

**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**VETERİNERLİK CERRAHİSİ**  
**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**KEDİLERDE KIRIK OLGULARINDA D VİTAMİNİ,  
KALSİYUM, FOSFOR VE ALKALEN FOSFATAZ  
DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

**GİZEM KOCABAŞ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Rahime YAYGINGÜL**

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından VTF 23029 proje numarası ile desteklenmiştir.

**AYDIN-2024**

## KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes  
Yüksek Lisans Programı çerçevesinde  
Kırık Olgularında D Vitamini  
Belirlenmesi” başlıklı tez,  
edilmiştir.

[Belgeden bir alıntı veya ilginç  
bir noktanın özetini yazın. Metin  
kutusunu belgede istediğiniz yere  
yerleştirebilirsiniz. Kısa alıntı metin  
kutusunun biçimlendirmesini  
değiştirmek için Çizim Araçları  
sekmelerini kullanın.]

İnönü Veterinerlik Cerrahisi  
Bölümünden hazırlanan “Kedilerde  
Albümin Fosfataz Değerlerinin  
Belirlenmesi” başlıklı Lisans Tezi olarak kabul

Tez Savunma Tarihi: 05.08.2024

Üye (T.D.) : Doç. Dr. Rahime YAYGINGÜL Aydın Adnan Menderes  
Üniversitesi  
Üye : Doç. Dr. Zeynep BOZKAN Aydın Adnan Menderes  
ÜNAL Üniversitesi  
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ali GÜLAYDIN Siirt Üniversitesi

### ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav  
Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık  
Bilimleri Enstitüsünün ..... tarih ve ..... sayılı  
oturumunda alınan ..... nolu Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Süleyman AYPAK

Enstitü Müdürü V.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi ve tez çalışması süresince, bana bilgi, birikim, deneyim kazandıran ve bu zaman diliminde desteğini esirgemeyen, tezimin hazırlanma sürecinde büyük çaba sarfeden tez danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Rahime YAYGINGÜL'e, yüksek lisans eğitimim süresince her türlü durumda destek olan çok değerli hocalarım Prof. Dr. Ali BELGE'e, Prof. Dr. Murat SARIERLER'e, Prof. Dr. İbrahim AKIN'a, Doç. Dr. Büşra KİBAR KURT'a Doç. Dr. Zeynep BOZKAN ÜNAL'a, Dr. Öğr. Üyesi Zeynep CENGİZ'e ve tezimin istatistiklerinde bana yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Evrim DERELİ FİDAN'a sonsuz teşekkürleri bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	i
TEŞEKKÜR .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
RESİMLER DİZİNİ .....	vii
TABLolar DİZİNİ .....	viii
ÖZET .....	ix
ABSTRACT .....	x
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Kemik.....	2
2.1.1. Kemiğin Yapısı.....	2
2.1.4. Kemik İyileşmesi .....	4
2.1.2. Kemiğin İşlevleri .....	7
2.1.3. Kırıkların Sınıflandırılması .....	9
2.2.D Vitamini.....	13
2.3.Kalsiyum.....	17
2.4.Fosfor.....	19
2.5. ALP (Alkalen Fosfataz) .....	20
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	23
3.1. Gereç.....	23
3.2. Yöntem.....	23

3.3. İstatiksel Değerlendirme .....	24
4. BULGULAR .....	25
5. TARTIŞMA .....	36
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR .....	41
EKLER .....	51
BİLİMSEL ETİK BEYANI.....	53
ÖZ GEÇMİŞ .....	54

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>1,25- OHD</b>	:1,25-Dihidroksivitamin
<b>25-OHD</b>	:25-Dihidroksivitamin
<b>ALP</b>	: Alkalen fosfataz
<b>BAP</b>	:Alkalen fosfataz kemik izoenzimi
<b>CA</b>	:Kalsiyum
<b>FGF23</b>	:Fosfatürik hormon
<b>H</b>	:Hidrojen
<b>IL-1</b>	:İnterleukın-1
<b>PTH</b>	:Paratiroid hormonu
<b>TNF</b>	:Tümör nekrozis faktörü
<b>UVB</b>	:Ultraviyole B ışınları
<b>UVB</b>	:Ultraviyole
<b>VEGF</b>	:Venöz endotelial büyüme faktörü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kırığı olan kedilerde cinsiyet dağılımı. ....	25
Şekil 2. Sağlıklı kedilerde cinsiyet dağılımı. ....	25
Şekil 3. Kırığı olan kedilerde yaş dağılımı. ....	26
Şekil 4. Sağlıklı kedilerin yaş dağılımı. ....	26
Şekil 5. Kırılan kemiklere göre dağılım. ....	27
Şekil 6. Kırıkların dış ortamla ilişkisine göre kırıklar.....	27
Şekil 7. D vitamini değerleri ortalaması. ....	28
Şekil 8. Kalsiyum değerlerinin ortalaması. ....	30
Şekil 9. Fosfor değerlerinin ortalaması. ....	32
Şekil 10. ALP değerlerinin ortalaması. ....	34

## RESİMLER DİZİNİ

<b>Resim 1.</b> Kemiğin makro ve mikro yapılarının gösterimi.....	3
<b>Resim 2.</b> Kırık iyileşmesinin gösterimi.....	4
<b>Resim 3.</b> Salter-Harris kırık sınıflandırmasının şematize görünümü.....	12
<b>Resim 4.</b> D vitaminin metabolizması. ....	14
<b>Resim 5.</b> D vitamini metabolizması ana adımları.....	15
<b>Resim 6.</b> Kalsiyum metabolizması . ....	17
<b>Resim 7.</b> ALP'nin kemik oluşumundaki etkisinin gösterilmesi.....	22



## TABLÖLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Kedilerde D vit., Ca, Fosfor ve ALP değerlerinin referans aralıkları.....	22
<b>Tablo 2.</b> 25(OH)-D'nin kırılan kemiğe göre değerleri. ....	29
<b>Tablo 3.</b> Kırık kemiğe göre kalsiyum değerleri .....	31
<b>Tablo 4.</b> Kırık tipine göre fosfor değerleri .....	33
<b>Tablo 5.</b> Kırık tipine göre ALP değerleri. ....	35

## ÖZET

### KEDİLERDE KIRIK OLGULARINDA D VİTAMİNİ, KALSİYUM, FOSFOR VE ALKALEN FOSFATAZ DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

**Kocabaş G. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,  
Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2024.**

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı sağlıklı ve kırığı bulunan kedilerde D vitamini, kalsiyum, fosfor ve Alkalen fosfataz değerleri arasında bir ilişkinin var olup olmadığını belirlemektir.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışma materyalini, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Küçük Hayvan Cerrahi Kliniği'ne teşhis ve tedavi amacıyla getirilen, değişik ırk, yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığına sahip toplam 50 (n=50) kedi oluşturdu. Hayvanlar klinik ve radyografik muayene sonucunda kırık tespit edilen 30 (n=30) adet kedi kırık grubunu, herhangi bir hastalığı bulunmayan kısırlaştırma için kliniğimize getirilen 20 (n=20) adet kedi kontrol grubunu oluşturdu. Kontrol ve kırık grubundaki hayvanların muayeneleri yapıldıktan sonra V. cephalica'dan antikoagülsiz (serum) serum tüplerine 2 ml olacak şekilde kan alındı. Alınan kan örneklerinden D vitamini, ALP, fosfor ve kalsiyum değerlerine bakıldı.

**Bulgular:** Kırık grubunda D vitamini ortalaması  $22,47 \pm 0,65$  ng/ml, sağlıklı kontrol grubunda  $21,34 \pm 0,80$  ng/ml olarak bulundu. Kırık grubunda kalsiyum ortalaması  $4,88 \pm 0,25$  mg/dL, sağlıklı kontrol grubunda  $4,78 \pm 0,27$  mg/dL, kırık grubunda fosfor ortalaması  $6,92 \pm 2,00$  mg/dL, sağlıklı kontrol grubunda  $8,99 \pm 3,30$  mg/dL, kırık grubunda ALP ortalaması  $90,40 \pm 26,73$  U/L, sağlıklı kontrol grubunda  $91,35 \pm 28,54$  U/L olarak belirlendi.

**Sonuç:** Kırığı bulunan hayvanlar D vitamini, kalsiyum, fosfor ve Alkalen fosfataz değerleri normal değerlerde bulundu ve sağlıklı hayvanlar ile karşılaştırıldığımızda iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmedi.

**Anahtar kelimeler:** Kırık, Kalsiyum, D vitamini, Fosfor, Alkalen fosfataz.

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF VITAMIN D, CALCIUM, PHOSPHORUS AND ALKALINE PHOSPHATASE IN CATS WITH FRACTURES

**Kocabas G. Aydın Adnan Menderes University, Institute of Health Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Master's Thesis, Aydın, 2024.**

**Purpose:** The aim of this study was to determine whether there is a relationship between vitamin D, calcium, phosphorus and alkaline phosphatase values in healthy and fractured cats.

**Materials and Methods:** The study material consisted of a total of 50 (n=50) cats of different breeds, ages, sex and body weights, which were brought to Aydın Adnan Menderes University Faculty of Veterinary Medicine Animal Hospital Small Animal Surgery Clinic for diagnosis and treatment. The fracture group consisted of 30 (n=30) cats that were found to have fractures as a result of clinical and radiographic examination, and the control group consisted of 20 (n=20) cats that were brought to our clinic for sterilization without any disease. After the examination of the animals in the control and fracture groups, 2 ml of blood was collected from V. cephalica in serum tubes without anticoagulant (serum). Vitamin D, ALP, phosphorus and calcium values were analyzed from the blood samples.

**Findings:** The mean vitamin D levels were  $22.47 \pm 0.65$  ng/ml in the fracture group and  $21.34 \pm 0.80$  ng/ml in the healthy control group. The mean calcium was  $4.88 \pm 0.25$  mg/dL in the fracture group and  $4.78 \pm 0.27$  mg/dL in the healthy control group, the mean phosphorus was  $6.92 \pm 2.00$  mg/dL in the fracture group and  $8.99 \pm 3.30$  mg/dL in the healthy control group, the mean ALP was  $90.40 \pm 26.73$  U/L in the fracture group and  $91.35 \pm 28.54$  U/L in the healthy control group.

**Results:** Vitamin D, calcium, phosphorus and alkaline phosphatase values of animals with fractures were found to be normal and no statistically significant difference was found between the two groups when compared with healthy animals.

**Keywords:** Fracture, Calcium, Vitamin D, Phosphorus, Alkaline phosphatase

# 1. GİRİŞ

Kemik sağlığı, yaşamın her aşamasında hayati bir öneme sahiptir. Kemikler, vücudun yapı taşları olarak işlev görürken, aynı zamanda mineral dengesini koruma, kas hareketini sağlama ve iç organları koruma gibi kritik işlevleri üstlenirler. Kemiklerin sağlıklı bir şekilde büyümesi ve yeniden yapılanması, bir dizi mineral ve vitaminin dengeli bir şekilde mevcut olmasına bağlıdır. Bu minerallerden biri de D vitamini olarak bilinir ve kalsiyum, fosfor gibi diğer minerallerin vücutta uygun şekilde emilimini ve kullanımını etkiler.

D vitamini, kalsiyum, fosfor ve alkalen fosfataz gibi biyokimyasal parametreler, kemik sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bilinen bileşenlerdir. Bu bileşenlerin vücut içindeki düzeyleri, kemik metabolizması ve kemik dokusu üzerinde doğrudan etkilidir. Özellikle D vitamini eksikliği, metabolik kemik hastalıklarıyla ilişkilendirilmiştir ve bu alandaki araştırmalar, D vitamini seviyelerinin ve diğer mineral parametrelerinin kemik sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir rol oynamaktadır.

Araştırmamızda hipotezimiz kedilerde D vitamini, kalsiyum, fosfor ve alkalen fosfataz düzeyleri ile kırıklar arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemektir. Kedilerde D vitamini düzeyleri ile kemik kırıkları arasında bir ilişki var mıdır? Kalsiyum ve fosfor düzeyleri, kedilerin kemik sağlığı üzerinde nasıl bir etkiye sahip midir? Alkalen fosfataz seviyeleri, kedilerde kemik metabolizması ile ilişkili midir? Sorularına yön vereceği düşünölmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmaları, D vitamini eksikliğinin metabolik kemik hastalıklarıyla ilişkilendirilmiş olduğunu göstermektedir. İnsanlarda bu ilişki üzerine birçok araştırma yapılmış olsa da, evcil hayvanlar, özellikle kediler üzerinde bu ilişkinin ne derece etkili olduğu hala yeterince anlaşılmış değildir. Bu nedenle, bu tez çalışmasında kedilerde D vitamini, kalsiyum, fosfor ve Alkalen fosfataz gibi enzim ve minerallerinin vücuttaki miktarı ile kırık oluşumu arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için yapılmıştır. Ayrıca, kedilerin günlük D vitamini alımını etkileyen faktörleri inceleyerek, evcil kedilerin kemik sağlığını korumak için daha iyi stratejiler geliştirmeyi amaçlamaktadır.

