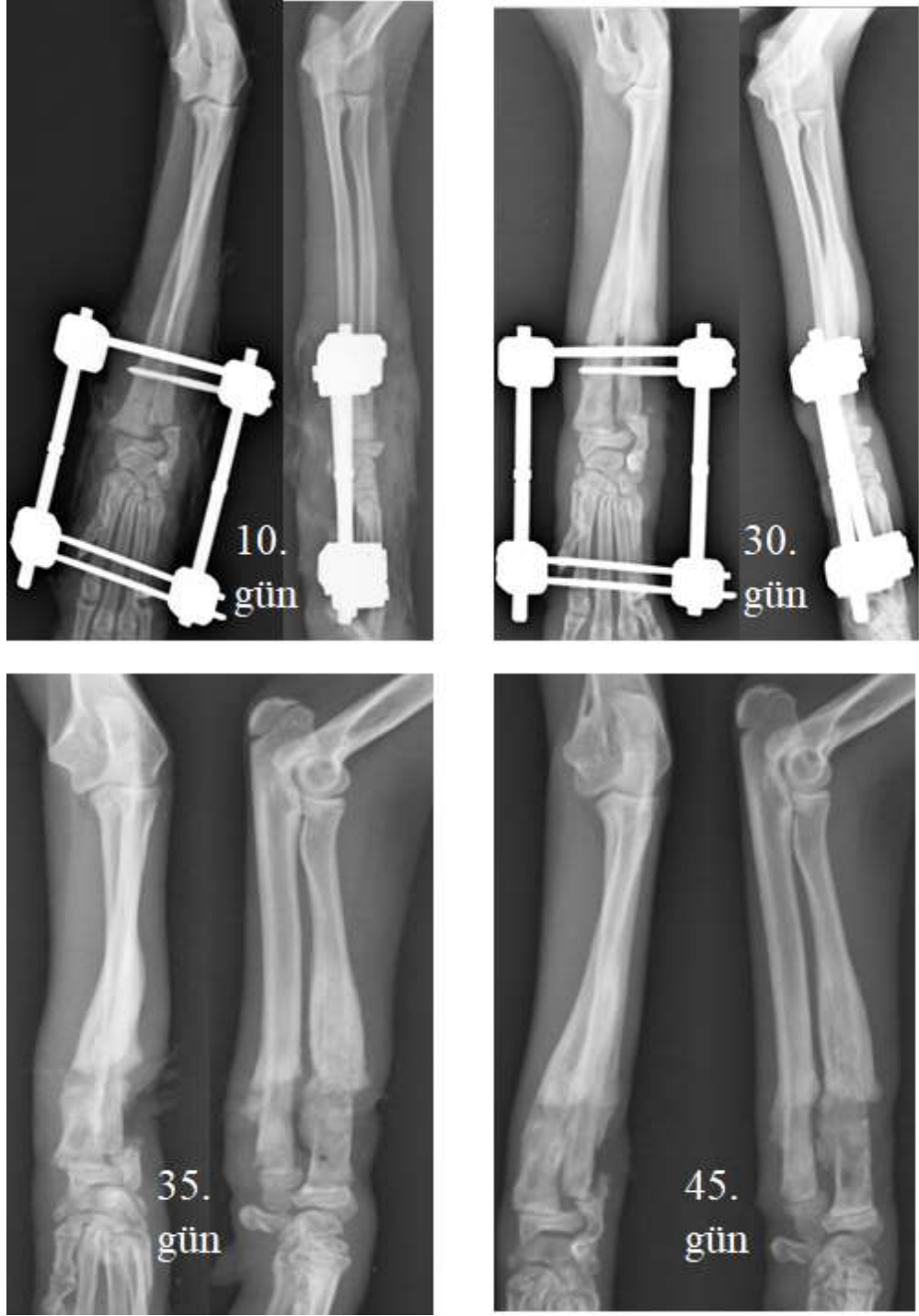
Tez çalışmasını oluşturan olgulardan bir tanesi radius-ulna kırığı olarak teşhis edilmiştir (olgu 2). Olguda, radius-ulna kemiklerinin her ikisinde de distal epifizer

ayrılma oluşması sonucu, yapılan klinik ve radyolojik muayene ardından hayvanın genç oluşu, kırığın eklem ile ilişkisi ve açık kırık olması değerlendirilerek bilateral uniplanar (tip II) ESF uygulanmıştır. Kırık hattına kranialden açık yaklaşımla ulaşılmıştır. Kırık hattına ulaşırken, derin antebrachial fasyanın kesilmesinin ardından m. extensor carpi radialis ve m. extensor digitorum communis'in korunmasına dikkat edilmiştir. Kırık uçlarının redüksiyonu sağlandıktan sonra proksimalde iki pin radius-ulna kemiklerine, distalde iki pin metakarpal kemiklere transversal olarak yerleştirilmiştir. Pinlerin yerleştirilmesiyle gerekli kontrollerin ardından çerçevenin klempleri sıkılmıştır. 0. gün hayvan anesteziden uyandıktan sonra uygulanan çerçeveye uyum göstermiş ve ekstremiteye ağırlık verdiği gözlenmiştir. Ancak 4. gün olgu ekstremitede ödem, dikiş hattında ve pin diplerinde yoğun purulent akıntı ve deride renk değişimi ile tekrar kliniğe getirilmiştir. Ayrıca hastanın ilgili ekstremitayı kullanmadığı ve ağrı duyduğu gözlenmiştir. Hastanın önerilen antibiyotik uygulamalarının ve pin dibi bakımlarının hasta sahibi tarafından yapılmadığı tespit edilmiştir. Hasta gözlem altına alınarak rutin antibiyotik uygulamasının günde iki uygulamaya çıkartılması ve oluşan nekrotik dokuların debridmanı yapılmıştır. Debridman sonrası yaklaşık 2.5 cm çapında oluşan yarada tekrar dikiş uygulanacak sağlıklı doku bütünlüğü kalmadığı için açık yara tedavisi uygulanması planlanmıştır. Radyolojik olarak redüksiyonun bozulmaması sonucu kırık iyileşmesi ile birlikte açık yaranın da iyileşmesi hedeflenmiştir. Nekrotik dokuların debridmanı sonucu iyileşme için granülasyon dokusunun oluşumu ve dokuların antisepsisinin sağlanması amacıyla günde 3 kez yaş pansuman yapılması tavsiye edilmiştir. 10. gün kontrolünde, klinik olarak olgunun ekstremiteye nadiren ağırlık verdiği, doku kayıplı bölgede enfeksiyonun azaldığı ve yeni granülasyon dokusunun oluşmaya başladığı, distal fragmanda pin diplerinde akıntının pin giriş deliklerinde genişlemeye yol açtığı, genel anlamda ekstremitedeki ödemin azaldığı gözlenmiştir. Radyolojik olarak redüksiyon kaybı ve pin migrasyonu izlenmemiştir. Lokal pansuman uygulaması ve antibiyotik tedavisine 5 gün daha devam etmesi gerektiği bildirilmiştir. 30. gün kontrolünde, klinik olarak olgunun ekstremiteye daha fazla ağırlık vermesine rağmen ara ara askıya alma pozisyonunda tuttuğu, yara bölgesinde granülasyon dokusunun artarak açık alanın yaklaşık 1 cm çapında kaldığı, distaldaki pinlerden sadece lateral yüzeyden seröz karakterde hafif akıntı geldiği gözlenmiştir. Radyolojik olarak kırık hattının primer iyileşme göstererek kallus oluşumu göstermeden iyileşmesi beklendiği için iyileşmede kallus gözlenmemesi normal olarak kabul edilmiştir. Ancak proksimal

fragmana uygulanan pinlerin çevresinde gözlenen periost reaksiyonu sonucu osteomyelitis görüntüsü izlenmiştir. Olguda yeterli stabilizasyon sağlandığı için kırık hattının iyileşmesine rağmen, osteomyelitis gözlenmesi sonucu uzun dönem antibiyotik kullanımı önerilmiştir. Bakteriyolojik kültür yapılamadığı için kombine antibiyotik reçetesi düzenlenmiştir. Fiksator uzaklaştırılmıştır. 35. günde yara durumunun gözlenmesi için tekrar kliniğe çağırılmıştır. Hafif topallıkla birlikte olgunun ekstremitayı kullandığı görülmüştür. Açık yaranın boyutunun küçüldüğü ve herhangi bir akıntının olmadığı gözlenmiştir. 45. gün kontrolünde, klinik olarak ekstremitayı dinlenme pozisyonunda askıya aldığı, fakat yürüme-koşmada kullandığı gözlenmiştir. Açık yaranın yaklaşık 0.3 cm çapında kaldığı ve etrafında tüylenmenin olduğu görülmüştür. Radyolojik olarak kırık hattında iyileşmenin hafif açılı kaynama şeklinde olduğu fakat periosteal reaksiyonun başladığı proksimal pin bölgesinde daha yoğun kallus varlığı izlenmiştir (Şekil 4.14 ve Şekil 4.15). Olgu osteomyelit takibi için 15 gün sonra çağırılmıştır fakat getirilemediği için hasta sahibiyle telefon aracılığıyla bilgi alınarak ekstremitayı fonksiyonel kullandığı, yaranın tamamen kapandığı ve yara bölgesinde tüylenme olduğu öğrenilmiştir. Uzun dönem takip önerilmiştir fakat 1 ay sonra hastanın genel durumunun aniden kötüleşerek öldüğü hasta sahibi tarafından telefonla bildirilmiştir. Genel olarak radius ve ulna kemiklerindeki kırıklarda bölgenin yoğun kas kitlesi içermemesi, kırık hattına yaklaşımın açık veya kapalı olarak elverişli olması sebebiyle operasyon süresinin eksternal fiksasyon yönteminde kısa olduğu görülmüştür.



Şekil 4.14. Radius-ulna kırığı (olgu 2) postoperatif dönem klinik görünümü.



Şekil 4.15. Radius-ulna kırığı (olgu 2) postoperatif dönem AP ve ML pozisyonlarda radyoloji görüntüleri.

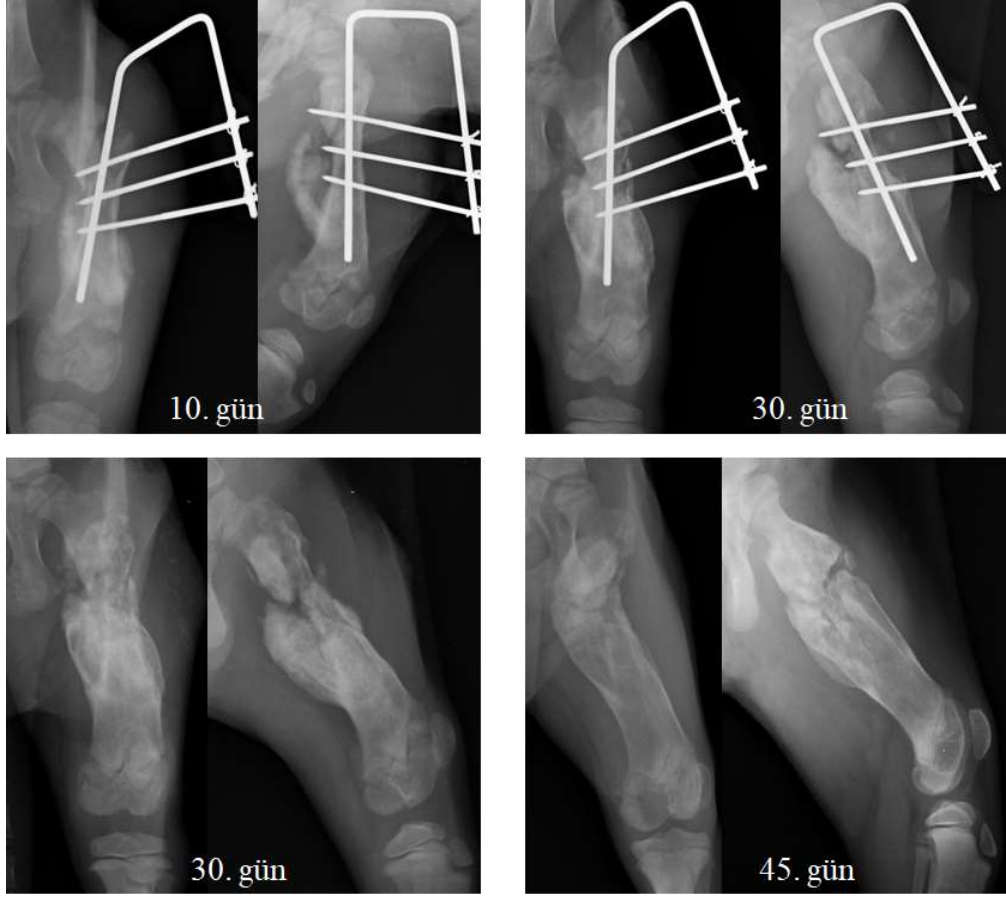
4.2.3. Femur Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Osteosentez Bulguları