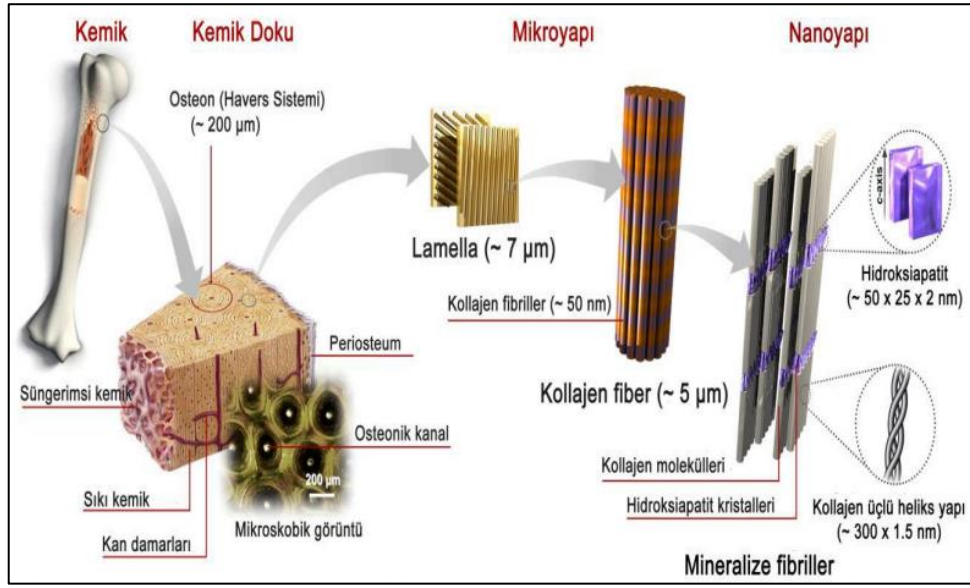
## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kemik

Kemikler, kemik dokusu, kemik iliği ve bunları çevreleyen periosteumdan meydana gelmiştir. Kemik dokusu, çeşitli mekanik ve fizyolojik görevlere sahip olan hücresel bir yapıdır. Bu yapının hücreler arası sıvısı sert ve kalsifiye olmuş bir çatıyla kuşatılmıştır (İnsal ve Pişkin, 2017). Kemik dokusu ve iskelet sistemi en önemli fonksiyonu vital organların korunabilmesi için gerekli sertliği sağlamak, vücuda hareket yeteneği ve destek oluşturmak, aynı zamanda kemik iliği gibi özelleşmiş dokular için bir koruma ve üretim bölgesi oluşturmaktır (Bayliss ve diğerleri, 2012; Barrere ve diğerleri, 2006). Kemik, kollajen liflerinin mineralleşmesiyle oluşan yapıya sahiptir, bu da onu esnek, dinamik ve canlı bir doku yapar. Ayrıca kemik basınca, çekilmeye, eğilmeye ve bükülmelere karşı son derece dayanıklı olup, hafif bir materyalden oluşur (Bayram, 2016).

#### 2.1.1. Kemiğin Yapısı

Kemik dokusu, karmaşık, düzenli ve mineralize bir bağ dokusudur. İçinde kollajen temelli yapılar, hidroksiapatit kristalleri ve çeşitli tipte kemik hücreleri bulunur. Bu hücreler osteoprojenitör hücreler (osteoblast öncülü), osteoblastlar, osteositler ve osteoklastlar'dır. Osteoklast hücreleri kemik iliğinin hemopoietik hücrelerinde köken alırken; diğer kemik hücreleri ise kemik iliğinin stromal kök hücre popülasyonundan köken alır. Kemiği en temel yapı birimine osteon adı verilir. Kemiğin boyuna paralel uzanan merkezi kanallara "Havers kanalları" denir. Bu kanalların çevresini halka şeklinde düzenlenmiş dairesel lameller kuşatır (Bayliss ve diğerleri, 2012; Clarke, 2008). Lamellerin içinde lakuna adı verilen osteositlerin yerleşebilmesi için geniş yüzey alanları oluşturan boşluklar bulunur (Buckwalter ve diğerleri, 2010; William, 2009).



**Resim 1.** Kemiğin makro ve mikro yapılarının gösterimi (Topaloğlu ve diğerleri, 2017).

Kemik yaşla birlikte potansiyelini azaltmasına rağmen osteoklastların yıkıcı ve osteoblastların yapıcı aktivitesiyle sürekli olarak şekillenen bir dokudur. Kemikte bir hasar ya da kırık olduğu zaman kemik kendini tamir etmek için üç aşamalı bir iyileşme sürecine girer. İlk evresinde hematoma oluşur. Hematom içerisinde sentezlenen büyüme faktörleri osteoprogenitör hücrelerin defekt bölgesine göç etmesini sağlar. Bu hücrelerin kondroblastlar ile osteoblastlara farklılaşmalarını sağlayarak kemik rejenerasyon sürecini regüle etmektedir (Allori ve diğerleri, 2008). Kırık iyileşmesi, çeşitli biyolojik ve klinik dönemlere ayrılarak incelenir. De Palma'ya göre, bu süreç dört aşamada gerçekleşir;

1-Birincil hücresel kallusun oluşum fazı

a-Hematoma fazı

b-Birincil hücresel kallusun oluşumu

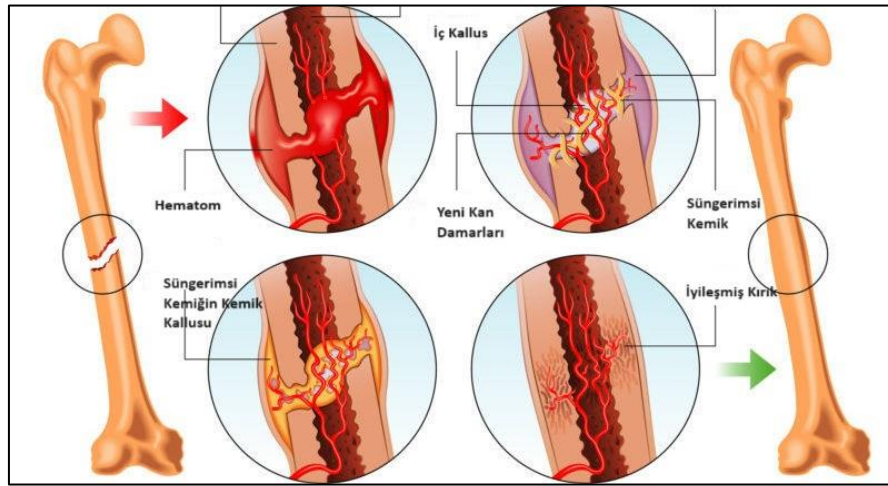
2-Birincil hücresel kallusun damarlanma fazı

3-Hücresel kallusun kemikleşme fazı

4-Kemiğin yeniden şekillenme fazı (De Palma, 1970).

Son yapılan klinik çalışmalarına göre kırık iyileşmesinde biyolojik dönemler, kırığın kendisiyle başlar, ardından granülasyon dokusu dönemi gelir, sonrasında kallus dönemi ve yeniden şekillenme dönemi gerçekleşir (Frost, 1989).

Cruess ve Dumont (1984) göre, ikincil kırık iyileşmesinin üç aşamasını tanımlar; enflamasyon (yangı) evresi, reperasyon (onarım) evresi ve remodeling (yeniden şekillenme) evresidir.



**Resim 2.** Kırık iyileşmesinin gösterimi (Tüzüner, 2020).

#### 2.1.4. Kemik İyileşmesi

Kemik iyileşmesi, vücudun kırık veya çatlak kemikleri onarmak için başlattığı doğal bir süreçtir ve temelde bir bağ dokusu iyileşmesi şeklinde ilerler. Bu sürecin özelliği, özelleşmiş kalsifiye kemik dokusunun oluşmasıyla karakterize olan osteoblast ve osteoklas aktiviteleridir. Kemik iyileşmesi, bir dizi karmaşık biyolojik ve fizyolojik olayın sonucudur (Altunatmaz, 2004). Bu doğal iyileşme mekanizması, kemiklerdeki hasarın onarımını sağlamak için vücudun etkili bir yanıtıdır. Kırıkların iyileşme süreci genellikle üç aşamadan oluşur. Bunlar; inflamasyon (yangı) aşaması, reparasyon (yenilenme) aşaması ve remodelleme (yeniden şekillendirme) aşamasıdır.

#### 2.1.4.1. İnflamasyon (Yangı) Aşaması

Kırık oluştuğunda, vücut o bölgede inflamasyon (yangı) sürecini başlatır ve genellikle 2-3 hafta boyunca devam eder. Bu inflamasyon, kallus adı verilen iyileşme dokusunun oluşumunu teşvik eder ve kırıkta veya kemik dokusu yeniden oluşana kadar devam eder. Kemik tekrar şekillenmesinde, parathormon, kalsitonin, vitamin D metabolitleri ve alkalın fosfataz gibi bir dizi faktörün etkisi büyüktür ve bu faktörlerin kan plazmasındaki seviyeleri artar (Brown ve Kramers, 1993; Hamish ve Butterworth, 2000; Remedios, 1999; Altunatmaz, 2004). Bu aşamada, kırığın oluşmasıyla birlikte inflamasyonun tipik belirtileri olan ağrı, şişlik ve ısı artışı ortaya çıkar. Kemik kırılması durumunda, endosteum, periost ve çevre yumuşak dokular zarar görebilir. Bu süreçte, kan ve lenf damarları da zarar görebilir, böylece dokular arasında kan ve lenf sıvısı ile eksudat birikir; bu duruma kırık hematomu denir. Kırık hematomunun ikincil kırık iyileşmesinde önemli bir rolü vardır; oluşturduğu basınç kırık hatlarının bir arada durmasına yardımcı olur. Hematom ortamında, hücrelerden büyüme faktörü, trombositler ve diğer proteinler salınmaktadır. Bu faktörler, kırığın onarımında hücre göçü, periosteal hücre çoğalması ve onarım dokusu matriksinin sentezi gibi süreçlerde etkilidir. Kırık oluştuktan sonra, kılcal damarların geçirgenliği artar. Bu durum, vazodilatasyon ve plazma eksudasyonu ile sonuçlanarak kırığın olduğu bölgede ilk 24 saat içinde ödeme neden olur (Balcı, 2005; Aydın, 2007; Gartner ve Hiatt, 1997; Ozaki ve diğerleri, 2000)

Akut inflamasyon hücreleri, yüksek sayıda polimorf çekirdekli lökositler, monositler ve lenfositler gibi çeşitli hücrelerden oluşur. Bu hücreler, ödemli bölgeye doğru yönelerek kırık alanına göç ederler. Bu süreçte, kırık bölgesindeki osteositler daralır ve lizis oluşarak boş lakunalar meydana getirir. Bunun sonucunda, kırık uçlarında daha geniş bir alanda nekroz bölgesi oluşur. Hematom, kırık bölgesinde organize olmaya başlar ve fibrinden bir yapı oluşturmaktadır. Bu fibrin ağı, kemik oluşumu için olması gereken hücre çoğalmasını başlatır (Ozaki ve diğerleri, 2000).

Makrofajlar, bakterilere karşı savaşırken çevreye interleukin-1 (IL-1) ve tümör nekrozis faktörü (TNF) gibi bileşikler salgılamaktadırlar. Bu iki unsur, akut faz proteinlerinin artışına, lökositlerin kırık bölgesine yönlendirilmesine ve fibroblastlardan kollajen sentezinin hızlanmasına sebep olur. Aynı zamanda, onarım bölgesindeki damar endotelinden gelen venöz endotelial büyüme faktörü (VEGF), yeni damar oluşumunu tetikler. Öte yandan, osteoklastlar inflamasyon bölgesinde ölü kemiği uzaklaştırırken rezorpsiyon sürecini



başlatırlar. Kırık iyileşmesinin ikinci veya üçüncü günlerinde, kırık bölgesinden periost ve endost kaynaklı hızlı bir osteoblast ve kondroblast çoğalması gözlenir. Bu ardışık olayların ardından, yumuşak dokular arasında kemik oluşumu başlar (Altunatmaz, 2004).

#### **2.1.4.2. Reparasyon (yenilenme) Aşaması**

Enflamasyon aşamasında, kırık bölgesine ulaşan indiferansiye mezenkimal hücrelerin aktivitesiyle nekrotik ve hasarlı kemik dokusunun yerini yeni hücrelerin ve matriksin aldığı reparasyon işlemleri başlar. Bu hücreler kırık bölgesine gelir gelmez çoğalıp kollajen oranı yüksek yeni bir matriks sentezlemeye başlar. Bu süreç, kırığın oluşumundan hemen sonra başlasa da tam anlamıyla tipik hale gelmesi genellikle 7 ile 12 gün arasında sürer. Reparasyon sürecinde önemli bir rol oynayan hücreler genellikle mezenkimal kökenli ve pluripotent özelliklere sahiptir. Kırık bölgesindeki bu hücreler, fibröz doku, kıkırdak ve örgü kemiği içeren ve genellikle kırık kallusu şeklinde adlandırılan bir doku oluştururlar. Bu doku, kırık bölgesini çevreleyerek doldurur. Periosteal ve endosteal osteojenik hücrelerin yanı sıra fibrin matriksteki fibroblastların çoğalması ve farklılaşması, granülasyon dokusunun gelişimine katkıda bulunur. Bir haftanın sonuna doğru, hematoma yerini granülasyon dokusu alır ve bu dokuda kıkırdak adaları belirgin hale gelir. Kırık bölgesinde hareketlilik olduğunda, kallus dokusu kemik uçlarını stabilize eder ve bu kallusun remodellemesiyle lameller yapıdaki kemik oluşur (Yorgancıgil, 2001; Kılıçoğlu, 2002; Dursun, 2021).

#### **2.1.2.4.3. Remodelling (Yeniden Şekillenme) Aşaması**

Kırığın iyileşme sürecinin ilerleyen aşamalarında, örgü şeklindeki kemik dokusunun yerini lameller kemik alırken, gereksiz kallusun rezorpsiyonu gerçekleşir ve tamir dokusunun yeniden şekillenmesi- remodellemesi başlar. Yeniden yapılanma aşamasında, dört temel süreç gerçekleşir. Öncelikle kalsifiye kıkırdak, osteoid doku ile değişerek birincil trabeküler dokuya dönüşür. Bu değişim, kemik oluşumunu başlatır ve yeni dokunun temelini oluşturur. Ardından, bu yeni dokunun yerini lameller kemik alır. Lameller kemik, birbirine paralel halkalar şeklinde düzenlenmiş kemik liflerinden oluşur ve kemiğin dayanıklılığını artırır. Kompakt kemik uçlarındaki kallus ise, lameller kemikten oluşmuş ikincil osteonlara dönüşür.

Bu süreç, kemiklerin güçlendirilmesini ve yapılarının daha sağlam hale gelmesini sağlar. Son olarak, iliğin içerisindeki kallus aşamalı olarak yeniden düzenlenir. Bu süreçte, osteoklastlar kemik dokusunu emerek boşlukları oluşturur ve kemiklerin doğru şekilde yapılandırılmasını sağlar. Kemiğin yeniden şekillenme evresinde, normal formunu korumasını açıklayan Wolf kanunu, kemiğin işlevsel adaptasyonunu temsil eder. Bu kanuna göre, kemiğe etki eden yüklerin ve stresin değişimi, dokuda yapısal değişikliklere yol açar. Yani, kemiğin şekli ve yapısı, üzerine gelen yüklerin türü ve şiddetine göre uyarlanır. Bu süreç, kemiğin dayanıklılığını artırarak, fonksiyonel gereksinimlere daha iyi uyum sağlar. Mekanik stres altındaki kemiğin, pozitif ve negatif elektrik yükleri arasındaki dengesizlik, kemiğin farklı bölgelerinde farklı tepkilere neden olur. Konveks yüzey, pozitif yüklü olduğu için osteoklastik aktiviteyi teşvik ederken, konkav yüzey negatif yüklü olduğundan osteoblastik aktiviteyi destekler. Bu durumda, konveks yüzeyde kemik geri emilirken, konkav yüzeyde yeni kemik oluşumu gerçekleşir (Yorgancıgil, 2001; Kılıçoğlu, 2002, Dursun 2021).

## **2.1.2. Kemiğin İşlevleri**

### **2.1.2.1. Asit Baz Dengesi**

Kemik, kronik metabolik asidoz sırasında karbonatlar ve fosfatlar şeklinde tamponlar sağlar ve kemikte katyonlar için H iyonu değişimine izin verir. Bu renal tübüler asidoz ve üremik asidozda görülür. Kalsiyum karbonat, bikarbonat iyonları için bir rezervuar sağlayan bu tamponların en önemlisi olmaktadır. Bu tamponları sağlamak için kemiğin gerekli yıkımı, renal osteodistrofiye katkıda bulunan faktörlerden biridir (Bushinsky ve Parker, 2001).

### **2.1.2.2. Destek**

Kemikler ve oluşturdukları iskelet, vücudun yapısal bütünlüğünü korurken etrafındaki yumuşak dokuları destekler ve kasların tutunması için bir çerçeve sağlar. Bu sayede, vücut sağlam bir yapıya sahip olur ve hareket, koruma ve iç organların desteklenmesi gibi temel fonksiyonları yerine getirebilir (Bailey, 2024).

### **2.1.2.3. Koruma**

İskelet ve kemikler, vücudu dış etkenlere karşı korur. Bu yapılar, darbelerden gelen etkilere karşı bir kalkan görevi görerek iç organları korur ve vücudun bütünlüğünü sağlar. Bu koruyucu işlevleri sayesinde, kemikler vücuda dayanıklılık ve direnç sağlayarak dış ortamdan gelen potansiyel zararlara karşı önlem alır (Bayliss ve diğerleri, 2012).

### **2.1.2.4. Hareket**

Vücuttaki birçok iskelet kası, kemiklere bağlanır ve bu kaslar kasıldıklarında kemikleri çekerek hareketi sağlarlar. Kemik matrisi, yüksek basınç dayanımına sahip olmakla birlikte, yüksek çekme yüklerine veya gerilim kuvvetlerine maruz kaldığında kırılmaya yatkın olan, nispeten hafif bir malzeme oluşturur (Bayliss ve diğerleri, 2012).

### **2.1.2.5. Mineral Dengesi (depo ve salınımı)**

Kemik dokusu, başta kalsiyum ve fosfor olmak üzere çeşitli mineralleri depolar. Vücudun fosforunun yaklaşık %85'ini ve kalsiyumunun ise %99'unu içerir. Normal kalsiyum seviyeleri sıkı bir şekilde kontrol altında tutulurken, kemikler diğer organlarla birlikte bu dengeyi sağlamak için bir rezervuar görevi üstlenir. Bu mineraller, kemik dokusunun sağlığını korurken aynı zamanda vücudun mineral dengesini sürdürmek için gerektiğinde kana salınır ve diğer dokulara taşınırlar (Bayliss ve diğerleri, 2012).

### **2.1.2.6. Kan Hücresi Üretimi**

Bazı kemiklerde bulunan kırmızı kemik iliği, hematopoiezis sürecinde görev alır. Bu kırmızı kemik iliği, gelişmekte olan kan hücreleri, adipositler, fibroblastlar ve makrofajlar gibi bileşenleri içeren retiküler liflerin oluşturduğu bir yumak içinde bulunur. Pelvis, kaburgalar, sternum, vertebrae, kranyum, humerus ve femurun uç kısımları gibi kemiklerde kırmızı kemik iliği daha yoğun bir şekilde bulunur. Bu yapı, kan hücrelerinin oluşumu ve dolaşım sisteminin sağlıklı işleyişi için önemlidir (Bayliss ve diğerleri, 2012).

### **2.1.3. Kırıkların Sınıflandırılması**

Kırıklar, kırığa neden olan etkenlere, deride yaralanma ile birlikte seyredip seyretmediğine, kırığın morfolojisine, kırığın lokalizasyonuna, travmanın şiddetine ve kırığın stabil olup olmadığına göre sınıflandırma yapılmaktadır (Johnson, 2005; Piermattei ve diğerleri, 2006).

#### **2.1.3.1. Kırık Çizgisinin Yönüne Göre Kırıklar**

Kırık çizgisinin yönüne göre kırıklar transversal, oblik, spiral, teleskobik, longitudinal ve kopma (avulsiyon) kırıklarıdır.

Transversal kırık (enine): Kırık çizgisi, kemiğin uzun eksenine dik bir şekilde ilerler ve genellikle diyafizer kırıklarda görülür. Kemiğin çapı ile kırık çizgisinin uzunluğu hemen hemen birbirine eşittir. Kırık çizgisi düzenli, düzensiz veya derin çukurlu olabilir (Kapatkin ve diğerleri, 2018; Newton ve Nunamaker, 1985; Piermattei ve diğerleri, 2006).

Oblik kırık (Eğik): Flüt ağzı kırığı olarak da bilinen bu tip kırıklar aksel kompresyon ve bükülme kuvvetlerinin etkisiyle meydana gelir. Kırık çizgisi kemiğin uzun aksine eğik hatta şekillenir ve kırık akseni ve kırık çizgisi arasındaki açı 45 dereceye eşit veya 45 dereceden daha küçüktür (Piermattei ve diğerleri, 2006).

Spiral kırık (Helezonik): Bükme veya döndürme kuvvetinin etkisiyle oluşur. Kırık çizgisi diafiz hattı boyunca spirallenerek kıvrım yapar. Bu tür kırıklarda kısılma veya açılma görülebilir. Kırık uçları keskin ve sivri olduğu için yumuşak doku hasarı oluşur (Piermattei ve diğerleri, 2006).

Kopma (avulsiyon) kırığı: Bu kırıklar, kemiklere bağlı olan kaslar, tendonlar veya bağların aşırı aktif kasılması veya pasif gerilmeleri sonucunda kas ve tendonların yapıştığı bölgedeki kemiklerin kırılması sonucu oluşur. Bu kırıklar daha çok olekranon, trochanter majör, tuberositas tibia ve kalkaneus gibi bölgelerde görülür (Piermattei ve diğerleri, 2006).

Boyuna (Longitudinal) kırık: Bu kırıklar genellikle temporal kemiklerde görülür. Kırık çizgisi kemiğin uzun akseni boyunca yer alır (Piermattei ve diğerleri, 2006).

Teleskobik kırık: Bu tip kırıklar genellikle uzun kemiklerde görülür ve kırık fragment uçlarının birbiri içerisine girdiği kırıklardır (Piermattei ve diğerleri, 2006).

Kırık Çizgisi Birden Fazla Olanlar: Humerus, femur tibia gibi uzun kemiklerin kondiluslarında Y ve T şeklinde oluşan kırıklardır (Piermattei ve diğerleri, 2006).

### **2.1.3.2. Kırılan Kemiğin Histolojik Yapısına Göre Kırıklar**

Kırıklar genellikle spongioz (trabeküler) kısım ve kortikal (kompakt) kısım olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Spongioz kısım kırıkları, kemik dokusunun iç kısmında bulunan spongioz dokuda meydana gelir. Bu tür kırıklar genellikle kemikteki trabeküllerin hasar görmesiyle oluşur. Kortikal kısım kırıkları ise kemik dokusunun dış kısmında bulunan sert kortikal dokuda meydana gelir. Bu kırıklar genellikle kemik yüzeyine gelen darbeler veya travmalar sonucunda oluşur ve kırık çizgisi genellikle düz veya kıvrımlı bir şekilde ilerler (Scott ve McLaughlin, 2006).

### **2.1.3.3. Kırık Derecesine Göre Kırıklar**

Kırık derecesine bağılı olarak kırıklar tam kırık ve tam olmayan kırık olarak temelde iki kategoriye ayrılır. Tam kırık oluştuğunda, kemik bütünlüğü tamamen bozularak kırık fragmentleri birbirinden ayrılır veya deplase olur. Tam olmayan kırıklarda kemik, kırılan noktadan tam olarak ayrılmamıştır ve genellikle sadece bir korteksin yapısı etkilenmiştir. Bu kırıklar; çatlak (fissur, linear), yaş ağaç kırıkları, çökme kırıkları (impression, enfocement), basınç kırıkları (compression), dişlenmiş kırıklar (impacte, agrane) ve epifiz ayrılmaları (epifizyoliz) şeklinde olur. Çatlak, kırığın kemikteki ince bir çatlak veya çizgi şeklinde oluştuğu durumları ifade ederken, yaş ağaç kırıkları genellikle kemik dokusunun yaşlı ve kırılğan olduğu durumlarda ortaya çıkar. Çökme kırıkları, kemik üzerinde bir basınç sonucunda oluşur ve çökme biçimindedir, basınç kırıkları ise kemik üzerine gelen yoğun bir basınç sonucunda oluşur. Dişlenmiş kırıklar, kemik dokusunun içine batan veya gömülen kırıkları ifade ederken, epifiz ayrılmaları ise kemik uçlarının epifiz bölgesinden ayrılması durumunu tanımlar (Hayashi ve Kapatkin, 2018; Newton ve Nunamaker, 1985)

### **2.1.3.4. Kırık Sayısına Göre Kırıklar**

Kırıklar, tek kırık çizgili olanlar, iki kırık çizgili olanlar, parsiyel kırıklar, parçalı kommunitif kırıklar (redükte edilebilir veya edilemeyen), segmental kırıklar ve multiple kırıklar olmak üzere çeşitli kategorilere ayrılır (Piermattei ve diğerleri, 2006).

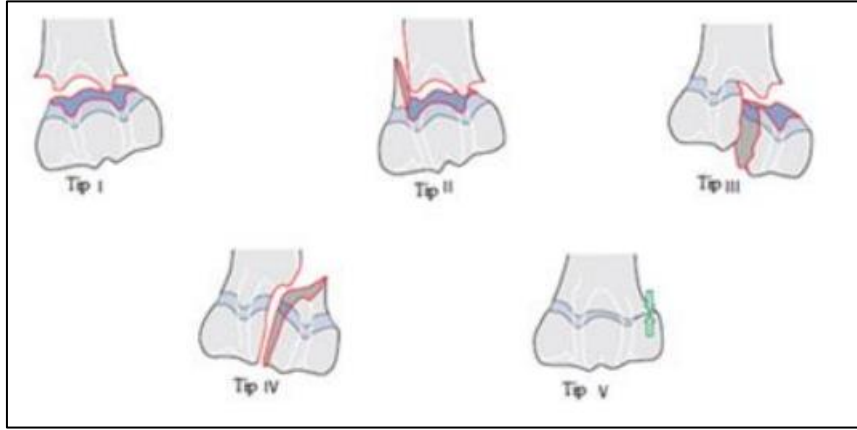
### **2.1.3.5. Kırık Uçlarının Dış Ortamla İlişkinine Göre Kırıklar**

Kemik kırıkları, deri yaralanmaları ve dış ortamla ilişkisine göre açık, kapalı ve birleşik (komplike) kırıklar olarak sınıflandırılır. Kapalı olan kırıklarda, deri yapısı sağlam görülür ve dış ortamla herhangi bir bağlantı yoktur. Dış ortamla teması olan açık kırıklar, deride küçük bir yara şeklinde olabileceği gibi kemiği neredeyse tamamen açığa çıkaracak kadar büyük bir dokusal kayıpla da meydana gelebilir. Kırık sonrası oluşan hematoma dış ortama akmıştır (Uyguralp, 2019).

### 2.1.3.6. Anatomik Lokalizasyonuna Göre Kırıklar

Kırığın kemikteki anatomik yerine bağlı olarak; epifiziyal kırıklar, diyafiziyal kırıklar ve suprakondiler kırıklar olmak üzere üç ana kategoriye ayrılır.

Epifiziyal kırıklar, daha çok genç hayvanlarda epifiziyal plaklarının açık ve kıkırdak olduğu dönemde epifiz hattında oluşan kırıklardır. Bu kırıklar Salter-Harris tarafından kırığın şekli ve büyüklüğüne göre 5 grupta sınıflandırılır (Piermattei ve diğerleri, 2006).