Tez çalışmasını oluşturan olgulardan bir tanesi femur kırığı olarak teşhis edilmiştir (Olgu 10). Olguda, proksimal diyafizer femur kırığı bulunmaktadır. Olgunun radyolojik değerlendirmesine göre; kırık hattının oblik şekilde olduğu, proksimal fragmanın oldukça küçük bir parçadan oluştuğu ve hasta sahibinden alınan anamnez doğrultusunda hayvanın yetersiz beslenmesi kaynaklı kemik mineralizasyonunun yetersiz olduğu ve kemik korteks inceliği gözlenmiştir. Olgunun klinik ve radyolojik değerlendirme sonucunda, osteosentez için kullanılacak çerçeve modeli akrilik ile modifiye Tie-in konfigürasyonu olarak belirlenmiştir. Femur kemiği yoğun kas kitlesi ile çevrili bir kemik olduğu için kırık hattına kraniomedialden sınırlı açık yaklaşımla ulaşılarak kırık redüksiyonu sağlanmıştır. Kırık hattına ulaşılırken m. biceps femoris, m. vastus lateralis ve n. ischiadicus' a dikkat edilmiştir. Kırık redüksiyonundan sonra, ilk olarak intramedüller steinmann pin uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamanın kırık hizalamasını sağlamada avantaj kazandırdığı belirlenmiştir. Daha sonra stabilizasyonu güçlendirecek olan schanz pinleri transversal olarak uygulanarak pinler ekstremitenin dışında akrilik malzeme ile bileştirilerek çerçeve oluşturulmuştur. 0. gün, hayvan anesteziden uyandıktan sonra çerçeve ile uyumu iyi bulunmuştur ve ekstremiteye ağırlık verdiği gözlenmiştir. 10. gün klinik olarak IM uygulanan pinin proksimaldeki deriden çıkış deliğinde purulent karakterde akıntı ve pin çıkış deliğinde genişleme ile granülasyon dokusu gözlenmiştir. Diğer pin diplerinde hafif seröz karakterde akıntı görülmüştür. Hasta sahibine pin dibi bakımlarının daha düzenli ve söylenen aralıklarda mutlaka yapılması gerektiği bildirilmiştir. Operasyon yarasının iyileşmesi sonucu dikişleri alınmıştır. Olgunun ekstremiteye ağırlık verdiği, yürüme ve koşma esnasında aralıklı olarak hafif topallık olduğu görülmüştür. Radyolojik olarak, redüksiyon kaybı ve pin migrasyonu gözlenmemiştir fakat taşkın kallus dokusu görülmüştür. Olgunun aşırı hareketinden kaynaklı oluşabilecek akıntı için hasta sahibine bu hareketleri kısıtlaması gerektiği tavsiye edilmiştir. 30. gün kontrolünde klinik olarak ekstremiteye ağırlık verdiği, aralıklı hafif topallık olduğu görülmüştür. Proksimal pin dibi akıntısının normal seröz karakterde olduğu ve diğer pin diplerinde de hafif seröz akıntı olduğu görülmüştür. Ayrıca en proksimal pin dibinde granülasyon dokusu görülmüştür. Radyolojik olarak, taşkın kallus dokusunun aşırı artışı izlenmiştir. Kallus dokusu kırık hattının %50'den

fazlasını doldurduğu için, klinik ve radyolojik değerlendirme sonucu çerçevenin çıkartılmasına karar verilmiştir. Diğer kontrol sürecine kadar herhangi bir bandaj uygulanmamıştır fakat hasta sahibine alan kısıtlaması yapması tavsiye edilmiştir. 45. gün kontrolde olgunun klinik muayenesinde pin dipleri deliklerinin kapandığı, tüylenmenin başladığı, ekstremitayı fonksiyonel kullandığı görülmüştür (Şekil 4.16). Radyolojik olarak kallus dokusunda artış izlenerek kırık çizgisinin belirginliğinin azaldığı görülmüştür. Klinik muayenede kırık bulgularının tamamen ortadan kalkmasına rağmen kallus dokusunun gelişimi için takip önerilmiştir. Ancak hasta takip için getirilmemiştir. (Şekil 4.17). Femur kemiğinin yoğun kas dokuyla çevrili olması sonucu kırık yaklaşımının sınırlı açık yapılması sebebiyle fiksator uygulama süresinin uzun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.16. Femur kırığı (olgu 10) postoperatif dönem klinik görünümü.



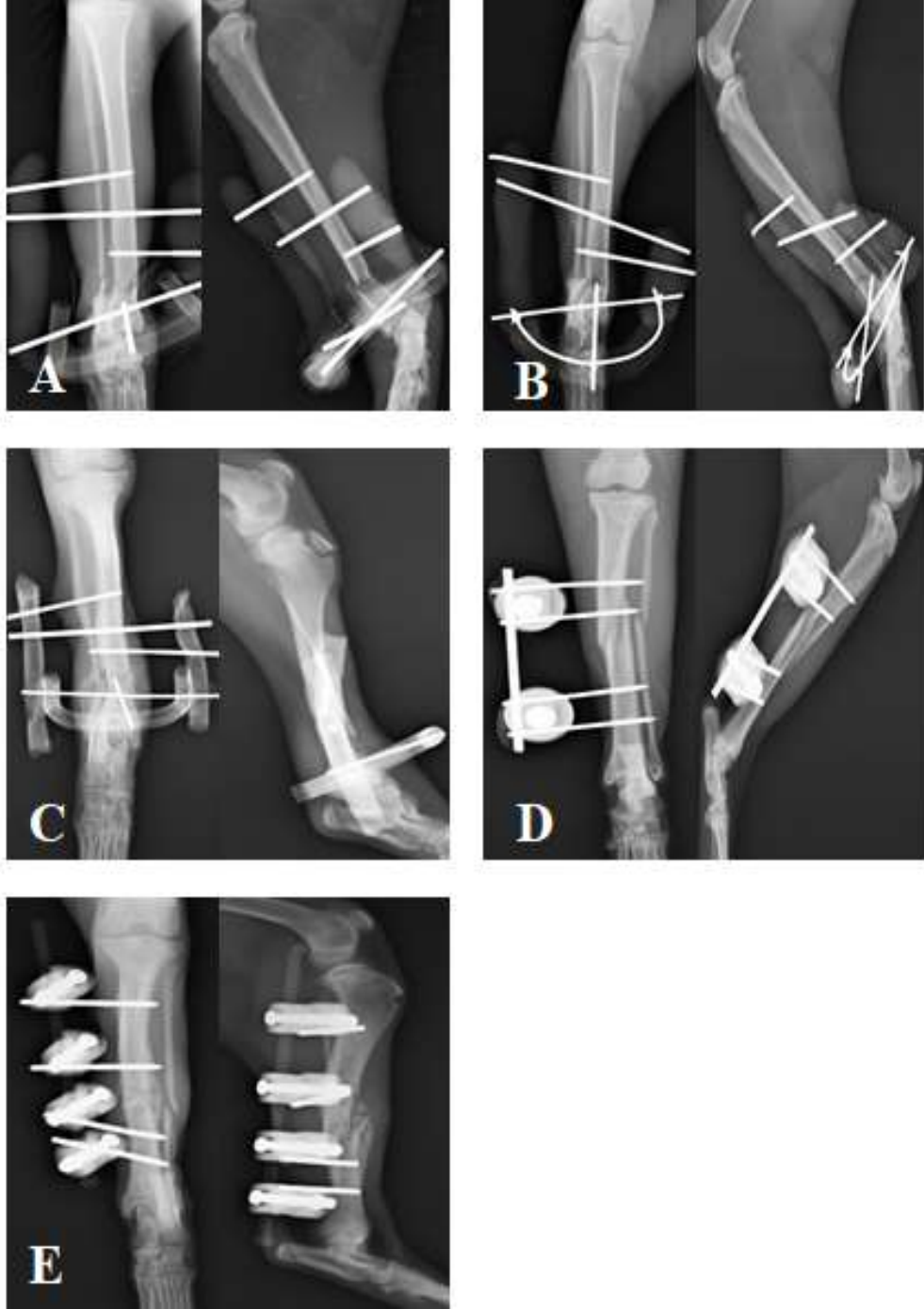
Şekil 4.17. Femur kırığının (olgu 10) postoperatif AP ve ML pozisyonlarda radyoloji görüntüsü.

4.2.4. Tibia-Fibula Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Osteosentez Bulguları

Tez çalışmasını oluşturan 5 olgu tibia-fibula kırığı olarak teşhis edilmiştir. Tüm olgularda hem tibia hem de fibula kemiği kırıktır (Olgu 1,4,7,8,9). Olgulardan 2 tanesi orta diyafizer kırık (olgu 7,8), 3 tanesi distal diyafizer kırık (olgu 1,4,9) olarak tespit edilmiştir. İki olguda (olgu 1,4) açık kırık, iki olguda ise (olgu 4,7) travmaya bağlı ekstremitelerde kontüzyon şekillenmiş ve ödem görülmüştür. Tüm olgular için kırık hattına medialden, sınırlı açık yaklaşım uygulanmıştır. Kırık hattına yaklaşımlarda özellikle nörovasküler yapıların (a. saphenous, v. saphenous ve n. saphenous) korunmasına özen gösterilmiştir. Orta diyafizer kırığı bulunan 2 olguya unilateral-uniplanar (Tip Ia) fiksator çerçevesi uygulanırken (olgu 7,9), distal diyafizer kırığı bulunan 3 olguya akrilik ile modifiye hibrit fiksator çerçevesi uygulanmıştır. 0. gün

bir olgu hariç (olgu 1), tüm olgular anesteziden uyanma sonrasında uygulanan çerçeveye uyum sağlamış ve operasyon olan ekstremiteye yük vermeye başlamıştır. Olgu 1 multiple travmalı bir hastadır ve sol tibia kırığı ile birlikte sol os ishium kemiğinde de kırık olması sebebiyle çerçeve ile hareket ederken basış pozisyonunun farklı olduğu görülmüştür. Ancak duruş pozisyonunda ekstremiteye yük verdiği gözlenmiştir. Yumuşak dokuda kontüzyon bulunan olgu (olgu 7) ile açık kırık bulunan olgu (olgu 1), 5. günde operasyon hattında bulunan dikişleri açtığı için kliniğe getirilmiştir. Olgu 1’de kırık uçlarının travmatize ettiği deride kırık hattına yaklaşımın yapıldığı medial tarafta yaklaşık 1.5 cm çaplı nekroz gelişmiştir ve bu nekrotik dokuların debridmanı yapılmıştır. İki olguda da (olgu1,7) pin dipleri ile operasyon hattında hafif purulent akıntı gözlenmiştir ve bu olgulara tekrar dikiş uygulaması yapılmayıp, yara hattının yaş pansuman ile tedavisi önerilmiştir. Hasta sahiplerine postoperatif profilaksi amacıyla önerilen antibiyotik kullanımını ve yara pansumanını dikkatle takip etmeleri gerektiği bildirilmiştir. 10. gün kontrolünde klinik olarak, 1 olgu hariç (olgu 1) tüm olguların ekstremitelerini fonksiyonel olarak kullandığı görülmüştür. Olgu 1’in yürüme pozisyonunda anormal basışı, fakat duruş pozisyonunda ekstremiteye yük verdiği görülmüştür. Travma sonrası kontüzyona bağlı dokularda renk değişikliği ve ödem bulunan 2 olguda (olgu 4,7), dokuların renk olarak normale döndüğü ve ödemin ortadan kalktığı gözlenmiştir. 2 olguda (olgu 4,9) proksimal fragmente uygulanmış pin diplerinde seröz akıntı ve granülasyon, iki olguda (olgu 1,8) proksimal pin dibinde eritem gözlenmiştir. Ayrıca olgu 8’in proksimal pin diplerinde seröz karakterde akıntı görülmüştür. Tüm olguların distal fragmente uygulanan pinleri ile bir olgunun (olgu 7) proksimal pin diplerinde herhangi bir akıntı gözlenmemiştir. Kırık hattındaki doku harabiyetine bağlı açık yara tedavisi ile devam eden 2 olguda (olgu 1,7) granülasyon dokusunun artışı görülürken, enfeksiyon gözlenmemiştir. Akrilik ile hibrit ESF uygulanan 3 olguda (olgu 1,4,8) ekstremitelere kullanımına bağlı olarak distal fragmenti sabitleyen akrilik yarım halkanın metatarsal seviyesinde dorsal yüz üzerinde sürtünmesi sonucu sıyrık yarası olduğu gözlenmiştir. Bu bölgede çerçeve üzerine pamuk ve flaster yardımıyla destek yastığı oluşturularak sürtünme engellenmeye çalışılmıştır. Bir olguda (olgu 9) destek ünitesi-deri arasındaki mesafenin kısa olduğu proksimal klempler gevşetilerek mesafe en az 1 cm olacak şekilde ayarlandıktan sonra tekrar sıkıştırılmıştır. Operasyon yarası iyileşen 3 olgunun (olgu 4,8,9) dikişleri alınmıştır (Şekil 4.18). Radyolojik olarak tüm

olgularda (olgu 1,4,7,8,9) redüksiyon kaybı, pin migrasyonu gözlenmemiştir. 2 olguda (olgu 8,9) kallus başlangıcı görülmüştür (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Tibia-fibula kırığı olgularının postoperatif 10. gün AP ve ML pozisyonlarda radyoloji görüntüleri [(A)-olgu 1, (B)-olgu 4, (C)-olgu 8, (D)-olgu 7, (E)-olgu 9].