**Resim 3.** Salter-Harris kırık sınıflandırmasının şematize görünümü

(Johnson ve diğerleri, 2005).

Diyafizer kırıklar; kemiklerin diyafiz bölgesinde oluşur. Proksimal, orta ve distal diyafiz olmak üzere kendi aralarında üçe ayrılır. Bu kırıklarda kırık çizgisi oblik, spiral, transversal ve parçalı olabilir (Piermattei ve diğerleri, 2006).

Suprakondüler kırıklar; epifiz hattının birkaç santimetre kadar proksimalinde gelişen kırıklardır (Uyguralp, 2019).

## 2.2. D Vitamini

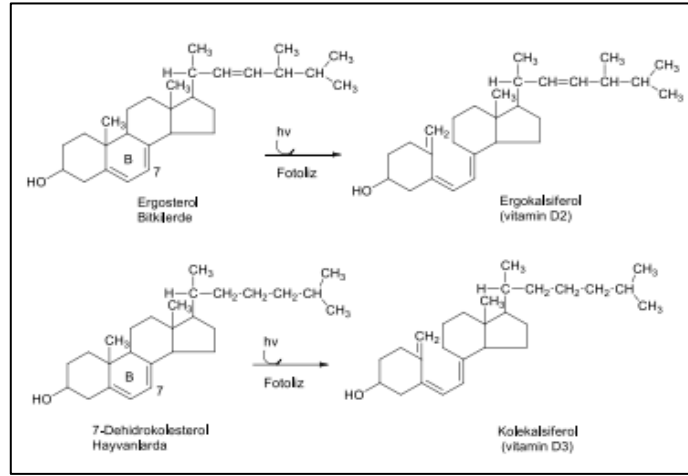
D vitamini, yağda eriyen bir vitamin olarak sınıflandırılır ve günümüzde vücutta doğal olarak sentezlenebilen bir prohormon olarak kabul edilir. Özellikle kalsiyum ve kemik metabolizmasını etkileyerek anabolik etki gösterir. Bu nedenle, vücuttaki en önemli metabolik faktörlerden biri olarak kabul edilir (Mesci ve diğerleri, 2016).

Kedilerde D vitamini sentezi, birçok hayvanda olduğu gibi, güneş ışığına maruz kalma sonucu deride gerçekleşir. Ancak, bu olay kedilerde daha nadir olarak gerçekleşir. Deriye direkt güneş ışığı teması gereklidir. Hiçbir besin, günlük D vitamini ihtiyacını tam anlamıyla karşılayacak miktarda vitamin içermez (Ataş ve diğerleri, 2008; Fletcher ve diğerleri, 2002). Bu nedenle, yeterli miktarda ve süre boyunca güneş ışığına maruz kalmak gereklidir (Glerup ve diğerleri, 2000). Bununla birlikte, morina balığı karaciğer yağı D vitamini açısından oldukça zengindir. Aynı zamanda diğer yağlı balık türleri, süt, yumurta sarısı, tereyağı, tatlı patates, yulaf, brokoli, maydanoz, yosun ve mantar gibi besinler de yüksek miktarda D vitamini içerir (Fletcher ve diğerleri, 2002; Ataş ve diğerleri, 2008; Mcdowell, 2000).

İlk olarak 1918 yılında yapılan bir çalışmada, köpek, kedi ve rat derileri UV ışımına maruz bırakılmış ve elde edilen D vitamini düzeyleri ölçülmüştür. Bu çalışmada, kedi ve köpek derilerinde D vitamini üretiminin, rat derisine göre çok daha düşük olduğu bulunmuştur (Mellanby, 1919).

Vücutta D vitamini, çeşitli metabolik dönüşümlerden geçerek kalsitriol adı verilen bir hormona dönüşmektedir. Bu vitamini suda çözünmez ve ısıya, oksidasyona, asite ve alkaliye karşı dirençlidir. D vitamini etkisi gösteren çok sayıda bileşik mevcuttur, ancak biyolojik ve kimyasal açıdan en önemlileri arasında kolekalsiferol (D3 vitamini) ve ergokalsiferol (D2 vitamini) bulunmaktadır. Derideki 7-dehidrokolesterol, güneş ışınlarının etkisi altında ultraviyole B (UVB) ışınlarıyla etkileşime girerek D vitamini sentezine dönüşür. Bu süreçte, kolekalsiferol adı verilen D3 vitamini oluşur (Dinçerler, 2016; Öngen ve diğerleri, 2008; Wacker ve Holick, 2013).

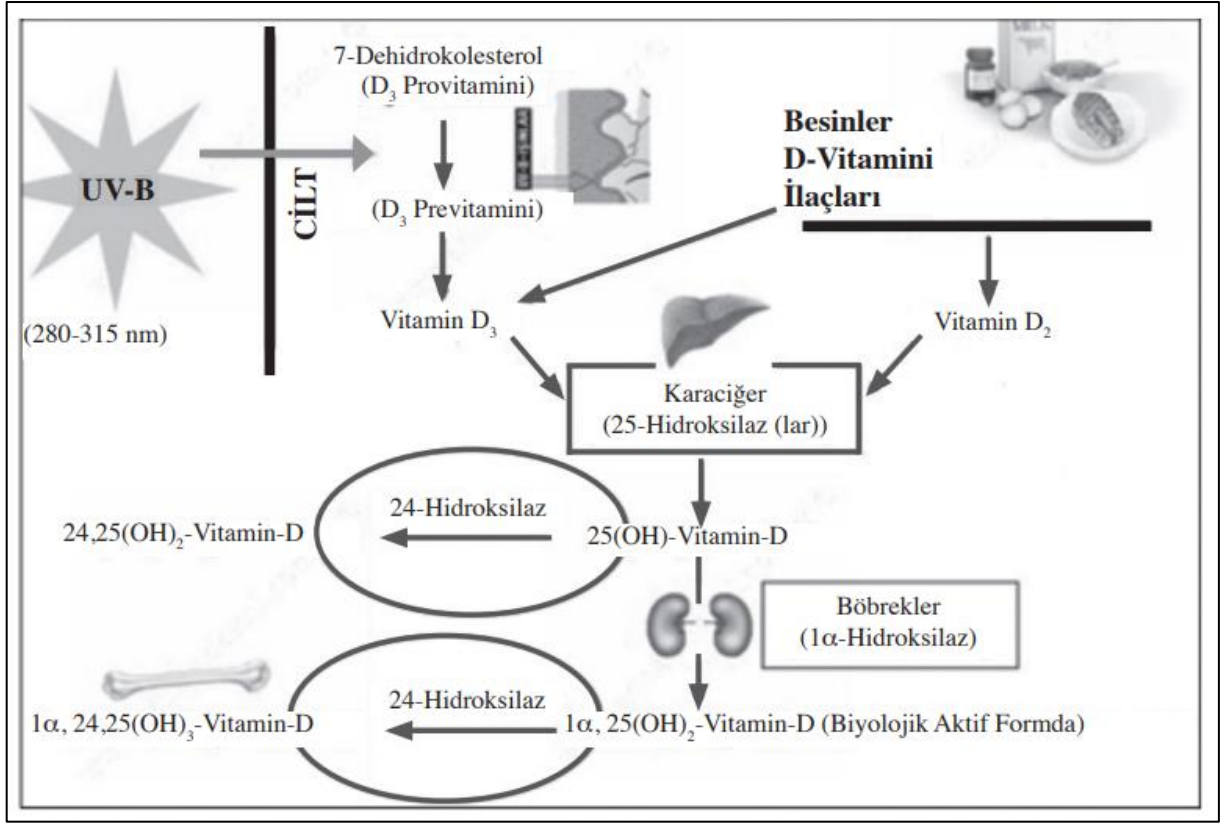




**Resim 4.** D vitamininin metabolizması (Üstdal ve diğerleri, 2003).

D2 ve D3 vitamini, bağırsaklardan emilmelerinden sonra, D vitamini bağlayıcı proteinler aracılığıyla dolaşıma geçerler. D2 ve D3 vitaminlerinin metabolizması benzer bir yapıdadır. Yağda çözünmeleri sebebiyle, lipid bileşenlerinin bulunduğu yağ dokusu, karaciğer ve deri gibi çeşitli dokularda bulunurlar (Gürdöl ve Âdemoğlu, 2010).

Besinlerle alınan D vitamini, bağırsaklarda emilerek şilomikronlar içinde dolaşıma geçer. Şilomikronlar, kan dolaşımı yoluyla karaciğere taşınır. Karaciğerde, D vitamini 25-hidroksilaz enzimi tarafından 25-hidroksivitamin D'ye (25OHD) dönüştürülür. Daha sonra, böbreklerin proksimal tübüllerinde, 25OHD'nin 1,25-dihidroksivitamin D (1,25OHD)'ye dönüşümü gerçekleşmektedir. Bu 1,25OHD formu, biyolojik olarak aktif olan D vitamini formudur. Vücuttaki kalsiyum ve fosfor dengesinin düzenlenmesinde önemli rol oynar (Holick, 1991).



**Resim 5.** D vitamini metabolizması ana adımları (Şenkal ve diğerleri, 2018).

D vitamininin önemi sadece kalsiyum emiliminde değil, aynı zamanda kemik mineralizasyonunu ve metabolizmasını düzenlenmesi, nöromüsküler fonksiyonların desteklenmesi ve kalsiyum fosfor dengesini sağlanmasında önemli bir rol oynar. Ayrıca vücutta çeşitli biyolojik süreçlerin sağlıklı bir şekilde işlemesi için gereken kalsiyum dengesinin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Kutsal ve diğerleri, 2011). Vitamin D eksikliği, diyabet, enfeksiyonlar, otoimmün hastalıklar, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok sağlık sorunuyla ilişkilendirilmiştir. Bu konuda önemli kanıtlar, vitamin D seviyelerinin düşük olmasının bu çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıkma riskini artırdığını göstermektedir (Mesci ve diğerleri, 2016).

D vitamini, kemik sağlığı ve kalsiyum metabolizması için önemli bir araçtır, besinlerden veya ultraviyole (UV) ışınlarından elde edilir (Vaidya ve Williams, 2012). Serum 25-hidroksivitamin D seviyelerindeki azalma, azalmış fiziksel aktivite ile ilişkilendirilmiş olup kırık riskinde artma ve yüksek mortalite oranıyla bağlantılıdır (Gerthem ve diğerleri, 2005).

D vitamini, fosfor, kalsiyum ve kemik metabolizmasını düzenleyen bir hormondur. 1,25(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>, bağırsaklardan kalsiyum ve fosfatın emilimini teşvik eder. Parathormon (PTH) salınımını azaltırken, osteoklastik kemik rezorpsiyonunu uyarır, osteoblastları etkiler, kollajen tip 1 üretimini azaltır ve kas işlevini iyileştirir. Böbreklerden kalsiyumun geri emilimini artırır (Murray ve diğerleri, 2004; Baysal, 2014). Hipokalsemi durumunda, serum parathormon (PTH) seviyeleri ve böbreklerdeki tübüler kalsiyum geri emilimi artar. Ayrıca alpha-1-hidroksilaz aktivitesinde bir artış meydana gelir. Bu durumda, 1,25OHD üretimi artar ve bağırsaklardaki kalsiyum emilimi artar (Holick, 1991).

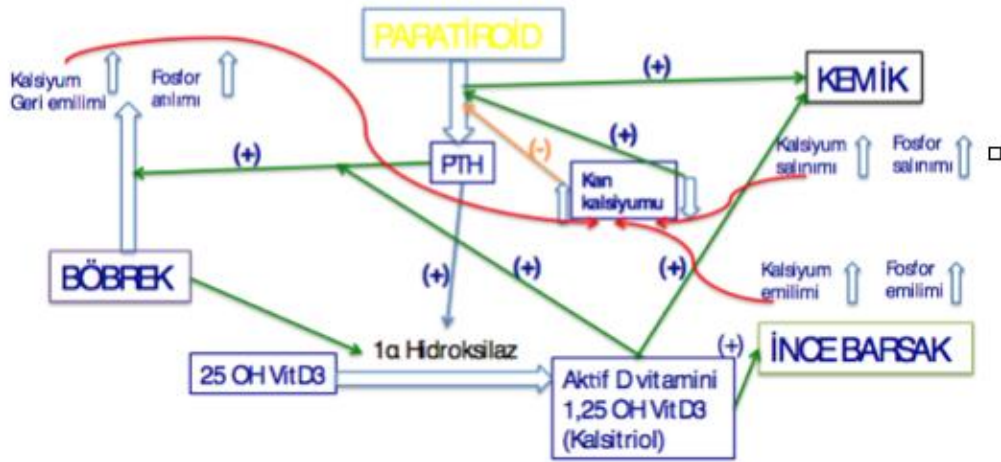
Bilindiği gibi, kemiklerin yapısı organik (%35) ve inorganik (%65) bileşenlerden oluşur. Organik kısımda, büyük ölçüde Tip I kollajen bulunurken, inorganik kısımda ise başlıca kalsiyum hidroksiapatit bulunur. Vücuttaki kalsiyumun çoğu kemiklerde bulunurken, fosfor, sodyum ve magnezyum gibi diğer minerallerin büyük bir kısmı da kemik dokusunda yer alır. Kemikleşme süreci, kalsiyum hidroksiapatitin kemik matriksi üzerine birikmesiyle gerçekleşir. D vitamininin kemiklerin mineralizasyonunda önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (İlman, 2005).