30. gün kontrolünde klinik olarak, iki olgu (olgu 1,8) hariç tüm olgular ekstremitelerini fonksiyonel olarak kullanmaktadır. Olgu 1 ise yürüyüşte ekstremiteye ağırlık vermektedir. Olgu 8' de hafif açılanma ile topallık görülmüştür. Bir olguda

(olgu 9) proksimal pin dibinde granülasyon ve seröz akıntı, başka bir olguda (olgu 8) eritem ve seröz akıntı görülmüştür. Açık yarası olan iki olgunun (olgu 1,7) yara bölgesinde tamamen iyileşme olduğu ve bölgenin granülasyon dokusu ile kapandığı görülmüştür. Bir olgunun (olgu 4) distal fragman üzerinde bulunan pinlerinden birinin düzenli pin dibi temizliğinin yapılmadığı ve sonucunda pin dibinin yara kabuğu oluşturduğu görülmüştür. Kabuk kaldırıldığında hafif purulent bir akıntı gözlenmiştir (Şekil 4.20). Radyolojik olarak olgu 1 hariç tüm olgularda değişen derecelerde kallus varlığı izlenmiştir (Şekil 4.21). Olgu 1’de düzensiz periost reaksiyonu ve kırık hattında osteolitik alanların görülmesi sonucu osteomyelitis gözlenmiştir. Bakteriyolojik kültür yapılamadığı için kombine antibiyotik kullanımı önerilmiştir. Tüm olgularda pin migrasyonu olmamasına rağmen bir olguda (olgu 7) hafif redüksiyon kaybı gözlenmiştir ve olgu sedasyona alınarak pinleri ve rodu bağlayan klemplerin revizyonu yapılmıştır. Bu işlem sonrasında proksimal fragmentteki implant ve deri arasındaki mesafe arttırılmıştır.



Şekil 4.20. Tibia-fibula kırığı olgularının postoperatif 30. gün klinik görünümleri [(A)-olgu 1, (B)-olgu 4, (C)-olgu 8, (D)-olgu 7, (E)-olgu 9].



Şekil 4.21. Tibia-fibula kırığı olgularının postoperatif 30. gün AP ve ML pozisyonlarda radyoloji görüntüleri [(A)-olgu 1, (B)-olgu 4, (C)-olgu 8, (D)-olgu 7, (E)-olgu 9].

45. gün kontrolünde klinik olarak, olgu 1 hariç tüm olguların ekstremitayı fonksiyonel kullandığı görülmüştür. Olgu 1'in ekstremiteye aralıklı olarak yük verdiği fakat yürürken anormal basışın devam ettiği görülmüştür. Bir olgu hariç (olgu1), diğer olgularda pin migrasyonu görülmemiştir. Olgu 1'in distal fragman üzerindeki bir pinin lateral akrilik kolondan ayrıldığı gözlenmiştir fakat medial kolondaki sabit olduğu için müdahalede bulunulmamıştır. Üç olguda (olgu 7,8,9) proksimalde bulunan pin

diplerinde granülasyon artışı sonucu deri-fiksator çerçevesi arasındaki mesafenin azaldığı gözlenmiştir. Tüm olgularda pin dibi akıntısı görülmemiştir (Şekil 4.22.).

Radyolojik olarak, bir olguda (olgu 9) belirgin kallus ve kırık iyileşmesi



Şekil 4.22. Tibia-fibula kırığı olgularının postoperatif 45. gün klinik görünümleri [(A)-olgu 1, (B)-olgu 4, (C)-olgu 8, (D)-olgu 7, (E)-olgu 9].

görülmüştür. Bir olguda (olgu 7) kallus varlığı ile hafif kusurlu kaynama görülmüştür. Başka bir olguda (olgu 1) kırık hattında minimal kallus izlenmiştir ve antibiyotik tedavisine devam etmesi gerektiği bildirilmiştir. Kırık iyileşmesi olan 2 olgunun (olgu 7,9) fiksatorü çıkartılmıştır. 2 olguda (olgu 4,8) belirgin kallus artışı olmasına rağmen kırık çizgisinin belirgin olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.23). Olgu 8'in fiksator çerçevesinde revizyon yapılarak distal ve proksimal fragmanlarda sadece birer tane pin bırakılıp diğer pinler uzaklaştırılmıştır ve 52. günde klinik ve radyolojik

değerlendirme sonucu kırık iyileşmesi görülüp fiksator uzaklaştırılmıştır. Olgu 1'in 60. gün kontrolünde, minimal kallus varlığı ve kırık hattında radyolojik iyileşmenin olmadığı gözlenmiştir. Fiksator uzaklaştırılarak revizyon operasyonu önerilmiştir. Hasta sahibi revizyon operasyonunu kabul etmemiştir. Hasta, 15 gün sonra radyolojik takip için getirilmemiştir ve telefon görüşmesi ile olgunun ekstremiteyi yürürken ve koşarken kullandığı bilgisi ile pin deliklerinin tamamen iyileştiği bilgisi öğrenilmiştir. Olgu 4'ün 60. gün radyolojik değerlendirmesinde kırık iyileşmesi görülmüştür ve çerçeve uzaklaştırılmıştır. Tüm tibia-fibula kırıklarında kırık hattına medial yaklaşımlarda bölgede yoğun kas kitlesi bulunmadığı içinyaklaşımın kolay ve eksternal fiksator uygulamaları için operasyon süresinin kısa olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.23. Tibia-fibula kırığı olgularının postoperatif 45. gün AP ve ML pozisyonlarda radyoloji görüntüleri [(A)-olgu 1, (B)-olgu 4, (C)-olgu 8, (D)-olgu 7, (E)-olgu 9].

5. TARTIŞMA

Cerrahi kliniğine çeşitli ortopedik yaralanmalar ile getirilen hastaların, yapılan klinik ve radyolojik değerlendirmelerinin ardından önemli bir kısmını uzun kemik kırıkları oluşturmaktadır. Kedi ve köpeklerde travma kaynaklı kırık oluşum nedenlerinin başında motorlu araç kazaları çok önemli bir yer almaktadır. Ayrıca özellikle kedilerde görülen travma sebepleri arasında yüksekte düşme etiyolojik açıdan önem arz etmektedir. Bunların dışında ateşli silah yaralanmaları, hayvanların birbirleriyle yaptıkları kavgalar, kesici veya delici bir cisim ile yaralanma, bilinmeyen nedenler gibi pek çok sebep ekstremitelerde kırıklarının oluşturabilmektedir (Görgülü ve Topal, 2007; Ali, 2013; Parlak ve Arıcan, 2015). Bu çalışmayı oluşturan hayvanlar klinik ve radyolojik değerlendirme sonucunda değişik tür, ırk, yaş, cinsiyet ve ağırlıkta olan 7 kedi (%70) ve 3 köpek (%30) olmak üzere toplam 10 hayvandan oluşmaktadır. Ali (2013), tarafından küçük hayvanların kırıkları ile ilgili yapılan retrospektif bir çalışmaya göre 650 olgunun 116'sında (%17.8) kırık tespit edilmiştir. Bu olguların %67'si köpek, %24'ü kedi olarak belirtilmiştir. Çalışmada kedi ve köpeklerde tespit edilen kırık etiyolojileri 6 bölümde incelenmiştir; 15 olguda (%12.9) yüksekte düşme, 38 olguda (%32.7) trafik kazası, 26 olguda (%22.4) ev içinde oluşan travma, 19 olguda (%16.3) hayvan ısırmasına maruz kalma, 15 olguda (%12.9) insan tarafından şiddet uygulanması ve 3 olguda (%2.5) bilinmeyen nedenler olduğu bildirilmiştir. Çalışmaya göre kırık oluşan travma sebebi köpeklerde en çok trafik kazaları olarak belirlenirken, kedilerde yüksekte düşme olarak belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, kedilerde görülen ortopedik patolojilerin prevalansı 2347 kedide % 22.62 olarak belirtilmiştir. Ortopedik patolojilerin dağılımı arasında uzun ekstremitelerde görülen patolojiler % 6.94 femur, % 3.06 tibia, %1.91 radius-ulna ve % 1.70 humerus olarak belirtilmiştir (Parlak ve ark., 2020). Sunulan çalışmada ise kedi ve köpeklerde kırık etiyolojisi olarak 5 olguda (%50) trafik kazası, 4 olguda (%40) yüksekte düşme ve 1 olguda (%10) bilinmeyen neden olarak belirlenmiştir ve köpeklerde %66.6 trafik kazası, kedilerde %57.1 yüksekte düşme sonucu kırık olduğu bulunmuştur. Bu durumun verilen literatür bilgileriyle örtüştüğü görülmüştür.

Kedi ve köpeklerde kırık olgularının değerlendirildiği çalışmalarda cinsiyet dağılımına bakıldığında genel olarak erkek sayısının dişi sayısından daha fazla olduğu görülmüştür (Phillips, 1979; Minar, 2013; Vasileva ve Chaprazov, 2022). Ancak cinsiyet dağılımının özellikle köpeklerde erkek, kedilerde dişilerin sayıca fazla olduğu ya da birbirine eşit olduğunu bildirilen çalışmalar da mevcuttur (Bookbinder ve Flanders, 1992; Sağlıyan ve Han, 2016; Farghali ve ark., 2020). Bu çalışmada ise olguların genel cinsiyet dağılımı %50 dişi, %50 erkek olarak kaydedilmiştir. Çalışmamızdaki 7 kedi olgusunda, 4 dişi (%57.1) ve 3 erkek (%42.9) ile 3 köpek olgusunda, 1 dişi (%33.3) ve 2 erkek (%66.7) tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin literatür bilgileriyle uyumlu olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda, kedi ve köpeklerde 1 yaş altında olan genç hayvanlarda daha fazla kırık olduğu bildirilmiştir (Jain ve ark., 2018; Keosengthong ve ark., 2019). Sunulan çalışmada, kedi ve köpeklerin yaş ortalaması 8.3 ay (2.5-18 ay) olarak bulunmuştur ve 0-12 aylık 7 olgu (%70), 12-18 aylık 3 olgu (%30) görülmüştür. Kedilerde yaş ortalaması 10 ay (2-18 ay), köpeklerde yaş ortalaması 4.3 ay (2.5-6 ay) olarak kaydedilmiştir. Çalışma verileri, diğer çalışmalarla uyumlu olarak 1 yaş altındaki genç kedi ve köpeklerden oluşmaktadır. Genç hayvanların erişkinlere göre daha heyecanlı, oyuncu, aktif olması ve kendisi için tehlikeli durumları tam olarak öğrenememesi nedeniyle kırık olgularının bu yaş grubunda daha fazla olduğu düşünülmüştür.

Çalışmadaki kedi ve köpeklerde toplam 3 humerus (%30), 1 radius-ulna (%10), 1 femur (%10) ve 5 tibia-fibula (%50) kırığı kaydedilmiştir. 7 kedinin 3'ünde humerus kırığı (%42.8), 3'ünde tibia-fibula kırığı (%42.8), 1'inde radius -ulna kırığı (%14.2); 3 köpeğin 2'sinde tibia-fibula kırığı (%66.6), 1'inde femur kırığı (%33.3) görülmüştür. Sağlıyan ve Han (2016) tarafından yapılan çalışmada 28 köpekte (%62.22) 10 femur, 8 tibia, 4 humerus ve 6 radius-ulna kırığı gözlenirken; 17 kedide (%37.78) 4 femur, 5 tibia, 4 humerus ve 4 radius-ulna kırığı tespit edilmiştir. Minar ve ark. (2013)'ın köpeklerde görülen kırıklar için yaptığı retrospektif bir çalışmada, %37 arka ekstremitede, %30 ön ekstremitede kırıklarının oluştuğunu bildirmişlerdir. Ön ve arka ekstremitede ise en çok femur kırığı (%25), ve azalan sırayla tibia-fibula kırığı (%19.5), radius-ulna kırığı (%17) ve humerus kırığı (%14) gözlemlenmişlerdir. Kırıkların en çok kemiğin distalinde (%67), ardından orta diyafizer bölgede (%26) ve

en az kemiğin proksimalinde (%7) olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada kedilerde görülen uzun kemik kırıkları %17.4 olarak bulunmuştur. Arka ekstremitte kırıklarının %70.41, ön ekstremitte kırıklarının %29.59 oranlarında görüldüğü bildirilmiştir. Ayrıca ekstremitte kemikleri içinde en çok femur (%52.06) ardından azalarak tibia-fibula (%18.35), radius-ulna (%14.98) ve humerus (14,61) kırıklarının gözlendiği bildirilmiştir (Vasileva ve Chaprazov, 2022). Tez çalışmasında literatür bilgilerinden farklı olarak kedilerde femur kırığına, köpeklerde ise humerus ve radius-ulna kırığına rastlanmamıştır. Oluşan bu farkın travma sonrası kliniğe başvurma durumu ve bölgesel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Trafik kazası gibi şiddetli travmalarda vücudun farklı bölgelerinde birden fazla hasar oluşabilmektedir. Multiple kırıklar ve özellikle hayati önem taşıyan toraks bölgesinde çeşitli travmalar oluşabilmektedir. Trafik kazası sebebiyle karşılaşılan toraks bölgesindeki lezyonlar arasında diyafram fitiği önemli bir yer almaktadır (Kolata, 1980; Griffon ve ark., 1994; Altunatmaz ve ark., 2004; Gibson ve ark., 2005; Beşaltı ve ark., 2011). Tez çalışmasında 2 kedide trafik kazası sonucunda çoklu travma görülmüştür. Olgulardan birinde (olgu 1) tibia-fibula kırığı, pelvis kırığı ve diyafram fitiği görülürken, diğer olguda (olgu 6) humerus ve tibia-fibulada kırık görülmüştür. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlara göre, travma sonucu kliniğe getirilen hayvanlarda sadece ilgili ekstremitte değil detaylı olarak tüm sistemler değerlendirildikten sonra kırık sağaltımı için gerekli planlamaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Kırık sağaltımında amaç, kırığın normal anatomik pozisyonda tespit edilip iyileşmesi sonucunda hastanın normal işlevsel fonksiyonuna kavuşmasını sağlamaktır. Kırık tespiti için seçilecek olan yöntem mekanik, biyolojik ve klinik açıdan yapılan değerlendirmelerin ardından belirlenmektedir (Johnson, 2013; Arıcan, 2020). Kırık fiksasyonu için açık veya kapalı redüksiyon şeklinde uygulanabilen çeşitli internal ve eksternal osteosentez yöntemleri mevcuttur. İnternal osteosentez yöntemleri olarak intramedüller pin, kilitli küntscher çivisi (interlocking pin), ortopedik serklaj telleri, plak ve vida uygulamaları kullanılırken; eksternal osteosentez yöntemi olarak çeşitli konfigürasyonlarda eksternal skeletal fiksatörler kullanılmaktadır. Kırık fiksasyonu için seçilecek olan implant tek başına osteosentez için tercih edilebilirken, birden fazla implantın birbiriyle olan kombinasyonu da osteosentez için tercih edilebilmektedir. Uygulanacak yöntem ve implant seçimi ortopedik değerlendirmenin ardından cerrahın

vereceği karar ile belirlenmektedir (Stiffler, 2004; Johnson, 2013; Johnston ve ark., 2018; Arıcan, 2020). Sunulan çalışmada, 7 kedi ve 3 köpek olmak üzere toplam 10 hayvanda klinik ve radyolojik değerlendirmelerin ardından uzun kemik kırıkları teşhis edilmiştir. Bu hayvanlara ortopedik değerlendirme sonucunda osteosentez yöntemi olarak eksternal fiksasyon yapılması uygun bulunmuştur.

Günümüzde kırık iyileşmesi için seçilecek sağaltım yönteminin belirlenmesi pek çok kritere bağlı olarak değişmektedir. Primer iyileşme sağlayan fakat yöntemin uygulanması kaynaklı oluşturulan travmanın büyüklüğü, açık cerrahi yaklaşım sonrası dokuların ve nörovasküler yapıların hasar alması, yüksek enerjili travmalara bağlı oluşan açık kırıklar gibi geniş yumuşak doku ve kemik doku kaybı bulunması, enfeksiyon varlığında komplikasyon riskinin artması, çok ve küçük parçalı kırıklar ile eklemlerle ilişkili kırıklarda uygulama güçlüğü bulunan internal fiksasyon yöntemlerine karşı minimal invaziv cerrahi girişimi ile biyolojik osteosentez imkanı sağlayan, kapalı veya sınırlı açık cerrahi yaklaşım ile kırık hattındaki vaskülarizasyonun korunması ve çevre yumuşak dokularda oluşturulan travmanın minimal tutulması, çok parçalı veya kemik doku kayıplı kırıklarda sadece fragmanlar arası hizalamanın sağlanması ile kemikte sekonder kırık iyileşmesi gerçekleştiren eksternal fiksasyon yöntemi tercih edilebilmektedir (Johnson, 2013; Jaeger ve Wosar; 2018; Arıcan, 2020). Eksternal skeletal fiksatörler kırık lokalizasyonu ve şekline göre çeşitli konfigürasyonlarda uygulanabilmesi sayesinde biyomekanik açıdan kemiğe etki eden eğilme, makaslama, rotasyon, kompresyon ve gerilme kuvvetlerine karşı direnç sağlayabilmektedir. Çerçeve stabilitesi uygulanan pinin sayısı, çapı, boyu, uygulandığı düzlem sayısı ve deri- bağlantı rodu arasındaki mesafe değiştirilerek arttırılıp azaltılabilmektedir. Ayrıca IM pin ile birlikte tie-in konfigürasyonu olarak uygulandığında özellikle humerus ve femur kırıkları gibi gövdeye bitişik olan proksimal ekstremitelere kullanılacak çerçevenin sınırlı yapısına katkı sağlayarak iyileşme için istenilen stabilizasyonu sağlayabilmektedir. Bu gibi özellikleri nedeniyle kemik iyileşme sürecinde optimal stabilizasyon sağlanabilmekte ve erken ekstremite kullanımı ile birlikte hayvanın konforu arttırılabilmektedir (Aron ve ark., 1991; Corr, 2005; Scott, 2005; Jonhson, 2013). Sunulan çalışmada, literatür verilerinde gösterildiği gibi eksternal fiksatör çerçevelerinin çok düzlemde uygulanabilmesi ve akrilik malzeme ile serbest şekilde destek ünitesi oluşturulabilme özelliğinden faydalanılmıştır. 1 olguda

tip II çerçeve, 3 olguda tip Ia çerçeve, 3 olguda tip Ia + IM pin (tie-in konfigurasyonu) ve 3 olguda akrilik hibrit çerçeve yapısı kullanılmıştır.

Kırık kemik uçlarının dış ortamla ilişkili olma durumu değerlendirildiğinde kapalı ve açık kırık olarak iki gruba ayrılmaktadırlar (Aslanbey, 2002). Açık kırıklar özellikle travma sonrası hayati önem taşımaktadır. Bu tip kırıklarda, yaşamsal fonksiyonlar dengelendikten sonra hızlı bir şekilde kırık müdahalesi yapılmaktadır. Açık kırıklar kırık oluşumundan 6-8 saatlik “altın dönem” sonrası enfekte olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle operasyona kadar geçen süre için yara lavajı ve debridmanı yapılarak, hem gram pozitif hem de gram negatif aktiviteye sahip antibiyotik seçilerek uygulanmalıdır (Tilson, 1995; Popovitch ve Nannos, 2000). Özellikle yoğun yumuşak doku harabiyeti ve kaybı olan vakalarda kırık kemik iyileşmesi için güçlü stabilizasyon sağlayarak hem kemikte hem de yumuşak dokuda iyileşmeye imkan sağlayan eksternal skeletal fiksatörler tedavi seçeneği olarak kullanılmaktadır (Jonson, 2013; Jaeger ve Wosar, 2018). Çalışmamızda 10 olgudan 3’ü açık kırıktır. Açık kırık olguları sadece kedilerde görülmüştür, köpeklerde açık kırığa rastlanmamıştır. Kırıkların ilk oluşum zamanları ile ilgili anamnez alınmadığı için tüm açık kırıklar enfekte kırık olarak değerlendirilmiştir.

İskelet sisteminde görülen kırıkların, kedilerde % 4.4-13.1’i ile köpeklerde % 5-7.7’sini humerus kırıkları oluşturmaktadır (Phillips, 1979; Farghali ve ark., 2020). Humerus kırıklarının oluşum nedenlerinin arasında yüksekten düşme, motorlu araç kazaları, ateşli silah yaralanmaları görülmektedir (Voss ve ark., 2009). Humerus kırıklarının ön ekstremitte kemiği oluşu ve toraks bölgesine yakınlığı sebebiyle özellikle araç kazaları sonrasında toraks bölgesinde eş zamanlı yaralanmalarla karşılaşılabilir (Denny ve Butterworth, 2000; Simpson, 2004). Çalışmamızda humerus kırığı teşhis edilen 3 kediden (%30) biri trafik kazası, ikisi yüksekten düşme sebebiyle getirilmiştir ve 3 olguda da toraks bölgesinde herhangi bir lezyona rastlanmamıştır. Humerus kırıkları anatomik yerleşimine göre proksimal, orta ve distal kırıklar olarak yerleşim göstermektedir. Distal kırıklar suprakondiler ve kondiler kırıklar olarak alt sınıflandırma yapırlar (Bardet ve ark., 1983; Simpson. 2004). Özellikle genç hayvanlarda büyüme plağını içeren suprakondiler kırıklar oluşabilmektedir ve bunlar genellikle SH tip II kırıklar olarak görülmektedirler (Denny, 1998). Çalışmamızdaki humerus kırıkları orta diyafizer (olgu 3), distal

diyafizer (olgu 6) ve suprakondiler kırıktır (olgu 5). Suprakondiler kırık görülen olgu, 3 aylık bir kedidir ve SH tip II kırığı olarak sınıflandırılmıştır.

Humerus kırıklarında kemiğin anatomik yapısı ve tanımlı güvenli pin koridorlarının olmaması sebebiyle osteosentez için eksternal fiksasyon uygulandığında tek taraflı çerçeveler ile özellikle distal kırıklarda tek taraflı çerçevelerin rijit stabilizasyon için yetersiz olabileceği durumlarda hibrit çerçeveler kullanılabilir (Marti ve Miller, 1994a; Corr 2012; Johnson 2013). Kırığın anatomik lokalizasyonuna ve kırığın basit veya kompleks yapıda olmasına göre ESF tek başına veya IM pin ile beraber stabilizasyonu güçlendirmek için Tie-in konfigürasyonu şeklinde kullanılmaktadır (Corr, 2005; Jonhson, 2013). İki kırık olgusunda (olgu 3,6) tip Ia ESF ile IM pin birlikte uygulanmıştır. Ayrıca bir olguda (olgu 6) kırığın çok parçalı olması sebebiyle serklaj teli uygulanmıştır. Bir kırık olgusunda (olgu 5) tip Ia çerçeve kullanılmıştır. Kırık hizalamasının sağlanması, stabilite artışı ve özellikle distal parçalı kırıklarda eksternal çerçeve ile birlikte IM pin kullanımının oldukça yararlı olduğu bildirilmiştir (Aron ve ark., 1991; Langley-Hobbs ve ark., 1997). Önceden yapılmış çalışmalarda da kedilerde diyafizer veya suprakondiler bölge kırıklarında çerçeve konfigürasyonu olarak, tip Ia çerçeveler tek başına veya IM pin ile birlikte kullanılmıştır. Ayrıca çok parçalı kırıklarda yine çerçeve ile birlikte serklaj telleri uygulanmıştır (Langley-Hobbs ve ark., 1997; Longley ve ark., 2018; Öztürk ve Özsoy, 2021). Tie-in konfigürasyonu olan çerçeveler akrilik ESF olarak uygulanmıştır. Sağlam ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmada, kediler ve köpekler için akrilik çerçevelerin rijit bir fiksasyon sağladığı bildirilmiştir. Çalışmamızdaki humerus kırıklarında olgu 6 hariç, diğer iki olguda (olgu 3, 5) operasyondan sonra 0. gün ekstremiteye yük verme ve adaptasyon gözlenmiştir. Ancak olgu 6'nın ekstremiteye yük vermediği görülmüştür. 3 olgunun ortalama fiksator uzaklaştırma süresi 45. gün olmuştur. Periyodik takip ardından 2 olgunun 45. gün sonunda ekstremitayı fonksiyonel kullandığı görülmüştür fakat olgu 6'nın 60. güne uzatılan fiksator uzaklaştırma süresine rağmen iyileşme ve fonksiyonel kullanım görülmediği için fiksator uzaklaştırılarak revizyon operasyonu önerilmiştir. Suprakondiler kırık olgumuzda (olgu 5) hayvanın genç oluşu iyilemenin erken sağlanması ve eklem hareket açıklığının etkilenmemesi için fiksator 30. günde uzaklaştırılmıştır ve hasta sahibine evde pasif hareketler önerilerek eklem hareket

açıklığı kontrol altına alınmıştır. Bu olgunun 45. gün kontrolünde istenilen fonksiyonel iyileşmenin gerçekleştiği gözlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, fiksator uzaklaştırma süreleri 3-12 hafta arasında değişmiştir ve kırık iyileşmesi toplam 13 kediden 2 kedi hariç 11 kedinin tatmin edici iyileşme gösterdiği bildirilmiştir. Diğer 2 kedinin iyileşme sürecinin olumsuz etkilenmesinin kırık dışında eşlik eden komplikasyonlar olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu kedilerden birinde transartiküler şekilde uygulanan fiksatorün açısının uygun ayarlanamaması sebebiyle dirsek ekleminde hiperekstensiyona sebep olduğu, bu yüzden fiksator uygulamasından 1 hafta sonra çerçeveyi revizyon ederek eklem hareket açıklığına müdahale ettiklerini ve kırıkta istedikleri iyileşmeye ulaştıklarını belirtmişlerdir (Langley-Hobbs ve ark., 1997).