D vitamininin, hem kemik sağlığı hem de kas gücü üzerinde önemli bir etkisi vardır ve gerçek bir hormon olarak işlev görür. Yaşlanma süreciyle birlikte, D vitamininin genomik ve nongenomik etkilerinde belirgin bir azalma meydana gelir. Bu durum, düşme ve kırık riskinin artmasına neden olabilir (Houston ve diğerleri, 2008; Montero-Odasso ve Duque, 2008). 1-25(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> eksikliği durumunda, yeni kemik oluşumu yavaşlar, kemiklerin yeniden biçimlenmesi bozulur ve kas fonksiyonuyla birlikte iskelet mineralleşmesi azalır (Murray ve diğerleri, 2004; Houston ve diğerleri, 2008). Son yıllarda vitamin D seviyelerinin değerlendirilmesi için serumda 1-25(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> düzeyinin ölçümü giderek daha yaygın hale gelmektedir (Sahota ve diğerleri, 2004).

Normal dozlarda D vitamini, kırık iyileşmesini hızlandırırken, eksikliği kalsiyum seviyelerinde düşüğe ve kemik kalsifikasyonunun zayıflamasına neden olabilir. Ayrıca, kalsiyumun kemikten kana geçişiyle birlikte kemik hücrelerinde sitrat üretimini artırarak kemik sağlığını destekler. Yeniden şekillenme sürecinde de rol oynar. Ancak, yüksek dozda alındığında, D vitamini toksik etkilere yol açabilir (Kılıçoğlu, 2002).

### 2.3. Kalsiyum

Vücut için temel bir mineral olan kalsiyum hem düzenleyici hem de yapısal rollerde önemli işlevlere sahiptir. Kalsiyum (Ca) plazmada proteinlere bağlı, iyonize (serbest) formda ve organik asitlere bağlı olarak bulunur. İskelet sistemi yapısal olarak kalsiyumu bünyesinde barındırır ve hücre içi ile hücre dışı sıvılar arasında kalsiyum sağlayan temel bir depo konumundadır. Kalsiyumun yaklaşık %99'u kemik dokusunda depolanır. Kan dolaşımındaki kalsiyum dengesini sağlamak için iskeletteki toplam kalsiyum depolarının yalnızca %1'i hücre dışı sıvılara geçer. Kandaki dengeyi bağırsaklar, böbrekler ve kemikler arasındaki etkileşimlerle sağlanır ve bu dengeyi paratiroid hormonu, 1,25 dihidroksivitamin D3 ve kalsitonin hormonları düzenler (Finko ve Kaneko, 1989; Foriers ve diğerleri, 2000; Fidan ve Dündar, 2007). Hayvanlarda kan kalsiyum seviyeleri bir dizi faktörden etkilenebilir ve hastalık durumlarında artabilir veya azalabilir (Peacock, 2021; Applegate, 2011).



**Resim 6.** Kalsiyum metabolizması (Uludağ, 2019).

Fizyolojik koşullarda, alınan kalsiyumun yaklaşık %30-40'ı bağırsaklar tarafından emilir. Bu emilim oranı ve hızı, total serum kalsiyum düzeyi, mide asiditesi, yaş ve D vitamini seviyeleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Kalsiyum seviyesi düştüğünde, paratiroid bezlerinde bulunan kalsiyumla ilişkili reseptörler, paratiroid hormonu (PTH) salınımını artırır. PTH, böbreklerde kalsiyum geri emilimini artırırken fosfat atılımını ve 1-25(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> (aktif D vitamini) üretimini artırır. Dolaşımdaki PTH ve 1-25(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> osteoblastlarda bulunan

reseptörlere bağlanarak dolaylı olarak osteoklastik kemik rezorpsiyonunu artırır ve kalsiyum ile fosfatın kana salınımını sağlar (Suda ve diğerleri, 1999).

İyonize kalsiyum, fizyolojik olarak aktif olan formdur ve kemik sağlığı, kas ve sinir fonksiyonu, kan pıhtılaşması, yumurta kabuğu kalsifikasyonu, D vitamini ve paratiroid hormonu (PTH) gibi hormonların salgılanmasının kontrolünde önemli rol oynar. İyonize kalsiyum, tromboplastin salınımını uyararak kan pıhtılaşmasında etkili olur. Aynı zamanda fibrinojenin fibrine dönüşümü için gereken trombinin oluşumunda rol alır. Hücre membranının taşıma fonksiyonlarını yerine getirerek iyonların hücreler arası geçişini, sinaptik bağlantılardan nörotransmitter salınımını, protein hormonlarının etkilerini ve hücre sel enzimlerin salınımını veya aktivasyonunu düzenler. Kalsiyum ayrıca sinir iletimi ve kalp atışlarının kontrolü için gereklidir. Kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum iyonları arasındaki denge, kalp kaslarının düzenli kasılmasını ve dinlenmesini sağlar. Kan kalsiyum seviyesinin düşmesi kalp spazmlarına ve tetanilere, yükselmesi ise kalp ve solunum yetmezliğine neden olabilir. (Baysal, 2017; Schenck ve diğerleri, 2006). Serum iyonize kalsiyum seviyelerindeki büyük bir değişiklik klinik açıdan önemli olabilir. Hücre dışı kalsiyum yalnızca bu alanda paratiroid hormonu (PTH), kalsitonin ve D vitamini metabolitlerinin etkileşimiyle değişen taleplere yanıt olarak düzenlenir (Stanford, 2006).

Hücre dışı kalsiyumun yaklaşık %40'ı proteinlere bağlıdır ve bu bağlanmış kalsiyum fizyolojik olarak aktif olmayan olarak kabul edilir. Proteinler aracılığıyla taşınan bu kalsiyum, iyonize kalsiyum için bir tamponlama sistemi görevi görür. Serum albümin seviyelerindeki herhangi bir değişiklik, toplam kalsiyum seviyelerini doğrudan etkiler. Geri kalan hücre dışı kalsiyum, laktat, sitrat, bikarbonat gibi çeşitli iyonlara bağlıdır ve iyonize kalsiyum olarak kapiller membranlardan geçebilir. Bu durum, kalsiyumun hücre içine ve dışına taşınmasında ve çeşitli hücre sel süreçlerde rol oynamasında önemli bir rol oynar (Schenck ve diğerleri, 2006; Stanford, 2006; Jones, 1999).

## 2.4. Fosfor

Plazmada fosfor, organik (%70) ve inorganik (%30) form olmak üzere iki şekilde bulunur. İnorganik fosforun yaklaşık %10-15'i proteine bağlıdır, geri kalan %85'i ise böbreklerden ultra filtre edilebilen serbest fosfat anyonları şeklinde bulunur. Organik fosfor ise, hücre içinde ve hücre zarında yer alır, metabolik süreçlerde önemli rol oynar (Campbell, 1988; Weisinger ve Bellorín-Font, 1998).

İnorganik fosfatın vücutta çeşitli önemli görevleri vardır. Bunlar arasında kemik mineralizasyonu ve iskelet gelişimi, enerji metabolizması, hemoglobin aracılığıyla dokulara oksijen taşınması, protein fosforilasyonu, hücre içi sinyal ileti sistemi, nükleotid ve fosfolipid metabolizması ve tamponlama gibi işlevleri bulunmaktadır (Weisinger ve Bellorín-Font, 1998; Dawson, 1977).

İnorganik fosfat, DNA'nın moleküler omurgasını sağlar ve hidroksiapatitin yapısında bulunan kritik bir iyon olarak omurgalıların iskelet mineral içeriğinin temelini oluşturur. Adenozin trifosfat gibi biyolojik enerji deposu olarak kimyasal özelliklere sahiptir. Bununla birlikte, glikoliz gibi enzimatik reaksiyonları ve 2,3-difosfoglisarat sentezi aracılığıyla hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesini düzenleyen proteinlerin fonksiyonlarını etkiler. Hücre içi iletişimin önemli bir bileşenidir ve protein yapılarının fosforilasyonu ve defosforilasyonu yoluyla aktivasyon sinyalleri oluşturmaktadır (Küçük ve diğerleri, 2015).

Fosfor, organizmada kalsiyumdan sonra en fazla bulunan bir makro elementtir ve tüm hayvanlar için esansiyel bir mineraldir. İskelet dokusunun gelişimi, korunması ve birçok metabolik fonksiyon için gereklidir. Vücutta, fosforun büyük bir kısmı (%78-80'i) kemikte bulunurken, %9-10'u kaslarda, %1'i ise sinir sisteminde yer alır. Geri kalan kısım ise diğer organlarda ve iç sıvılarda bulunur. Fosfor, iskeletin büyümesi, diş gelişimi, kanın kimyasal yapısı, vücudun asit-baz dengesi, vitamin ve enzim aktiviteleri gibi birçok önemli süreçte rol oynar (Olgun ve Sabiha, 1983; Konca ve Yazgan, 2002).

Fosforun iskelet üzerindeki önemli rolü, genellikle kalsiyumla birlikte vitamin D'nin varlığına bağlıdır. Ayrıca, kalsiyum-fosfor ve magnezyum-fosfor oranları da bu elementin emilimini önemli ölçüde etkiler. Beslenme yoluyla alınan fazla fosfor miktarı, kandaki fosfor düzeyini yükselterek böbreklerde D vitamini üretimini katalize eden enzimleri baskılar. Bu durumda D vitamini üretimi azalır ve bağırsaklardan kalsiyum emilimi de azalır (Goff ve diğerleri, 1990).

Diyetle alınan fosforun yaklaşık %70'i, büyük ölçüde duodenum ve jejunum gibi bağırsağın belirli bölgelerinden, 1,25 dihidroksi vitamin D3 (1,25 (OH)<sub>2</sub> D3) tarafından uyarılan sodyuma bağlı aktif taşıma ve pasif difüzyon yoluyla emilir. Fosforun vücuttaki dengesi, D vitamini ve paratiroid hormonu gibi faktörlerin karmaşık etkileşimleriyle sağlanır. D vitamini, fosfattan fakir bir diyetle barsaktan fosfat emilimini artırırken, fosfattan zengin bir diyetle bu emilimi azaltır. Ayrıca, düşük ekstrasellüler fosfat seviyeleri, böbreklerde 1 $\alpha$ -hidroksilazı aktive ederek 1 $\alpha$ ,25-dihidroksi vitamin D3 sentezini artırır. Normal şartlarda fosfat dengesi, önemli ölçüde böbrekler tarafından idrarla atılan fosfat miktarı ile barsaktan emilen miktar arasında sağlanır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, fosfat metabolizmasının düzenlenmesinde parathormon ve D vitamini dışında yeni faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymuştur (Yıldırım ve diğerleri, 2013).

FGF23, fosfatürik bir hormondur ve mineralize kemikte osteositler tarafından üretilir. Kemik mineralizasyonu için optimal kalsiyum-fosfat oranlarının sağlanması organizma için kritiktir ve bu hassas ayar, D vitamini, PTH ve FGF23 arasındaki etkileşimle sağlanır. D vitamini mineralizasyon sürecinde rol oynarken, PTH serum kalsiyumunu normal aralıkta tutmada görev alır. FGF23 ise fosfor zehirlenmesine karşı vücudu korumada rol oynar (Önal, 2019).

## **2.5. ALP (Alkalen Fosfataz)**

Alkalen fosfataz (ALP), alkali ortamlarda fosfo monoesterleri hidroliz ederek fosforu serbest bırakan ve bunları ilgili alkol, fenol veya şekerlere dönüştüren bir enzim grubudur. Bu enzim birçok dokuda bulunur. Yetişkinlerde bulunan alkalen fosfatazın yarısı karaciğerden, diğer yarısı ise kemikten kaynaklanır (Yıldırım, 2001). Kanda ALP aktivitesinde artış, safra tıkanması, karaciğer hasarı, steroid tedavileri, büyüme dönemindeki hayvanlar, yaygın kemik hastalıkları, endokrin bozukluklar, tümörler, septisemi, aşırı açlık ve gebelik gibi durumlarla ilişkilendirilmiştir (Çakmak, 2002; Mert, 1996).

Kemik metabolizmasının değerlendirilmesinde kullanılan biyokimyasal belirteçler arasında serum alkalen fosfataz düzeyi sıklıkla kullanılmaktadır. ALP, osteoblastların plazma membranında bulunur ve özellikle osteoid formasyonunda ve mineralizasyonunda önemli rol oynar. Kemik döngüsünün bir parçası olan kemik rezorpsiyonu ve oluşumunu yansıtan bir biyobelirteç olan ALP, kemik turnoverının bir göstergesi olarak kabul edilir. Bu nedenle,

kemik metabolizmasını değerlendirmede önemli bir rol oynar ve kemik metastazı gibi durumlarda kemik formasyonu ve rezorbsiyonunu yansıtabilir (Cremers ve diğerleri, 2008; Meijer ve diğerleri, 1998; Wakabayashi ve diğerleri, 2013). Kemik metabolizmasıyla ilgili yapım ve yıkım hızını bağımsız olarak değerlendirmeye yarayan kemik belirteçleri, kemik döngüsünü yansıtan belirteçler olarak sınıflandırılır. Kemik yapım belirteçleri, kemik oluşumunu yansıtan bileşenlerdir ve bu belirteçler arasında serum osteokalsin, serum total alkalin fosfataz (ALP), kemik spesifik ALP, prokollajen tip 1 C-terminal propeptit ve prokollajen tip 1 N-terminal propeptit bulunmaktadır (Glendenning, 2011).

Alkalin fosfataz aktivitesi, kemik hastalıklarının tanısında sıkça başvuru alan bir biyokimyasal göstergedir ve kısmen osteoblastların aktivitesinden kaynaklanır. Dolayısıyla, osteoporotik hastalarda serum ALP aktivitesi genellikle normalin iki katından daha yüksek değerler gösterebilir (Ecer ve diğerleri, 2005). Bu belirteçler, kemik metabolizmasının değerlendirilmesinde önemli rol oynar ve kemik oluşumu ve yıkımı arasındaki dengenin anlaşılmasına yardımcı olur.