Daha önce yapılan çalışmalarla ESF uygulanan vakalarda pin yolu drenajı, pinderi yüzeyi görülen değişiklikler, implanta bağlı gözlenen yetersizlikler, pin kaybı veya kırılması, açılmal deformite, geç kaynama ya da kaynamama gibi komplikasyonlar bildirilmiştir (Harari; 1992; Marcellin-Little ve ark., 2015). Çalışmamızda komplikasyon olarak, seröz pin dibi akıntısı, purulent pin dibi akıntısı, pin diplerinde eritem, hafif açılı kaynama, iyileşmeme görülmüştür. İyileşme görülmeyen olguda (olgu 6) çoklu travma olması, kedinin sokakta yaşayan bir kedi olduğu için prognozun olumsuz ilerlemesine neden olduğu düşünülmüştür. ESF ile ilişkili postoperatif dönem görülen komplikasyonları araştıran bir çalışmada, 10 farklı anatomik bölgede kırık bulunan 140 kedi incelenmiştir. Humerus kırığı bulunan 14 kediden sadece 3'ünde (%21) komplikasyon görüldüğü bildirilmiştir. Tüm çalışmada en yaygın komplikasyon %45 (n=13) yüzeysel pin yolu enfeksiyonudur. Daha sonra ise %41 (n=12) implant yetersizliği ile ilişkili komplikasyonlar gözlenmiştir. Çalışmada kullanılan akrilik ESF kaynaklı hiçbir komplikasyon görülmemiştir. Pin yolu akıntısı görülen vakalarda antibiyoterapi ile bu komplikasyonların önüne geçebildiklerini belirtmişlerdir (Beever ve ark., 2017). Bizim çalışmamızda 3 humerus kırığından 2'si akrilik ESF ile tedavi edilmiştir. Akrilik malzeme kaynaklı herhangi bir olumsuzluk yaşanmamıştır. Sadece bir kedide (olgu 6) 60. günde proksimal pinde pin kaybı görülmüştür ama bu durum kemik iyileşme süreci ve hastanın bu süreçte aşırı hareketli olması ve dönem dönem devam eden pin dibi akıntısından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Pin dibinde akıntı, kızarıklık, şişlik görülen olguların antibiyoterapi,

pin dibi bakımlarının daha özenli ve sık yapılması ile istenilen sonuçlar elde edilmiştir. Pin dibi enfeksiyonları beraberinde pin gevşemesi, çerçeve direncinin kaybına sebep olarak iyileşmeyi olumsuz etkileyen önemli komplikasyonlardandır. Bunu engelleyebilmek için pin dibi bakımının antiseptik solüsyonlarla yapılması ve antibiyotik kullanımı önerilmektedir (Jaeger ve Woser, 2018). Çalışmamızda genel olarak daha önce yapılmış olan araştırmalarla birlikte değerlendirildiğinde humerus kırıkları için ESF fiksator kullanımının uygun olduğu gözlenmiştir. Humerus kemiğinin anatomik olarak proksimal ekstremitede ve gövdeye bitişik yapısından dolayı ESF seçiminde uygulanacak çerçeve konfigürasyonunu sınırlaması olumsuzluk oluştursa bile özellikle serbest yapılı, akrilik malzeme ile oluşturulan çerçeve konfigürasyonlarında bu olumsuzluğun giderilebileceği düşünülmüştür. Ayrıca distal ve parçalı kırıklar için lineer fiksator çerçevesinin tek başına yeterli stabilizasyon sağlayamaması nedeniyle transartiküler şekilde uygulanarak pin sayısı, bağlantı rodu sayısı veya IM pin desteğiyle birlikte uygulanmasının rijit fiksasyon için yeterli olabileceği düşünülmüştür.

Kedi ve köpeklerde yapılan çalışmalara göre, uzun kemik kırıklarında görülen radius-ulna kırıkları insidansı kedilerde % 1,88, % 5,6 ve % 8,4; köpeklerde % 15,78, % 17,3 ve % 18,4 olarak bildirilmiştir (Phillips, 1979; Bennour ve ark., 2014; Farghali ve ark., 2020). Yine sadece kedilerde görülen kırık vakalarının retrospektif çalışmalarında da radius-ulna kırıklarının %3 ve %10,61 oranlarında olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Hill, 1977; Cardoso ve ark., 2016). 141 kedide uzun kemik kırıklarının incelendiği retrospektif bir çalışmada, 19 kedide (% 10,61) radius-ulna kırığı tespit edilmiştir. Bu kırıkların 4'ünün (% 21,05) büyüme plaklarında şekillendiği ve anatomik bölge dağılımına göre en yüksek oranda distal radius-ulna (% 42,1) kırığı görüldüğü bildirilmiştir (Cardoso ve ark., 2016). Yakın zamanda yapılan ve kedilerde travmatik fizeal kırıkları araştıran bir çalışmada, 36 kırık olgusundan 5'inin (% 14) distal radius-ulna kırığı olduğu bildirilmiştir. Yaş dağılımı 3-13 ay olarak kaydedilmiştir. Bu kırıkların SH kırık sınıflandırmasına göre; üçü SH tip I, biri SH tip II ve bir tanesi de SH tip IV tür (Rubinos ve Meeson, 2021). Çalışmamızda 10 olgudan sadece 6 aylık bir kedide (%10) radius-ulna açık kırığına rastlanmıştır ve köpeklerde hiç radius ulna kırığı tespit edilmemiştir. Tespit edilen kırık hem radius hem ulna kemiğinde distal epifizer ayrılma şeklinde, SH tip I kırığı olarak sınıflandırılmıştır. Genç hayvanlarda travmaya bağlı distal radius-ulnada oluşan kırıklarda fizeal

ayrılmaların görülmesi henüz kapanmayan büyüme plakları ile ilişkilendirilmiştir ve literatür verileriyle uyumlu bulunmuştur.

Radius-ulna kırıklarında tedavi seçeneği olarak ESF' ler osteosentez için tercih edilmektedir. Tip Ia, tip Ib, tip II ve tip III çerçeveler kullanılabilir (Scott, 2005; Johnson, 2013). Radius-ulna distal kırıklarında kemiğin distal çapının daralması, vaskülarizasyonun azalması, yumuşak dokunun çok az olması gibi sebepler bu bölgede komplikasyon olarak kaynamama, gecikmiş kaynama veya kötü kaynamaya neden olabilir. Özellikle büyüme plağını içeren kırıklarda uygulanan implant büyüme hücrelerini tahrip etmemeli ve kemikte büyüme plağından uzamanın devam edebilmesi için 2-4 haftalık sürede mutlaka çıkartılmalıdır (Rubinos ve Meeson, 2021). Çalışmamızdaki olguda tip II ESF kullanılmıştır ve 30. günde kırıkta iyileşme kararı verilerek fiksator uzaklaştırılmıştır.

Komplikasyon olarak, implant uygulama sonrası dokularda gelişen şişlik, nekrotik alanların oluşması ve ardından yumuşak doku kaybı şekillenmesi tercih edilmiş olan sağaltım yöntemi açısından bizi olumlu şekilde etkilemiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da belirtildiği gibi bölgenin iyileşme için yetersiz beslenme yapısında olması hem yumuşak dokuda iyileşme hem de kemik dokuda iyileşmeye olanak sağlayan ESF ile mümkündür (Johnson, 2013). Bölgenin granülasyon dokusu oluşana kadar yaş ve ardından kuru pansuman bakımları sayesinde iyileşme sağlanabilmiştir (Johnson, 2013). Daha önce bildirilen çalışmalardaki gibi, bu olgumuzda özellikle açık kırıkların önemli komplikasyonlarından olan osteomyelitis tablosu gözlenmiştir ayrıca pin diplerinde purulent akıntı gözlenmiştir (Harari, 1992; Johnson, 2013). Osteomyelit için uzun dönem antibiyotik kullanımı önerilmiştir.

Uzun kemik kırıklarının kedi ve köpeklerde görülme prevalansını inceleyen birçok çalışmada araştırmacılar; Phillips (1979) %14.8, Libardoni ve ark. (2016) % 23.5, Keosengthong ve ark. (2019) %29.6, Farghali (2020) %38.3 oranlarında köpeklerde travmaya bağlı görülen femur kırıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca uzun kemik kırıkları arasında en çok görülen kırık femur kırığı olmuştur. Çalışmamızda 10 hayvandan bir köpekte (%10) proksimal diyafizer femur kırığı teşhis edilmiştir. Literatür verileriyle oluşan bu farklılığın toplam vaka sayısının çalışmamızda daha az olması ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Köpeklerde femur kırıklarına neden olan

en yaygın travma trafik kazasıdır (Libardoni ve ark., 2016). Çalışmamızdaki olguda da kırık nedeni trafik kazası olarak kaydedilmiştir.

Femur kemiği, humerus kemiğinde olduğu gibi yoğun ve güçlü kas kitlesi ile çevrili ve gövdeye bitişik bir kemiktir. Bu sebeple sağaltımında konservatif tedavilerden daha çok internal veya eksternal osteosentez yöntemleri uygulanmaktadır. Operatif girişimlerde bulunmak için açık veya sınırlı açık yaklaşımda bulunmak gerekmektedir (Beale, 2004; Johnson, 2013). Femur kırıkları için tedavi yöntemi belirlenirken, kemiğin anatomik yapısı gereği ve tanımlanmış güvenli pin uygulama alanlarının sınırlı olması sebebiyle osteosentezde tercih edilecek olan implantlar (pin, plak, vida, eksternal fiksator, serklaj teli vb.) tek veya kombine uygulamalar şeklinde olabilmektedir (Marti ve Miller, 1994b; Johnson, 2013). Sunulan çalışmada, kırık hattı oblik ve proksimal kırık fragmanı oldukça küçük olduğu için stabilizasyonun gücünü arttırmak ve rijit fiksasyon sağlamak amacıyla kırık onarımı için akrilik ESF ve IM pin birlikte tie-in konfigürasyonu olarak uygulanmıştır. Kemiğe etkileyen bükülme kuvvetlerine karşı bağlantı rodlarının sayısının artırılması veya IM pin ile birlikte uygulanması çerçevenin gücünü arttırmaktadır. Ayrıca ESF'lerin transversal, kısa oblik ve hafif parçalı kırık için faydalı bir tedavi yöntemi olduğu bildirilmiştir (Whitehair ve Vasseur, 1992).

Özak ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, akrilik ESF ile sağaltımı yapılan uzun kemik kırıklarında 3 köpekte femur kırığı sağaltımı yapılmıştır. Köpeklerde görülen bu femur kırıklarının ikisi oblik, biri transversal kırıktır. İki kırık diyafizer, bir kırık suprakondiler olarak görülmüştür. Suprakondiler kırıkta transartiküler serbest formülü çerçeve oluştururken, diyafizer iki kırık için unilateral, tip I çerçeve kullanmışlardır. Distal diyafizer kırıkta (3 aylık köpek) pin yolu enfeksiyonu ve geç dönem pin gevşemesi yaşamalarına rağmen 46. gün çerçeveyi uzaklaştırarak iyileşmenin çok iyi olduğunu, orta diyafizer kırıkta (6 aylık köpek) herhangi bir komplikasyon yaşamayarak çerçeveyi 40. günde uzaklaştırdıklarını ve suprakondiler kırık görülen olguda (8 aylık köpek) eşlik eden omurga kırığı sebebiyle ötenazi olduğunu bildirmişlerdir.

Unilateral uygulanan çerçevelerin tek başına stabilizasyon gücü daha azdır ve komplikasyon olarak pin dibi enfeksiyonu sonucu pin gevşemesi görülebilmektedir.

Bu durumu kontrol edebilmek için unilateral fiksatorleri tie-in konfigürasyonu olarak IM pin ile birlikte uygulamak, kemiğe etki eden rotasyon ve makaslama kuvvetlerini engelleyerek daha güçlü stabilizasyon sağlamaktadır (Piermattei ve ark., 2006; Jaeger ve Wosar, 2018). Çalışmamızda komplikasyon olarak postoperatif 10. gün kontrolünde purulent pin dibi akıntısı ve aşırı kallus artışı görülmüştür. Pin dibi akıntısı, antibiyotik kullanımının ve pin dibi bakımının hasta sahibi tarafından daha düzenli yapılmasıyla engellenmiştir. 30. gün kontrolünde taşkın kallus dokusu görülerek fiksator uzaklaştırılmıştır. Taşkın kallus dokusu hayvanın genç ve çok fazla hareketli olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Hayvanda fonksiyonel iyileşme sağlanmıştır. Taşkın kallusun, ağrı ve hassasiyet yaratmadığı gözlemlenerek herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Kırık sağaltımı için kullanılan implantlar farklı olsa da bazı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda, uzun kemik kırıklarında femur kemiğinde iyileşme sürecinde dikkat çeken taşkın kallus komplikasyonu fark edilmiştir. Yapılmış olan bu çalışmalarda da taşkın kallus için herhangi bir müdahalede bulunulmamasına rağmen kırık iyileşmesinin çok iyi ile tatminkar aralığında olması çalışmamızdaki femur kırığında görülen taşkın kallusla benzerliği düşündürücü olmuştur (Fries ve ark., 1988; Şirin ve ark., 2018; Anaç ve ark., 2020).

Yakın zamanda kedi ve köpeklerde tibia-fibula kırıklarının görülme oranını araştıran çalışmalara göre; köpeklerde %57.32 ile %22 ve kedilerde %42.68 ile %18.35 değişen oranlarda bildirilmiştir. Genel olarak köpeklerde kedilerden daha çok tibia-fibula kırığı olduğu belirtilmiştir (Libardoni ve ark., 2016; El-shafey ve ark., 2022; Vasileva ve Chaprazov, 2022). Çalışmamızda ise tibia-fibula kırığı 5 olguda görülmüştür. Bunların 3'ünü (%60) kedi ve 2'sini (%40) köpek oluşturmaktadır. Tüm olgularda hem tibia hem fibula kırığı birlikte görülmüştür. Literatür veriden farklı olarak kedilerin kırıkları köpeklerden daha çok görülmüştür. Kemiğin anatomik lokalizasyonuna göre kırık dağılımı azalan sıra ile %81.71 diyafizer, %17.07 metafizer ve %1.22 epifizer kırık olarak bildirilmiştir (El-shafey ve ark.,2022). Tibia kırıklarında orta ve distal diyafizer kırıklar daha yaygın görülmektedir (Scott, 2005). Çalışmamızda görülen tibia-fibula kırıklarının hepsi diyafizer kırıktır. Bu kırıklardan 2'si orta diyafizer, 3'ü distal diyafizer kırık olarak tespit edilmiştir.