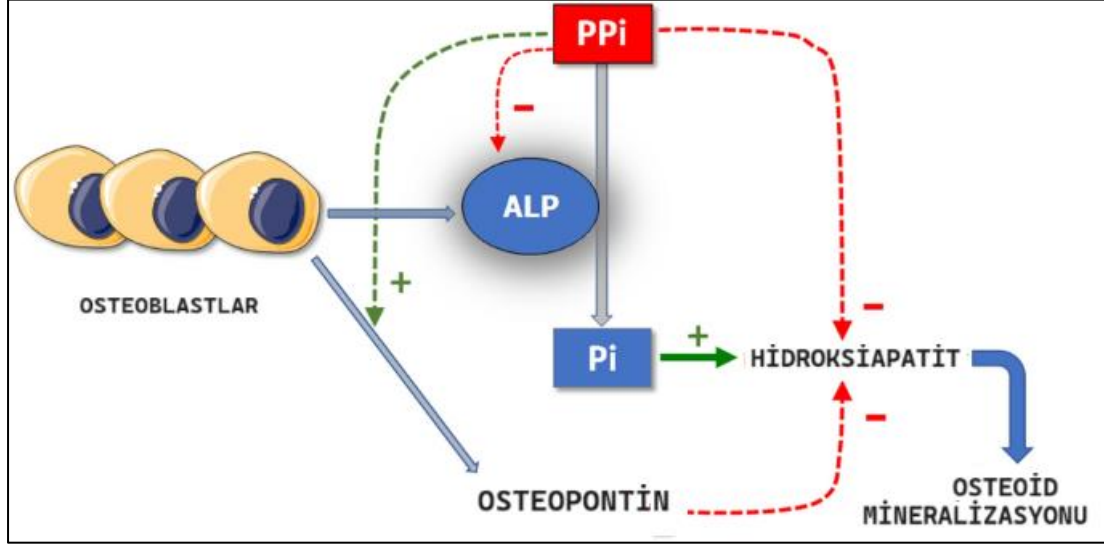
Osteoporoz teşhisi için, osteoblastların ürettiği enzim fraksiyonunun ölçümü önemlidir. Serum total ALP düzeyleri, karaciğer veya safra bozuklukları gibi diğer etkenlerin dışlandığı durumlarda sadece kemik yapımının bir göstergesi olarak kullanılabilir. Ancak, kemik spesifik izoenzim olan BAP, sadece osteoblastların membranında bulunur ve osteoblastların aktive olduğu durumlarda dolaşıma salınır. Bu nedenle, BAP ölçümü, kemik dışı patolojilerden daha az etkilenmektedir ve osteoporoz tanısında daha güvenilir bir gösterge olarak kullanılabilir (Magnusson ve diğerleri, 1995). Bu nedenle, osteoporozun kemik metabolizmasındaki değişikliklerin belirlenmesinde BAP gibi kemik spesifik izoenzimlerin ölçümü önemlidir.

ALP düzeyinin karaciğer kaynaklı yüksekliğinden ayırt edilmesi için gamma glutamil transferaz enzimi ile birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir. Kemik yapımına daha spesifik bir değerlendirme sağlayan kemiğe spesifik ALP, bu durumu daha kesin olarak belirlemeye yardımcı olabilir. Yapılan bir çalışmada hastaların total ALP düzeyleri incelenmiş ve osteokalsin düzeyi ile arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, kemiğe spesifik ALP'nin incelenemediği durumlarda total ALP'nin bile kemik yapımı hakkında bilgi verebileceğini bildirilmiştir (Yalbuздаę ve diğerleri, 2015).

Kemik iyileşmesinin ikinci aşaması olan reparasyon döneminde, kırık dokusunda, kondrositler hipertrofiye uğradığında, alkalin fosfataz salgılanmaktadır. Bu süreçte,



kondrositlerden kıkırdak matriks vezikülleri de atılmaya başlar ve kıkırdak matriksi kalsifiye olur. ALP'nin bu süreçteki katkısının önemli olduğu düşünülmektedir (Kılıçoğlu, 2002).



**Resim 7.** ALP'nin kemik oluşumundaki etkisinin gösterilmesi. (Riancho,2023).

Aşağıdaki tabloda kedilerde D vitamini, kalsiyum, fosfor ve ALP değerlerinin yaklaşık olması gereken değer aralıkları sunulmuştur.

PARAMETRELER	REFERANS ARALIKLARI
D VİTAMİNİ	100-150 ng/ml
KALSİYUM	1.12-1.32 mmol/L veya 4.5-5.3 mg/dL
FOSFOR	2.5- 6.0 mg/dL veya 0.8- 1.9 mmol/L
ALKALEN FOSFATAZ (ALP)	7-68 U/L

**Tablo 1.** Kedilerde D vit., Ca, Fosfor ve ALP değerlerinin referans aralıkları

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Gereç

Çalışma materyalini, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Küçük Hayvan Cerrahi Kliniği'ne teşhis ve tedavi amacıyla getirilen, değişik ırk, yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığına sahip toplam 50 (n=50) kedi oluşturdu. Hayvanlar klinik ve radyografik muayene sonucunda kırık tespit edilen 30 (n=30) adet kedi kırık grubunu, herhangi bir hastalığı bulunmayan kısırlaştırma için kliniğimize getirilen 20 (n=20) adet kedi kontrol grubunu oluşturdu.

Çalışmaya başlamadan önce hasta sahiplerinden detaylı bir şekilde anamnez bilgisi alındı, daha sonra ayrıntılı muayeneleri gerçekleştirildi. Hasta sahiplerinden yapılacak teste ilişkin detaylı bilgi verildi ve aydınlatılmış hasta onam formu imzalatıldı.

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 64583101/2022/83 sayılı kararı ile onaylanmış ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesinde gerçekleştirilmiştir.

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından VTF 23029 proje numarası ile desteklenmiştir.

#### 3.2. Yöntem

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Cerrahi Kliniğine getirilen hayvanların öncelikle anamnez bilgileri alındı. Kırık şüphesi olan hayvanların klinik ve radyolojik muayeneleri yapıldı. Radyografik muayeneleri Bucky'li masaya sahip Comed marka (Comed Medical System, Korea) 150 Kv, 500 mAS gücünde hareketli röntgen cihazı ve Konika Minolta R Sigma II marka CR sistemi kullanılarak yapıldı. Sağlıklı kontrol grubundaki hayvanların ise sadece klinik muayeneleri yapıldı.

Kontrol ve kırık grubundaki hayvanların muayeneleri yapıldıktan sonra V. cephalica'dan antikoagülsüz (serum) serum tüplerine 2 ml olacak şekilde kan alındı. Serum tüplerine alınan kan örnekleri Fakültemiz Merkez Laboratuvarında bulunan santrifüj (Hettich,

Almanya) cihazı aracılığı ile 3000 devir/dk düzeyinde santrifüj edildikten sonra serumları çıkarıldı. Toplanan örnekler -20 derecede buzdolabının dondurucu kısmında saklandı.

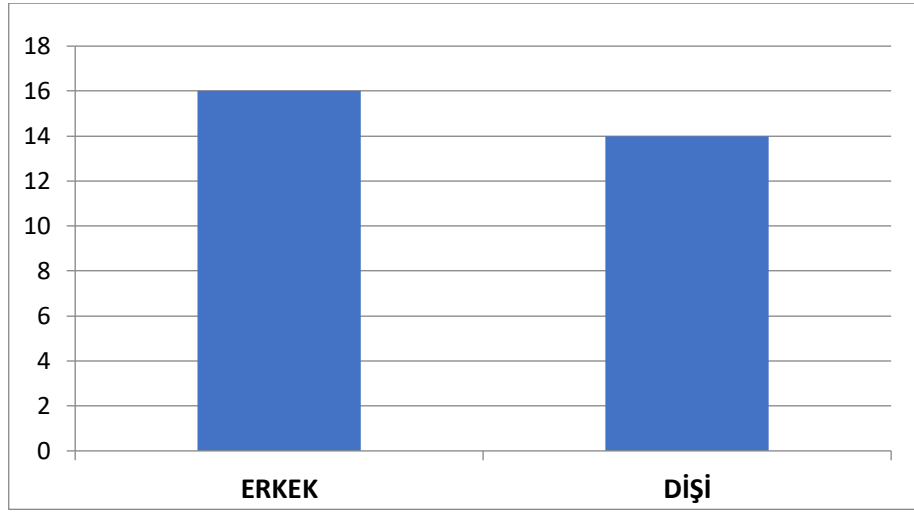
Çalışma için gereken örnek sayısı tamamlandıktan sonra elde edilen serum örneklerinden immunokromotografik test cihazı (Savant-100, Çin) yardımı ile D vitamini (25-OH-D3) ve otoanalizatör (Randox, Monaco) test cihazı ile ALP, fosfor ve kalsiyum ölçümleri yapıldı.

### **3.3. İstatiksel Değerlendirme**

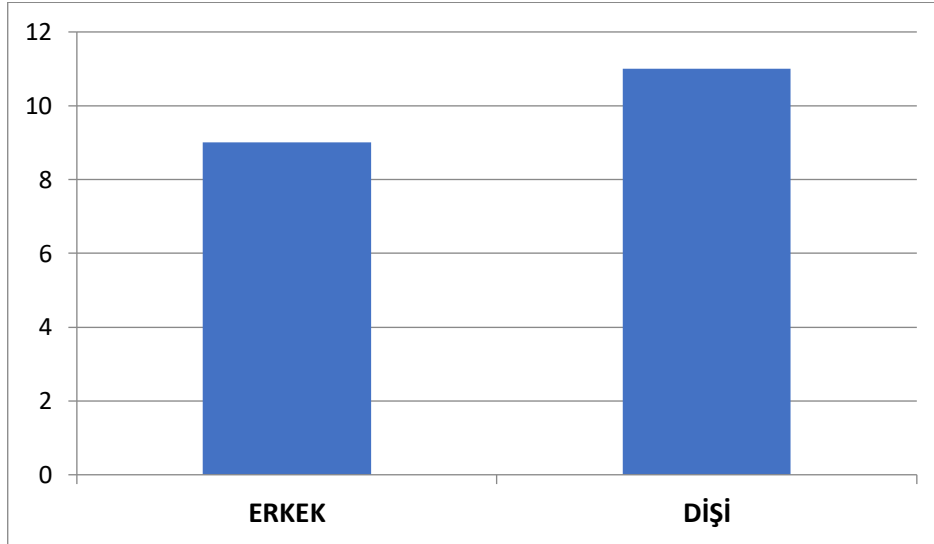
Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 20.0 (Şikago, IL, ABD) programından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda student t testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Çalışma materyalini 30 adet kırık grubu ve 20 adet sağlıklı kontrol grubu olmak üzere toplam 50 adet (n=50) kedi oluşturdu. Hayvanların cinsiyete göre dağılımına bakıldığında kırığı bulunan kedilerin %47'si (n=14) dişi, %53'ü (n=16) erkek (Şekil 1), sağlıklı olan kontrol grubunda ise %55'i (n=11) dişi, %45'i (n=9) erkek olarak belirlendi (Şekil 2).

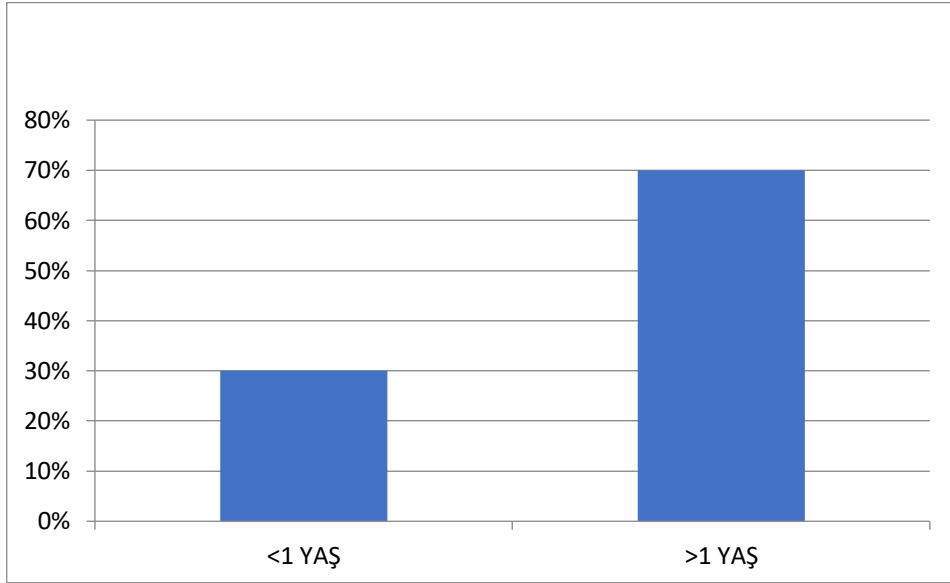


Şekil 1. Kırığı olan kedilerde cinsiyet dağılımı.

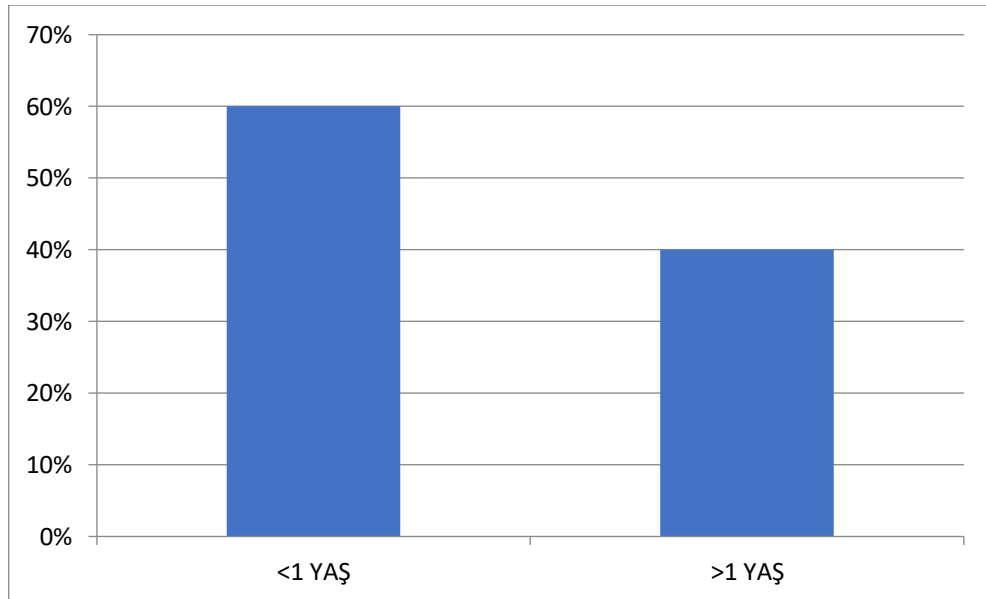


Şekil 2. Sağlıklı kedilerde cinsiyet dağılımı.

Materyali oluşturan hayvanların yaş aralıkları 6 aylık-48 aylık arasında olması nedeni ile sunulan tez çalışmasında hayvanların yaş dağılımını 1 yaş altı (4 ay-12 ay) ve 1 yaş üstü (12 ay-48 ay) olarak iki gruba ayrıldı. Bu değerlendirmeye göre kırığı olan grubun %30'u (n=9) 1 yaş ve 1 yaşından küçük, %70'i (n=21) 1 yaşından büyük olarak belirlendi (Şekil 3). Sağlıklı kontrol grubunda ise %60'ı (n=12) 1 yaşından küçük, %40'ı (n=8) 1 yaşından büyük olarak bulundu (Şekil 4).

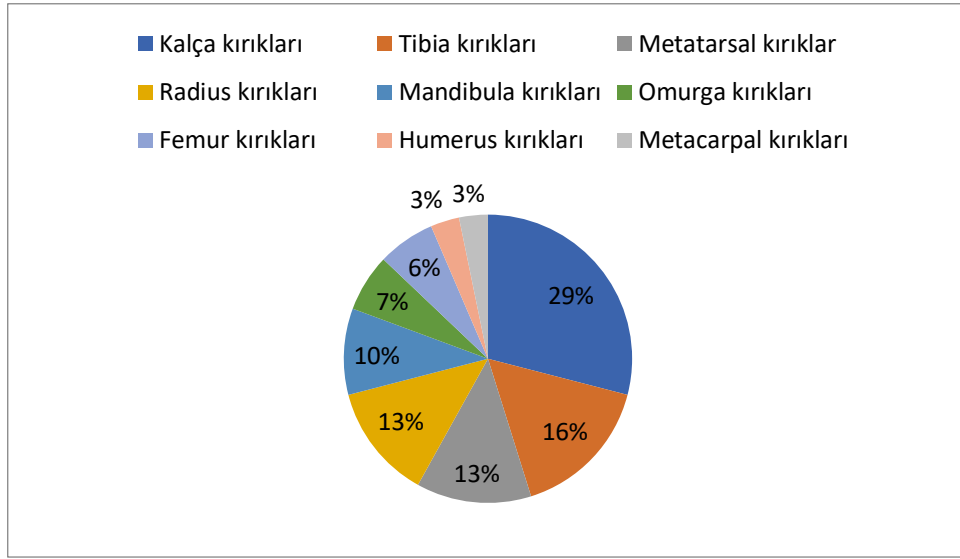


**Şekil 3.**Kırığı olan kedilerde yaş dağılımı.

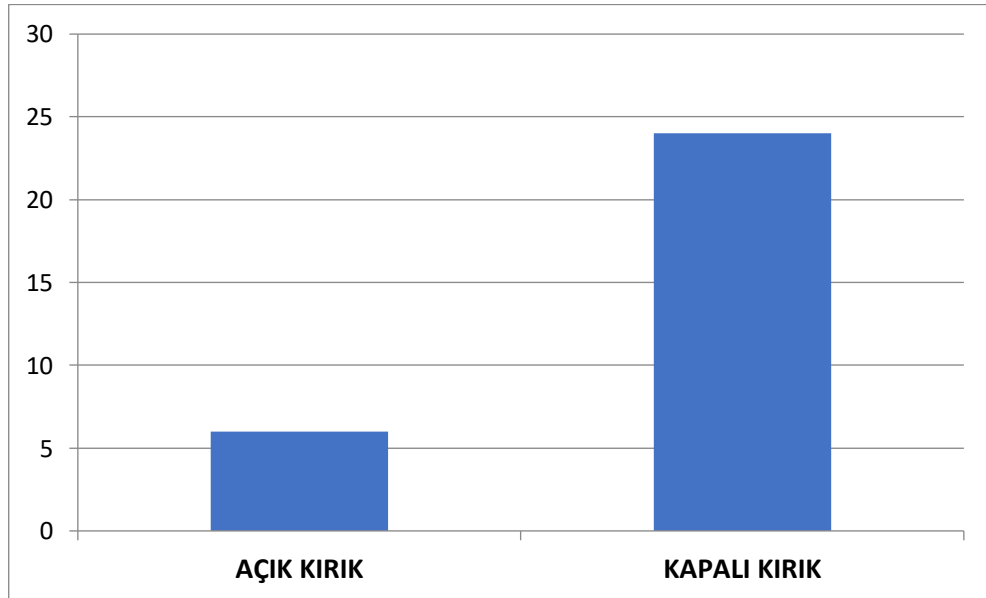


**Şekil 4.** Sağlıklı kedilerin yaş dağılımı.

Sunulan çalışmada kırığı olan hayvanların kırığın kemiklere göre dağılımına bakıldığında %29'u (n=9) kalça kırığı, %16'sı (n=5) tibia kırığı, %13'ü (n=4) radius kırığı, %13'ü (n=4) metatarsal kırık, %6'sı (n=3) mandibula kırığı, %6'sı (n=2) femur kırığı, %3'ü (n=1) humerus kırığı ve %3'ü (n=1) metacarpal kemiklerde kırık olarak belirlendi (Şekil 5). Kırığı bulunan kedilerin %16,6'sının (n=5) birden fazla bölgede kırığı olduğu belirlendi. Kırıkların dış ortamla ilişkisine göre %16,6'sı (n=6) açık kırık, %83,4'ü (n=24) kapalı kırık olarak bulundu (Şekil 6).

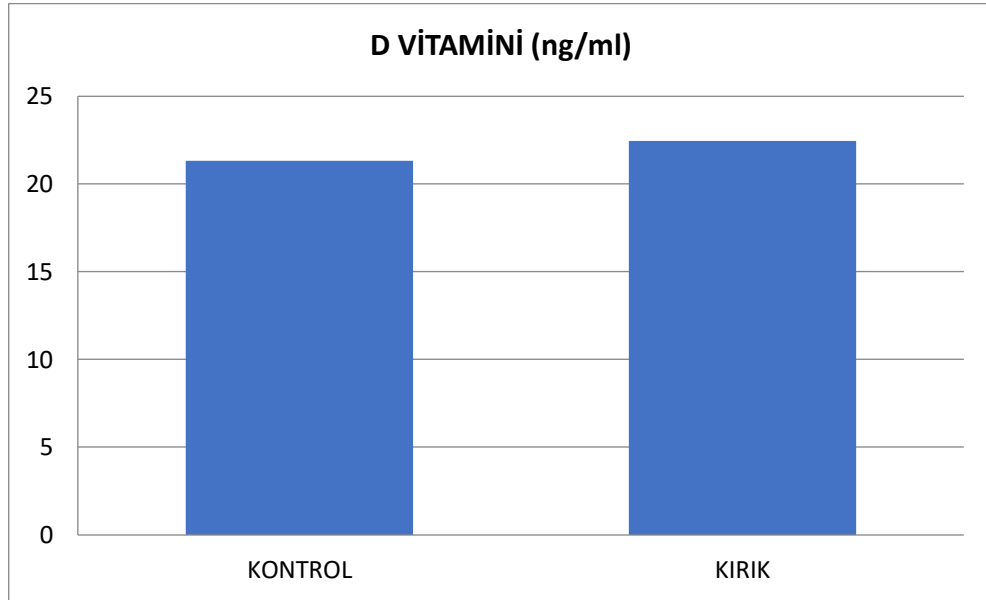


Şekil 5. Kırılan kemiklere göre dağılım.



Şekil 6. Kırıkların dış ortamla ilişkisine göre kırıklar

Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında D vitamini düzeyi ortalama  $\pm$  standart hata dişi kedilerde  $22,33 \pm 0,71$  ng/ml, erkek kedilerde  $22,59 \pm 1,07$  ng/ml, sağlıklı kedilerde ise dişi hayvanlarda  $22,20 \pm 1,13$  ng/ml, erkek hayvanlarda  $20,27 \pm 1,10$  ng/ml olarak bulundu. Her iki grupta erkek ve dişi hayvanlar arasında D vitamin yönünden istatikselsel bir fark belirlenmedi. Bu nedenle gruplarda erkek ve dişi hayvan ayrımı yapılmadan toplam ortalaması alındı. Kırık grubunda D vitamini ortalaması  $22,47 \pm 0,65$  ng/ml, sağlıklı kontrol grubunda  $21,34 \pm 0,80$  ng/ml olarak bulundu. Kırığı bulunan hayvanlar ile sağlıklı hayvanlar arasında D vitamini yönünden istatikselsel bir fark belirlenmedi ( $P=0,56$ ). D vitamini sonuçları şekil 7' de verildi.



Şekil 7. D vitamini değerleri ortalaması.

Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında 1 yaş üstü hayvanların D vitamini düzeyi  $21,85 \pm 0,58$  ng/ml, 1 yaş altı hayvanların D vitamini düzeyi  $23,92 \pm 1,65$  ng/ml olarak belirlendi. Sağlıklı kontrol grubunda 1 yaş üstü hayvanların D vitamini düzeyi  $22,02 \pm 1,56$  ng/ml, 1 yaş altı hayvanlarda ise  $20,88 \pm 0,88$  ng/ml olarak belirlendi. Her iki grupta D vitamini yönünden istatikselsel bir fark belirlenmedi ( $P>0,05$ ).

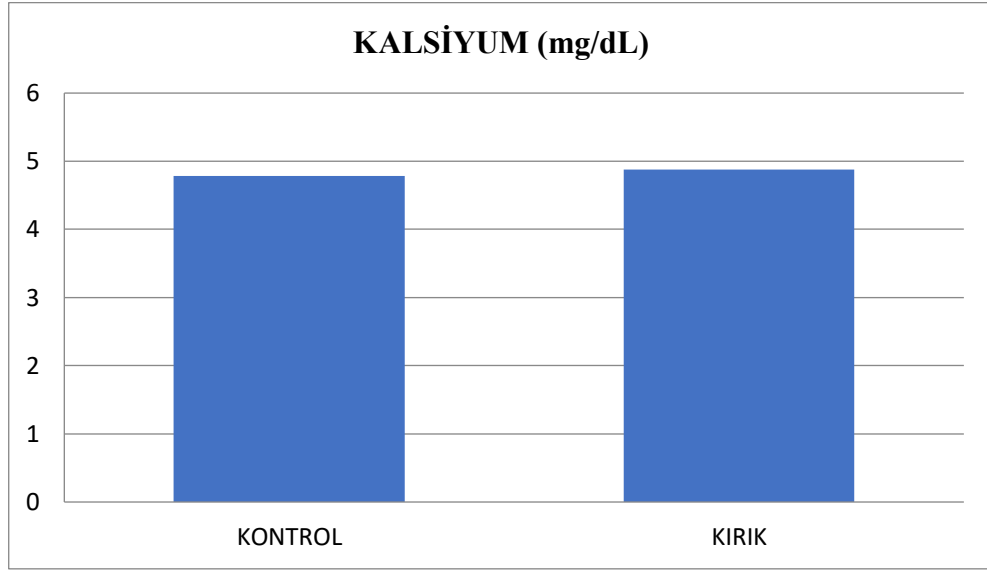
Kırılan kemiklere göre hayvanların D vitamini ortalama değeri tablo 2’de sunuldu. Birer olgu olan humerus kırığında D vitamini düzeyi 22,9 ng/ml, metacarpus kırığında ise 19,2 ng/ml olarak belirlendi. En yüksek D vitamin değeri radius kırığında 26,42 ± 3,17 ng/ml, en düşük ise 19,65 ± 0,15 ng/ml femur kırığında belirlendi.

Kırılan kemik	Hayvan sayısı	D vitamini (min- max)	Ortalama
Kalça kemiği	9	17,90 – 28,40	21,90 ± 1,03
Tibia	5	20,40 – 26,50	22,55 ± 1,06
Metatarsal	4	18,60 – 22,20	20,85 ± 0,86
Radius	4	20,40 – 35,3	26,42 ± 3,17
Mandibula	3	21,30 – 28,45	23,85 ± 2,30
Omurga	2	21,70 – 22,60	22,15 ± 0,45
Femur	2	19,50 – 19,80	19,65 ± 0,15

**Tablo 2.** D vitamininin kırılan kemiğe göre değerleri.

Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında kalsiyum düzeyi ortalama ± standart hata dişi hayvanlarda 4,75 ± 0,29 mg/dL, erkek hayvanlarda 4,99 ± 0,33 mg/dL, sağlıklı kedilerde ise dişi hayvanlarda 4,86 ± 0,42 mg/dL, erkek hayvanlarda 4,68 ± 0,34 mg/dL olarak bulundu. Her iki grupta erkek ve dişi hayvanlar arasında kalsiyum yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi (P>0,05). Bu nedenle gruplarda erkek ve dişi hayvan ayrımı yapılmadan toplam ortalaması alındı. Kırık grubunda kalsiyum ortalaması 4,88 ± 0,25 mg/dL, sağlıklı kontrol grubunda 4,78 ± 0,27 mg/dL olarak bulundu. Kırık bulunan hayvanlar ile sağlıklı hayvanlar arasında kalsiyum yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi (P=0,80). Kalsiyum ölçüm değerleri açısından kontrol grubu ile kırık grubu sonuçları şekil 8’ de verilmiştir.