Tibia-fibula kemikleri anatomik yapısı itibariyle minimum yumuşak dokuya sahip olduğu için travma kaynaklı açık kırıkların yüksek oranda görüldüğü kemiktir.

Özellikle distal açık kırıklar, kemiğin distalde hemen deri altında seyretmesi ve çok az yumuşak doku ve deri ile örtülü olmasından kaynaklanmaktadır (Scott, 2005; Sherman ve ark., 2022). Çalışma materyalini oluşturan 10 olgudan 3'ünde açık kırık görülmüştür ve bunlardan 2'sini distal diyafizer tibia-fibula kemiği oluşturarak literatür verileriyle uyumlu bulunmuştur.

Tibia-fibula kemiklerinde kırık sağaltımı için ESF'lerin kullanımı oldukça yaygındır hatta ESF ile sağaltım için en uygun kemik olarak bildirilmiştir. Kemiğe yaklaşımın daha kolay olması ve tanımlı güvenli pin koridorlarının bulunması sebebiyle tüm fiksator çeşitleri uygulanabilmektedir. Genel olarak sınırlı açık yaklaşım veya kapalı yaklaşımla minimal invaziv cerrahi gerçekleştirilebilmektedir (Marti ve Miller, 1994b; Scott, 2005; Johnson, 2013). Tibia-fibula diyafizer transversal ve az parçalı kırıklarında genellikle lineer ESF sağaltım için yeterli stabilizasyonu sağlayabilmektedir. En yaygın tip I çerçeve konfigürasyonları kullanılırken, daha güçlü stabilizasyon gerekli ise tip II veya tip III çerçeveler kullanılabilir (Roush, 1992; Kraus ve Toombs, 2003; Palmer, 2012). Fakat bazı kırıklarda lineer çerçeveler, çerçevenin yapısı veya pin uygulanacak kemik parçalarının çok küçük olması nedeniyle yeterli stabilizasyonu sağlayamayabilir. Bu şekilde özellikle distal tibia-fibula kemiklerinde kısa veya eklem ile ilişkili çok küçük parçalı oluşan kırıklarda lineer ve sirküler çerçevelerin birleşimi ile oluşturulan hibrit ESF kullanılabilir. Hibrit ESF kullanımı ile kırığın büyük parçalı fragmanının sabitlenmesinde lineer sistemin daha güvenli olan pin uygulama prensiplerinden faydalanılırken, sirküler sistemin kırığın küçük parçalı olan fragmanında ince kirschner telleri uygulanarak, küçük fragmanda hem sayıca daha fazla hem de düzlem olarak çok yönlü uygulama avantajı sağlanabilmektedir. (Stallings ve ark., 1998; Farese ve ark., 2002; Johnson, 2013). Bizim çalışmamızda görülen tibia-fibula kırık olgularıyla benzer kırıklarda farklı yaş, cinsiyet ve ağırlıktaki kedi ve köpeklerde osteosentez için lineer veya hibrit ESF kullanıldığını bildiren araştırmalar mevcuttur (Farese ve ark., 2002; Gemmill ve ark., 2004; Witte ve ark., 2014; Kurt ve Sen, 2022). Çalışmamızda da 2 olguda unilateral-uniplanar (tip Ia) ESF ile 3 olguda modifiye akrilik hibrit ESF kullanılmıştır.

Sunulan çalışmada, tibia-fibula kırıklarında komplikasyon olarak iki olguda malunion, bir olguda osteomyelitis ve tüm olgularda minör pin dibi akıntıları

görülmüştür. Tibia-fibula kırıklarında açık kırık riskinin yüksek olması, anatomik olarak zayıf vasküler beslenme ve yumuşak doku içermesi sebebiyle görülen komplikasyonların fazla olması olası karşılanmıştır (Dudley ve ark., 1997; Johnson, 2013).

Kemiğin anatomik pozisyonunda kaynamaması sonucu gelişen malunionlar, ekstremitelerde içe veya dışa rotasyon ile açılanmayla sonuçlanmaktadır. Fakat her açılanma olgusu düzeltme operasyonuna ihtiyaç duymaz. Eğer klinik muayenede hayvan normal uzuv fonksiyonu gösteriyorsa eklemlere anormal bası uygulanmıyorsa bu açılı kaynama kabul edilebilir düzeydedir ve müdahale gerektirmemektedir (Anson, 1991). Yapılan bir çalışmada, 3 aylık yavru bir köpekte deneysel olarak 25-37°'lik valgus angulasyonu oluşturularak dirsek eklemi ile carpal eklemi paralel olmaması sağlanmıştır. Oluşturulan bu angüler deformitenin asimetric fiziksel büyüme ile kendiliğinden düzeltilmesi ölçülerek, elde edilen sonuçlar doğrultusunda orta derecede varus veya valgus deformitesi görülen büyüme dönemindeki köpeklerde kendiliğinden düzeltme görülebileceği ve bu yüzden operasyon için acele edilmemesi gerektiği bildirilmiştir (Fjeld ve Steen, 1986). Çalışmamızdaki malunion görülen iki olguda da kırıkta iyileşmenin iyi olması ve ekstremitenin fonksiyonel kullanıldığı görülmüştür. Bu olgular için klinik kontrollerin ardından literatür verileri ile birlikte değerlendirilerek düzeltme osteotomisine ihtiyaç duyulmamıştır.

Eksternal fiksatorler ile sağaltımda en yaygın komplikasyonlardan olan pin dibi enfeksiyonları osteomyelitis için önemli bir hazırlayıcı neden oluşturmaktadır. Klinik olarak şişlik, fistülleşen purulent akıntı, nadiren ateş ve iştah azalması gibi görülürken, radyolojik olarak periostal reaksiyonlar, osteolitik alanların görülmesi osteomyelitis belirlenmesinde etkilidir (Stead, 1984; Beever ve ark., 2017). Tibia kırıklarının sağaltımında lineer eksternal fiksator kullanılan bir çalışmada 75 olgudan 1'inde pin dibi enfeksiyonuna bağlı olarak gelişen osteomyelitis bildirilmiştir ve olgunun trafik kazası sonucu oluşan açık kırık olduğu belirtilmiştir (Sherman ve ark., 2022). Çalışmamızda 5 tibia-fibula kırığının 1'inde osteomyelitis gözlenmiştir ve bu olgu trafik kazası sonucu oluşan açık kırıktır. Literatür verileri ile birlikte değerlendirilerek tibia-fibulanın anatomik yapısı, açık kırık görülme sıklığının fazla olması bu kemikte enfeksiyon gelişim riskini arttırarak osteomyelitis oluşumu için hazırlayıcı sebep olarak düşünülmüştür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde kedi ve köpek gibi evcil hayvanların insanlarla birlikte ortak yaşam alanlarının artışı ile hayvanların hastalık durumlarında tedavi olmaları gerektiği ve bu tedavinin hastalık teşhisine göre yapılabilecek en iyi tedavi seçeneği olması gerektiği bilinci artmıştır. Ortopedi ve travmatoloji için kas-iskelet sistemi hastalıkları arasında oldukça önemli bir bölümü kemik kırıkları oluşturmaktadır. Kırıklar trafik kazaları, yüksekte düşme, ateşli silah yaralanmaları, insan eliyle oluşturulan travmaya maruz kalma gibi birçok nedenle olabilmektedir. Özellikle kedi ve köpeklerde uzun ekstremite kemiklerinde olan kırıklarda hayvanın yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi, mümkün olan en kısa sürede eski fonksiyonel kullanımının sağlanması, ağrı ve acısının dindirilmesi gibi nedenler ile sağaltım seçenekleri sürekli geliştirilebilir bir yapıdadır.

Kırık sağaltımında operatif yöntemlerden olan eksternal skeletal fiksatörler, uzun yıllardır önce beşeri hekimlikte daha sonra veteriner hekimlikte osteosentez yöntemi olarak tercih edilmektedir. Çok yönlü çerçeve konfigürasyonları sayesinde kemiğin anatomik yapısına göre uygulanabilirlik, özellikle travma boyutuna bağlı olarak açık, enfekte olmuş kırıklar ile yumuşak doku kaybı bulunan kırıklarda hem kemik dokuda hem de yumuşak dokuda eş zamanlı iyileşme, günümüzde gelişen minimal invaziv cerrahi yöntemlerinden olarak iyileşme süreci için olumlu bir biyolojik osteosentez imkanı, iyileşme sürecinde erken ekstremite kullanımı, daha basit yapıda çerçeve konfigürasyonları oluşturulabilmesiyle ekonomik bir implant ve tedavi seçeneği olması gibi pek çok avantajı sayesinde kedi ve köpeklerde osteosentez yöntemi olarak kullanımının uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca özellikle kedilerde ve küçük köpeklerde akrilik çerçeve konfigürasyonlarının hayvanlar için hafif fakat yeterli rijit stabilizasyon sağladığı, akrilik malzeme ile istenilen serbest formda çerçeve oluşturabilmenin küçük parçalı kırıkların tedavisinde oldukça avantajlı olduğu düşünülmektedir.

Sunulan bu tez çalışması ile yapılan tüm değerlendirmeler sonucunda verilebilecek öneriler şu şekilde özetlenebilir:

ESF uygulayacak cerrahın çok iyi bir anatomi bilgisine sahip olması ve uygulama tecrübesinin fazla olması gerekmektedir.

Operasyondan önce mutlaka iyi bir ortopedik muayene ve radyolojik değerlendirme yapılarak uygulanacak fiksator tipi belirlenip operasyona ekipman hazırlığı tam olacak şekilde başlanmalıdır.

Ekstremitte kırıkları genellikle travma kaynaklı olduğu için operasyon öncesi tüm sistemler değerlendirilip, hayati önem taşıyan sekonder travma mevcut ise stabil hale getirildikten sonra operasyon planlaması yapılmalıdır.

Pin uygulama sırasında ve ısı ile aktive olan akrilik malzeme kullanılıp çerçeve oluşturulduğunda çıkan ısı sonucu kemikte dokuda oluşabilecek termal nekrozdan kaçınmak için mutlaka düşük devirli (50-150 rpm) ortopedik matkap kullanılmalı ve uygulama alanı steril izotonik serumlarla soğutulmalıdır.

ESF uygulanacak hayvanın mizacı çok iyi analiz edilerek agresif, hırçın tavırlar sergileyen hayvanlarda bu yöntemin tercihi konusunda dikkatli olunmalıdır.

Bu yöntemin postoperatif dönem için rutin pin dibi bakımları, reçete edilen antibiyotiklerin düzenli kullanımı ve fiksator çerçevesinin dış etmenlerden korunması gibi özel ihtiyaçlar gerektirebileceği hayvanın bakımını yapacak kişiye mutlaka detaylıca anlatılmalıdır.

Uygulanan pinler veya çerçeve konfigürasyonu ile ilgili bir problem yaşandığında, erken müdahale ile operasyon sonrası çerçevede gerekli revizyonlar yapılabilmesi için kontrol muayeneleri aksatılmadan yapılmalıdır.

Kırık iyileşmesi, klinik ve radyografik muayene bulguları birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır. Özellikle radyolojik bulguların yanıltıcı sonuçlar oluşturmaması için en az 2 farklı yönlü görüntü alınarak değerlendirme yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abo-Soliman, A. A. M., Ahmed, A. E. and Farghali, H. A. M. A. (2020). Incidence of appendicular bone fracture in dogs and cats: retrospective study at veterinary hospital of cairo university and some private clinics in egypt. *World*, 10(4), 638-652. <https://dx.doi.org/10.54203/scil.2020.wv77>
- Ali, L. B. (2013). Incidence, occurrence, classification and outcome of small animal fractures: a retrospective study (2005-2010). *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 7(3), 191-196. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1082359>
- Altunatmaz, K. (2004). Kırık iyileşmesinin biyolojisi ve biyolojik osteosentez. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(1), 141-147.
- Altunatmaz, K., Aksoy, Ö. ve Özsoy, S. (2004). Kedi ve köpeklerde ossa coxae kırıkları ve bunlarla eş zamanlı şekillenen ortopedik lezyonların radyografik olarak değerlendirilmesi (1992-2002): 621 olgu. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(1), 1-9.
- Anaç, K. S., Kaya, Ü. ve Şen, İ. (2020). Köpeklerde femur ve tibia kırıklarının sağaltımında kilitli intramedullar pin yönteminin klinik ve radyolojik değerlendirilmesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 91(1), 36-43. <https://doi.org/10.33188/vetheder.598043>
- Anson, L. W. (1991). Malunions. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 21(4), 761-780. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(91\)50083-8](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(91)50083-8)
- Arıcan, M. (2020). *Kedi ve Köpek Ortopedi ve Travmatoloji*. Anka Promosyon Matbaa.
- Aron, D. N., Foutz, T. L., Keller, W. G. and Brown, J. (1991). Experimental and clinical experience with an IM pin external skeletal fixator tie-in configuration. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 4(03), 86-94. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1633259>
- Aslanbey, D. (2002). *Kırıkların Sağaltım Yöntemleri*. Medipres.
- Bahadır, A. ve Yıldız, H. (2010). *Veteriner Anatomi Hareket Sistemi ve İç Organlar* (3. Baskı). Ezgi Kitabevi.
- Bardet, J. F., Hohn, R. B., Rudy, R. L. and Olmstead, M. L. (1983). Fractures of the humerus in dogs and cats a retrospective study of 130 cases. *Veterinary Surgery*, 12(2), 73-77. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1983.tb00710.x>
- Beale, B. (2004). Orthopedic clinical techniques femur fracture repair. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 19(3), 134-150. <https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2004.09.006>
- Beever, L., Giles, K. and Meeson, R. (2017). Postoperative complications associated with external skeletal fixators in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 19(7), 727-736. <https://doi.org/10.1177/1098612x17699466>
- Bennour, E. M., Abushhiwa, M. A., Ali, L. B., Sawesi, O. K., Marzok, M. A., Abuargob, O. M. and El-Khodery, S. A. (2014). A retrospective study on appendicular fractures in dogs and cats in Tripoli-Libya. *Journal of Veterinary Advances*, 4(3), 425-431.
- Beşaltı, O., Pekcan, Z., Çalışkan, M. and Aykut, Z. G. (2011). A retrospective study on traumatic diaphragmatic hernias in cats. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 58(3), 175-179. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002470

- Bilgili, H., Kürüm, B., Özdemir, Ö., Uluşan, S., Jaafar, S. ve Nasiboğlu, Ö. (2017). Sirküler eksternal fiksator ile kırık sağaltımı. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Surgery-Special Topics*, 3(2), 58-62.
- Bisaccia, M., Vicente, C. I., Meccariello, L., Rinonapoli, G., Falzarano, G., Colleluori, G. and Caraffa, A. (2016). The history of external fixation, a revolution idea for the treatment of limb's traumatized and deformities: from hippocrates to today. *Canadian Open Orthopaedics and Traumatology Journal*, 3(4), 1-9.
- Bjorling, D. E. and Toombs, J. P. (1982). Transarticular application of the Kirschner-Ehmer splint. *Veterinary Surgery*, 11(1), 34-38. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1982.tb00664.x>
- Bronson, D. G., Ross, J. D., Toombs, J. P. and Welch, R. D. (2003). Influence of the connecting rod on the biomechanical properties of five external skeletal fixation configurations. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 16(02), 82-87. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632764>
- Bülbül, H. F. (2018). Tibia kırıklarının eksternal fiksator ile tespitinin malzeme ve geometri unsurları yönünden değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4), 1410-1419. <https://doi.org/10.29130/dubited.344662>
- Canapp, S. O. (2004). External fracture fixation. *Clinical techniques in small animal practice*, 19(3), 114-119. <https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2004.09.003>
- Cardoso, C. B., Rahal, S. C., Agostinho, F. S., Mamprim, M. J., Santos, R. R., Ednaldo Filho, S. and Monteiro, F. O. (2016). Long bone fractures in cats: a retrospective study. *Veterinária e Zootecnia*, 23(3), 504-509.
- Civan M. (2018). Parts of ilizarov-type external fixator. In M. Çakmak, C. Şen, L. Eralp, H. I. Balcı and M. Civan (Eds.), *Basic Techniques for Extremity Reconstruction* (pp. 27-35). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45675-1>
- Clary, E. M. and Roe, S. C. (1995). Enhancing external skeletal fixation pin performance: consideration of the pin-bone interface. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 8(01), 6-13. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1631875>
- Corr, S. (2005). Practical guide to linear external skeletal fixation in small animals. *In Practice*, 27(2), 76-85. <https://doi.org/10.1136/inpract.27.2.76>
- Corr, S. (2012). Complex and open fractures: a straightforward approach to management in the cat. *Journal of feline medicine and surgery*, 14(1), 55-64. <https://doi.org/10.1177/1098612X11432827>
- Çakmak, M. (1995, Şubat, 13). Ekstremitte uzatma teknikleri. A. Arıtamur. (Oturum başkanı), *Eksternal Fiksatorler* içinde [Panel]. 13. Akif Şakir Şakar Ortopedi ve Travmatoloji Günleri, İstanbul, Türkiye.
- Dahl, M. T., Gulli, B. and Berg, T. (1994). Complications of limb lengthening. A learning curve. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, (301), 10-18. <https://doi.org/10.1097/00003086-199404000-00003>
- Denny H. R. (1998). The humerus. In A. R. Coughlan and A. Miller (Eds.), *Manuel of Small Animal Fracture Repair and Management* (pp. 171-178). British Small Animal Veterinary Association.
- Denny, H. R. and Butterworth, S. J. (2000). Options in fracture management. In H. R. Denny and S. J. Butterworth (Eds.), *A Guide to Canine and Feline Orthopaedic Surgery* (4th ed., pp. 87-132). Blackwell Science.
- Done, S. H., Goodu, P. C., Evans, S. A. and Stickland, N. C. (2009). *Color Atlas of Veterinary Anatomy, Volume 3, The Dog and Cat* (2nd ed.). Elsevier Health Sciences.

Dudley, M., Johnson, A. L., Olmstead, M., Smith, C. W., Schaeffer, D. J. and Abbuehl, U. (1997). Open reduction and bone plate stabilization, compared with closed reduction and external fixation, for treatment of comminuted tibial fractures: 47 cases (1980-1995) in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 211(8), 1008-1012.

Dursun, N. (2008). *Veteriner Anatomi I* (12. Baskı). Medisan Yayınevi.

Einhorn, T. A. (1998). The cell and molecular biology of fracture healing. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 355, S7-S21. <https://doi.org/10.1097/00003086-199810001-00003>

El-shafey, S., El-Mezyen, A. E. M., Behery, A. and Abd El Raouf, M. (2022). Tibial and Fibular Fractures in Dogs and Cats: Retrospective Study. *Zagazig Veterinary Journal*, 50(1), 52-61. <https://dx.doi.org/10.21608/zvjz.2022.111997.1168>

Evans, H. E. and De Lahunta, A. (Eds.). (2013). *Miller's Anatomy of the Dog*. (4th ed.). Elsevier.

Farese, J. P., Lewis, D. D., Cross, A. R., Collins, K. E., Anderson, G. M. and Halling, K. B. (2002). Use of IMEX SK-circular external fixator hybrid constructs for fracture stabilization in dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 38(3), 279-289. <https://doi.org/10.5326/0380279>

Fjeld, T. O. and Steen, H. (1986). Correction of angular deformity by asymmetric physal growth and bone remodelling: an experimental study in the canine radius. *Veterinary radiology*, 27(2), 58-64. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1986.tb00004.x>

Fragomen, A. T. and Rozbruch, S. R. (2007). The mechanics of external fixation. *HSS Journal*®, 3(1), 13-29. <https://doi.org/10.1007/s11420-006-9025-0>

Fries, C. L., Binnington, A. G. and Cockshutt, J. R. (1988). Quadriceps contracture in four cats: a complication of internal fixation of femoral fractures. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 1(02), 91-96. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1633171>

Gasser, B., Boman, B., Wyder, D. and Schneider, E. (1990). Stiffness characteristics of the circular Ilizarov device as opposed to conventional external fixators. *Journal of Biomechanical Engineering*, 112(1), 15-21. <https://doi.org/10.1115/1.2891120>

Gemmill, T. J., Cave, T. A., Clements, D. N., Clarke, S. P., Bennett, D. and Carmichael, S. (2004). Treatment of canine and feline diaphyseal radial and tibial fractures with low-stiffness external skeletal fixation. *Journal of small animal practice*, 45(2), 85-91. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2004.tb00208.x>

Gibson, T. W., Brisson, B. A. and Sears, W. (2005). Perioperative survival rates after surgery for diaphragmatic hernia in dogs and cats: 92 cases (1990–2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(1), 105-109. <https://doi.org/10.2460/javma.2005.227.105>

Gilley, R. S., Beason, D. P., Snyder, D. M., Boston, R. C., Radin, A., Kapatkin, A. S. and Soslowsky, L. J. (2009). External fixator clamp reuse degrades clamp mechanical performance. *Veterinary Surgery*, 38(4), 530-536. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2009.00521.x>

Görgül, O. S. ve Topal, A. (2007). *Küçük Hayvan Pratiğinde Cerrahi Acil ve Kritik Olgu Hekimliği*, (s. 39-40) içinde. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları.

Griffon, D. J., Walter, P. and Wallace, L. J. (1994). Thoracic injuries in cats with traumatic fractures. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 7(03),98-100. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1633128>

- Harari, J. (1992). Complications of external skeletal fixation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 22(1), 99-107. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(92\)50006-7](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(92)50006-7)
- Hernigou, P. (2017). History of external fixation for treatment of fractures. *International Orthopaedics*, 41(4), 845-853. <https://doi.org/10.1007/s00264-016-3324-y>
- Hill, F. W. G. (1977). A survey of bone fractures in the cat. *Journal of Small Animal Practice*, 18(7), 457-463. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1977.tb05912.x>
- Ilizarov, G. A. (1992). The Apparatus: components and biomechanical principles of application. In G. A. Stuart (Ed.), *Transosseous Osteosynthesis: Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue* (pp. 63-136). Springer-Verlag.
- Jaeger, G. H. and Wosar, M. A. (2018). External skeletal fixation. In S. A. Johnston, and K. M. Tobias (Eds.). *Veterinary Surgery Small Animal* (2nd ed., pp. 1704-1766). Elsevier.
- Jain, R., Shukla, B. P., Nema, S., Shukla, S., Chabra, D. and Karmore, S. K. (2018). Incidence of fracture in dog: a retrospective study. *Veterinary Practitioner*, 19(1), 63-65.
- Johnson, A. L. (2013). Fundamentals of orthopedic surgery and fracture management. In T. W. Fossum, C. W. Dewey, C. V. Horn, A. L. Johnson, C. M. Macphail, M. G. Radlinsky, K. S. Schulz and M. D. Willard (Eds), *Small Animal Surgery* (4th Ed., pp. 1033-1093). Elsevier.
- Johnston, S. A., Von Pfeil, D. J. F., Dejardin, L. M., Roe, S. C. and Weh, J. M. (2018). Internal fracture fixation. In S. A. Johnston, and K. M. Tobias (Eds.), *Veterinary Surgery Small Animal* (2nd ed., pp. 1625-1703). Elsevier.
- Keosengthong, A., Kampa, N., Jitpean, S., Seesupa, S., Kunkitti, P. and Hoisang, S. (2019). Incidence and classification of bone fracture in dogs and cats: a retrospective study at veterinary teaching hospital, Khon Kaen University, Thailand (2013-2016). *Veterinary Integrative Sciences*, 17(2), 127-139.
- Khalily, C., Voor, M. J. and Seligson, D. (1998). Fracture site motion with Ilizarov and "hybrid" external fixation. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 12(1), 21-26. <https://doi.org/10.1097/00005131-199801000-00004>
- Kılıçoğlu, S. S. (2002). Mikroskopi düzeyinde kırık iyileşmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 55(2). https://doi.org/10.1501/Tipfak_0000000021
- Kirkby, K. A., Lewis, D. D., Lafuente, M. P., Radasch, R. M., Fitzpatrick, N., Farese, J. P. and Hernandez, J. A. (2008). Management of humeral and femoral fractures in dogs and cats with linear-circular hybrid external skeletal fixators. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 44(4), 180-197. <https://doi.org/10.5326/0440180>
- Kolata, R. J. (1980). Trauma in dogs and cats: an overview. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 10(3), 515-522. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(80\)50051-3](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(80)50051-3)
- Kraus K. H., Toombs J. P. and Ness M. G. (Eds.). (2003). *External Fixation in Small Animal Practice*. Blackwell Science.
- Kraus, K. H. and Wotton, H. M. (1999). Effect of clamp type on type II external fixator stiffness. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 12(04), 178-182. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632487>
- Kumar, A., Qureshi, B. and Sangwan, V. (2020). Biological osteosynthesis in veterinary practice: A Review. *International Journal of Livestock Research*, 10(10), 10-17. <http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20200718062546>

- Kurt, B. K. and Sen, Z. B. (2022). Treatment of orthopedic problems with epoxy-pin external fixator in cats and dogs. *International Journal of Veterinary and Animal Research (IJVAR)*, 5(2), 60-65. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7020344>
- Lane, J. M. and Sandhu, H. S. (1987). Current approaches to experimental bone grafting. *Orthopedic Clinics of North America*, 18(2), 213-225.
- Langley-Hobbs, S. J., Carmichael, S. and McCartney, W. T. (1997). External skeletal fixation for stabilisation of comminuted humeral fractures in cats. *Journal of small animal practice*, 38(7), 280-285. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1997.tb03465.x>
- Langley-Hobbs, S. J. and Straw, M. (2005). The feline humerus. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 18(01), 01-06. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632922>
- Lewis, D. D., Bronson, D. G., Samchukov, M. L., Welch, R. D. and Stallings, J. T. (1998). Biomechanics of circular external skeletal fixation. *Veterinary surgery*, 27(5), 454-464. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1998.tb00156.x>
- Lewis, D. D., Radasch, R. M., Beale, B. S., Stallings, J. T., Lanz, O. I., Welch, R. D. and Samchukov, L. (1999). Initial clinical experience with the IMEX™ circular external skeletal fixation system. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 12(03), 108-117. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632475>
- Libardoni, R. D. N., Serafini, G. M. C., Oliveira, C. D., Schimites, P. I., Chaves, R. O., Feranti, J. P. S. and Soares, A. V. (2016). Appendicular fractures of traumatic etiology in dogs: 955 cases (2004-2013). *Ciência Rural*, 46, 542-546. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150219>
- Longley, M., Chase, D., Calvo, I., Hall, J., Langley-Hobbs, S. J. and Farrell, M. (2018). A comparison of fixation methods for supracondylar and distal humeral shaft fractures of the dog and cat. *The Canadian Veterinary Journal*, 59(12), 1299.
- Marcellin-Little, D. J. (1999). Fracture treatment with circular external fixation. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 29(5), 1153-1170. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(99\)50107-1](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(99)50107-1)
- Marsell, R. and Einhorn, T. A. (2011). The biology of fracture healing. *Injury*, 42(6), 551-555. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.03.031>
- Marti, J. M. and Miller, A. (1994a). Delimitation of safe corridors for the insertion of external fixator pins in the dog 2: Forelimb. *Journal of Small Animal Practice*, 35(2), 78-85. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1994.tb02540.x>
- Marti, J. M., and Miller, A. (1994b). Delimitation of safe corridors for the insertion of external fixator pins in the dog 1: Hindlimb. *Journal of Small Animal Practice*, 35(1), 16-23. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1994.tb03576.x>
- McDonald-Lynch, M. B., Marcellin-Little, D. J., Roe, S. C., Lascelles, B. D. X., Trumpatori, B. J. and Griffith, E. H. (2015). Assessment of an implant-skin interface scoring system for external skeletal fixation of dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 76(11), 931-938. <https://doi.org/10.2460/ajvr.76.11.931>
- Minar, M., Hwang, Y., Park, M., Kim, S., Oh, C., Choi, S. and Kim, G. (2013). Retrospective study on fractures in dogs. *Journal of Biomedical Research*, 14(3), 140-144. <https://doi.org/10.12729/jbr.2013.14.3.140>

- Moreno, M. R., Zambrano, S., Dejardin, L. M. and Saunders, W. B. (2018). Bone biomechanics and fracture biology. In S. A. Jonhston, and K. M. Tobias (Eds.), *Veterinary Surgery Small Animal* (2nd ed., pp. 1546-1612). Elsevier.
- Olçay, B. ve Bilgili H. (1996). Sirküler external fiksator (Ilizarov apareyi) ile köpeklerde tibia kırıklarının sağaltımları üzerine deneysel çalışmalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 42-53.
- Ozak, A., Yardımcı, C., Nisbet, H. O. and Sirin, Y. S. (2009). Treatment of Long Bone Fractures with Acrylic External Fixation in Dogs and Cats: Retrospective Study in 30 Cases (2006-2008). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(4). <https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.112>
- Öztürk, Y. and Özsoy, S. (2021). Treatment of fractures and other orthopedic problems in cats and dogs using versatile external fixator. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 58, e182908-e182908. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2021.182908>
- Palmer, R. H., Hulse, D. A., Hyman, W. A. and Palmer, D. R. (1992). Principles of bone healing and biomechanics of external skeletal fixation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 22(1), 45-68. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(92\)50004-3](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(92)50004-3)
- Palmer, R. H. (1999). Biological osteosynthesis. *Veterinary clinics: small animal practice*, 29(5), 1171-1185. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(99\)50108-3](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(99)50108-3)
- Palmer, R. H. (2012). External fixators and minimally invasive osteosynthesis in small animal veterinary medicine. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 42(5), 913-934. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2012.06.001>
- Parlak, K. ve Arıcan, M. (2015). Kedi ve köpeklerde travma hastalarında acil yaklaşım. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Surg-Special Topics*, 1(3), 82-87.
- Parlak, K., Yalçın, M., Akyol, E. T. ve Arıcan, M. (2020). Kedilerdeki abdominal ve ortopedik hastalıkların prevalansı. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1),28-31. <https://doi.org/10.32707/ercivet.690609>
- Paul, G. W. (2003). The history of external fixation. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 20(1), 1-8. [https://doi.org/10.1016/S0891-8422\(02\)00050-2](https://doi.org/10.1016/S0891-8422(02)00050-2)
- Phillips, I. R. (1979). A survey of bone fractures in the dog and cat. *Journal of Small Animal Practice*, 20(11), 661-674. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1979.tb06679.x>
- Piermattei, D. L., Flo, G. L. and DeCamp, C. E. (Eds). (2006). *Brinker, Piermattei, and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair* (4th ed.). Saunders Elsevier.
- Polio, F. E., Hyman, W. A. and Hulse, D. A. (1993). The role of the external bar in a 6-pin type 1 external skeletal fixation device. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 6(02), 75-79. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1633023>
- Pontarelli, W. R. (1982). External fixation of tibial fractures. *The Iowa Orthopaedic Journal*, 2, 80.
- Popovitch, C. A. and Nannos, A. J. (2000). Emergency management of open fractures and luxations. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 30(3), 645-655. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(00\)50043-6](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(00)50043-6)
- Roe, S. C. and Keo T. (1997). Epoxy putty for free-form external skeletal fixators. *Veterinary Surgery*, 26(6), 472-477. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1997.tb00519.x>

- Roush, J. K. (1992). Fractures of the tibia. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 22(1), 161-170. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(92\)50011-0](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(92)50011-0)
- Rubinos, C. and Meeson, R. L. (2022). Traumatic physal fractures in cats: a review of 36 cases (2010–2020). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(2), 98-106. <https://doi.org/10.1177/1098612X211005886>
- Sağlam, M., Çağatay, S. and Khoushnahad, S. (2016). A modification of tie-in external fixation technique via acrylic in small animals. *Science & Technologies*, 6, 1-8.
- Sağlıyan, A. ve Han, M. C. (2016). Kedi ve Köpeklerde Uzun Kemik Kırıklarının Sağaltımında Akrilik Eksternal Fiksasyon ve İntramedullar Pin Uygulama. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 30(1), 45-54.
- Salter, R. B. and Harris, W. R. (1963). Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg Am*, 45(3), 587-622.
- Sarpel, Y., Gülşen, M., Toğrul, E., Çapa, M. ve Gülmez T. (1997). Ilizarov Fiksatorünün Mekanik Performansının Farklı Frame Konfigurasyonlarında Karşılaştırılması (Deneysel Çalışma). *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, (31), 343-347.
- Schwarz, G. (2005). Fractures of the tibia and fibula. In A.L. Johnson, J. E. F. Houlton and R. Vannini (Eds.), *AO principles of fracture management in the dog and cat* (pp. 310-339). AO Publishing.
- Scott, H. (2005). Repair of long bone fractures in cats. *In Practice*, 27(8), 390-397. <https://doi.org/10.1136/inpract.27.8.390>
- Scott, H. W. and McLaughlin, R. (2007). *Feline orthopedics* (1st ed.). Manson Publishing Ltd.
- Sherman, A. H., Kraus, K. H., Watt, D., Yuan, L. and Mochel, J. P. (2022). Linear external skeletal fixation applied in minimally invasive fashion for stabilization of nonarticular tibial fractures in dogs and cats. *Veterinary Surgery*. <https://doi.org/10.1111/vsu.13911>
- Simpson, A. M. (2004). Fractures of the humerus. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 19(3), 120-127. <https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2004.09.004>
- Sisk, T. D. (1983). External fixation. Historic review, advantages, disadvantages, complications, and indications. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (180), 15-22.
- Stallings, J. T., Lewis, D. D., Welch, R. D., Samchukov, M. and Marcellin-Little D. J. (1998). An introduction to distraction osteogenesis and the principles of the Ilizarov method. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 11(02), 59-67. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632612>
- Stead, A. C. (1984). Osteomyelitis in the dog and cat. *Journal of Small Animal Practice*, 25(1), 1-13. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1984.tb00474.x>
- Stiffler, K. S. (2004). Internal fracture fixation. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 19(3), 105-113. <https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2004.09.002>
- Şirin, Ö. Ş., Şirin, Y. S. and Yiğitarıslan, K. (2018). UniLOCK implants for stabilization of long bone fractures: Experiences in ten clinical cases. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 65(2), 179-185. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002844
- Tanrıku, S. ve Gönen, E. (2017). Kırık iyileşmesi. *TOTBİD Dergisi*, 16, 455-475. <https://doi.org/10.14292/totbid.dergisi.2017.62>

- Tillson, D. M. (1995). Open fracture management. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 25(5), 1093-1110. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(95\)50106-8](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(95)50106-8)
- Turner, T. M. (2005). Fractures of the humerus. In A. L. Johnson, J. E. F. Houlton, R. Vannini (Eds), *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat* (pp. 201-229). AO Publishing.
- Vasileva, R. and Chaprazov, T. (2022). Long bone fractures in cats: a five – year retrospective study (2016-2020). *Trakia Journal of Sciences*, 20(1), 45. <https://doi.org/10.15547/tjs.2022.01.006>
- Vidal J. (1983). External fixation. Yesterday, today, and tomorrow. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (180), 7-14.
- Voss, K., Langley-Hobbs, S. J. and Montavon, P. M. (2009). Humerus. In P. M. Montavon, K. Voss and S. J. Langley-Hobbs (Eds.), *Feline orthopedic surgery and musculoskeletal disease* (pp. 343-358). Elsevier.
- White, D. T., Bronson, D. G. and Welch, R. D. (2003). A mechanical comparison of veterinary linear external fixation systems. *Veterinary Surgery*, 32(6), 507-514. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2003.00507.x>
- Whitehair, J. G. and Vasseur, P. B. (1992). Fractures of the femur. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 22(1), 149-159. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(92\)50010-9](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(92)50010-9)
- Witte, P. G., Bush, M. A. and Scott, H. W. (2014). Management of feline distal tibial fractures using a hybrid external skeletal fixator. *Journal of Small animal practice*, 55(11), 571-578. <https://doi.org/10.1111/jsap.12277>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Deniz Nazlı KURNAZ KARAKAŞ
Eğitim	
Lise	Rami Atatürk Anadolu Lisesi (2012)
Lisans	Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi (2012-2017)
Yüksek Lisans	Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner (Cerrahi) Anabilim Dalı (2019-2022)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce	Orta derecede
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Kuruluş Adı	İstanbul Veteriner Hekimler Odası

EKLER

EK-1 Etik Kurulu Onay Formu



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU
Çağış Yerleşkesi, (Bigadiç yolu üzeri 17. km) 10145, BALIKESİR-TÜRKİYE
ARAŞTIRMA BAŞVURUSU DEĞERLENDİRME FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN ADI	"Kedi ve Köpeklerde Uzun Kemik Kırıklarının Eksternal Skeletal Fiksator ile Sağaltımı"
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ KURUMU	Dr. Öğr. Üyesi Muharrem EROL BAÜN Veteriner Fakültesi Cerrahi A.D
	YARDIMCI ARAŞTIRICILAR	Yük. Lis. Öğr. Deniz Nazlı KURNAZ
	ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	Yüksek Lisans
	ARAŞTIRMANIN SÜRESİ	01/10/2020 – 15/05/2021
	KULLANILACAK HAYVAN TÜRÜ VE SAYISI	KEDİ/KÖPEK - 10

DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER	Belge Adı	Tarihi
	HADYEK BAŞVURU FORMU	18/09/2020

KARAR BİLGİLERİ	Karar No : 2020/6-4	Tarih : 24.09.2020
	Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma projesi gerekçe, amaç ve yöntemler dikkate alınarak görüşüldü ve ilgili belgeler incelendi. Görüşme Sonunda; proje dosyasının Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul Ve Esaslarına Dair Yönetmeliğin 8.Maddesi, 8. Fıkrası'nın (k) bendi kapsamında HADYEK iznine tabi olmadığına oy birliği ile karar verildi.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ				
ÜYELER				
Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeligi	Uzmanlık Dalı	Kurumu	İlişki (*)	İmza
Dr. Öğr. Üyesi Elif AKSOZ Başkan	Tıbbi-Farmakoloji	Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Gülten ERKEN Başkan Yardımcısı	Tıbbi- Fizyoloji	Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Ziya İLHAN Üye	Veteriner - Mikrobiyoloji	Veteriner Fakültesi	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Doç. Dr. Hatice YILDIRIM Üye	Moleküler Biyoloji ve Genetik	Fen Edebiyat Fakültesi	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Dr. Öğr. Üyesi Fatih UĞUN Üye	Tıp-Anesteziyoloji ve Reanimasyon	Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Dr. Öğr. Üyesi Muharrem EROL Üye	Veteriner Cerrahi	Veteriner Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	
Hacer ERDEN Üye	Sivil Toplum Kuruluş Üyesi	Ev Hanımı	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Mehmet UÇAR Üye	Sivil Üye	Emekli	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Vet. Hek. Mustafa H. YARANOĞLU Üye	Veteriner Hekim	BAUNDEHAM	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	

(*) Başvurulan Projelerde Proje Sahibi veya Yardımcı Araştırmacılardan birinin Yerel Etik Kurulu Üyesi veya 1. Derece Akrabası olması halinde ilgili üye proje kurul görüşmesine katılmaz.



Eğitimde, bilimde, sanatta çağdaş...



Balıkesir Üniversitesi
Tıp Fakültesi Dekanlık Binası
Çalış Yerleşkesi/BALIKESİR



(0 266) 612 14 62
sagbilen@balikesir.edu.tr
<http://www.balikesir.edu.tr>