**Şekil 8.** Kalsiyum değerlerinin ortalaması.

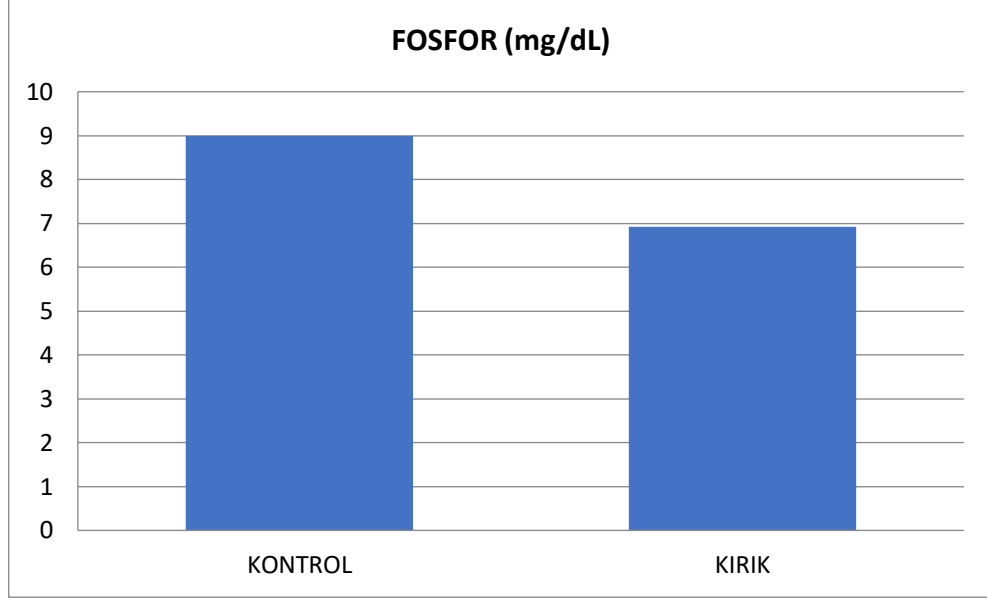
Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında 1 yaş üstü hayvanların kalsiyum düzeyi  $4,31 \pm 0,20$  mg/dL, 1 yaş altı hayvanların kalsiyum düzeyi  $6,19 \pm 0,47$  mg/dL olarak belirlendi. Sağlıklı kontrol grubunda 1 yaş üstü hayvanların kalsiyum düzeyi  $4,75 \pm 0,55$  mg/dL, 1 yaş altı hayvanlarda ise  $4,75 \pm 0,29$  mg/dL olarak belirlendi. Her iki grupta yaş dağılımları arasında istatistiksel bir fark bulunmadı ( $P= 0,91$ ). Kırık olgularında kapalı kırık olan grupta kalsiyum düzeyi ortalama  $4,64 \pm 0,26$  (2,10-7,90) mg/dL, açık kırık olan grupta kalsiyum düzeyi ortalama  $5,83 \pm 0,59$  (3,20-7,10) mg/dL olarak bulundu. Gruplar arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmadı ( $P=0,10$ ).

Kırılan kemiklere göre hayvanların kalsiyum ortalama değeri tablo 3' de sunuldu. Birer olgu olan humerus kırığında kalsiyum düzeyi 4 mg/dl, metacarpus kırığında ise 3,9 mg/dl olarak belirlendi. En yüksek kalsiyum değeri metatarsal kemik kırığında  $6,00 \pm 0,64$  mg/dl, en düşük ise  $4,20 \pm 0,55$  mg/dl omurga kırığında belirlendi.

<b>Kırılan kemik</b>	<b>Hayvan sayısı</b>	<b>Kalsiyum (min- max)</b>	<b>Ortalama</b>
<b>Kalça kemiği</b>	9	2,10 – 7,90	4,45 ± 0,62
<b>Tibia</b>	5	2,80 – 5,60	4,24 ± 0,58
<b>Metatarsal</b>	4	4,20 – 6,90	6,00 ± 0,64
<b>Radius</b>	4	4,20 – 7,10	5,32 ± 0,62
<b>Mandibula</b>	3	4,00 – 5,70	4,96 ± 0,50
<b>Omurga</b>	2	4,20 – 4,20	4,20 ± 0,55
<b>Femur</b>	2	4,90 – 5,60	5,25 ± 0,35

**Tablo 3.** Kırık kemiğe göre kalsiyum değerleri

Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında fosfor düzeyi ortalama  $\pm$  standart hata dişi hayvanlarda  $6,05 \pm 1,37$  mg/dL, erkek hayvanlarda  $7,69 \pm 2,18$  mg/dL, sağlıklı kedilerde ise dişi hayvanlarda  $7,95 \pm 3,70$  mg/dL, erkek hayvanlarda  $10,24 \pm 2,36$  mg/dL olarak bulundu. Her iki grupta erkek ve dişi hayvanlar arasında fosfor yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi. Bu nedenle gruplarda erkek ve dişi hayvan ayrımı yapılmadan toplam ortalaması alındı. Kırık grubunda fosfor ortalaması  $6,92 \pm 2,00$  mg/dL, sağlıklı kontrol grubunda  $8,99 \pm 3,30$  mg/dL olarak bulundu. Kırık bulunan hayvanlar ile sağlıklı hayvanlar arasında fosfor yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi ( $P=0,18$ ). Fosfor ölçüm değerleri açısından kontrol grubu ile kırık grubu sonuçları şekil 9’ da verilmiştir.



**Şekil 9.** Fosfor değerlerinin ortalaması.

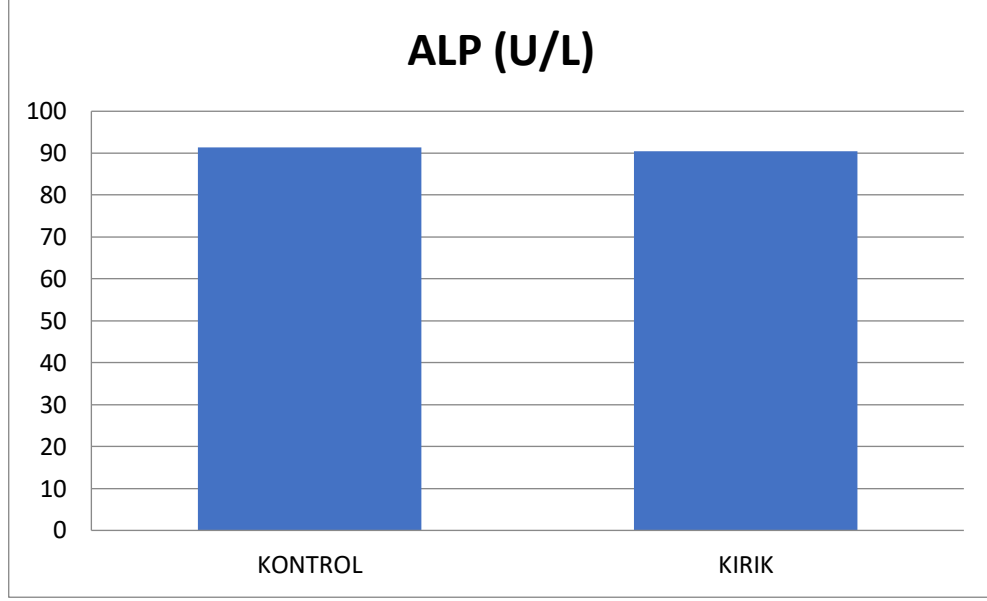
Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında 1 yaş üstü hayvanların fosfor düzeyi  $6,28 \pm 1,36$  mg/dL, 1 yaş altı hayvanların fosfor düzeyi  $8,43 \pm 2,50$  mg/dL olarak belirlendi. Sağlıklı kontrol grubunda 1 yaş üstü hayvanların fosfor düzeyi  $8,69 \pm 4,40$  mg/dL, 1 yaş altı hayvanlarda ise  $9,19 \pm 0,73$  mg/dL olarak belirlendi. Her iki grupta yaş dağılımları arasında istatistiksel bir fark bulunmadı. Sunulan çalışmada kırık olgularında kırık tipine göre kapalı kırık olan grupta fosfor düzeyi ortalama  $6,37 \pm 0,32$  mg/dL (5,50-9,70), açık kırık olan grupta fosfor düzeyi ortalama  $9,15 \pm 0,82$  mg/dL (6,70-11,70) olarak bulundu. Kapalı kırığı bulunan hayvanlar ile açık kırığı bulunan hayvanlar arasında fosfor yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi ( $P>0.05$ ).

Kırılan kemiklere göre hayvanların fosfor ortalama değeri tablo 4' de sunuldu. Birer olgu olan humerus kırığında fosfor düzeyi 6 mg/dl, metacarpus kırığında ise 6,7 mg/dl olarak belirlendi. En yüksek fosfor değeri metatarsal kemik kırığında  $9,12 \pm 0,82$  mg/dl, en düşük ise  $5,96 \pm 0,93$  mg/dl mandibula kırığında belirlendi.

<b>Kırılan kemik</b>	<b>Hayvan sayısı</b>	<b>Fosfor (min- max)</b>	<b>Ortalama</b>
<b>Kalça kemiği</b>	9	4,40-9,70	6,23 ± 0,62
<b>Tibia</b>	5	5,30-8,70	7,20 ± 0,59
<b>Metatarsal</b>	4	6,70-10,30	9,12 ± 0,82
<b>Radius</b>	4	4,30-11,70	7,37 ± 1,55
<b>Mandibula</b>	3	4,20-7,40	5,96 ± 0,93
<b>Omurga</b>	2	5,90-6,10	6,00 ± 0,10
<b>Femur</b>	2	4,90-9,20	7,05 ± 2,15

**Tablo 4.** Kırık kemiğe göre fosfor değerleri

Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında alkalen fosfataz düzeyi ortalama ± standart hata dişi hayvanlarda  $86,64 \pm 24,00$ , erkek hayvanlarda  $93,68 \pm 29,29$ , sağlıklı kedilerde ise dişi hayvanlarda  $86,72 \pm 20,08$ , erkek hayvanlarda  $97,00 \pm 36,96$  olarak bulundu. Her iki grupta erkek ve dişi hayvanlar arasında ALP yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi. Bu nedenle gruplarda erkek ve dişi hayvan ayrımı yapılmadan toplam ortalaması alındı. Kırık grubunda ALP ortalaması  $90,40 \pm 26,73$ , sağlıklı kontrol grubunda  $91,35 \pm 28,54$  olarak bulundu. Kırık bulunan hayvanlar ile sağlıklı hayvanlar arasında ALP yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi ( $P=0,90$ ). ALP ölçüm değerleri açısından kontrol grubu ile kırık grubu sonuçları şekil 10’ da verilmiştir.



**Şekil 10.** ALP değerlerinin ortalaması.

Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında 1 yaş üstü hayvanların ALP düzeyi  $86,66 \pm 20,95$  U/L, 1 yaş altı hayvanların ALP düzeyi  $99,11 \pm 37,03$  (U/L olarak belirlendi. Sağlıklı kontrol grubunda 1 yaş üstü hayvanların ALP düzeyi  $82,37 \pm 33,65$  U/L, 1 yaş altı hayvanlarda ise  $97,33 \pm 24,27$  U/L olarak belirlendi. Her iki grupta yaş dağılımları arasında istatistiksel bir fark bulunmadı ( $P=0,36$ ).

Sunulan tez çalışmasında kırık olgularında kırık tipine göre kapalı kırıklarda ortalama ALP düzeyi  $87,83 \pm 20,34$ , açık kırıklarda ortalama ALP düzeyi  $100,66 \pm 45,64$  bulunmuştur. Kapalı kırığı bulunan hayvanlar ile açık kırığı bulunan hayvanlar arasında ALP yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi ( $P=0,52$ ).

Kırılan kemiklere göre hayvanların ALP ortalama değeri tablo 5' de sunuldu. Birer olgu olan humerus kırığında ALP düzeyi 96 U/L metacarpus kırığında ise 140 U/L olarak belirlendi. En yüksek ALP değeri metacarpus kemik kırığında  $140 \pm 0,8$  U/L, en düşük ise  $76 \pm 3$  U/L mandibula kırığında belirlendi.

<b>Kırılan kemik</b>	<b>Hayvan sayısı</b>	<b>ALP (min- max)</b>	<b>Ortalama</b>
<b>Kalça kemiği</b>	9	58-117	79,44 ± 0,62
<b>Tibia</b>	5	69-139	92,20 ± 0,59
<b>Metatarsal</b>	4	64-168	102 ± 0,82
<b>Radius</b>	4	55-117	79 ± 13
<b>Mandibula</b>	3	70-81	76 ± 3
<b>Omurga</b>	2	86-109	97 ± 11
<b>Femur</b>	2	107-114	110 ± 3,50

**Tablo 5.** Kırık kemiğe göre ALP değerleri.

## 5. TARTIŞMA

D vitamini yağda eriyen sekosteroid bir hormondur. Görevi kalsiyum emiliminin yanında kemik mineralizasyonunu ve metabolizmasını düzenleyerek nöromusküler fonksiyonları desteklemek ve kalsiyum fosfor dengesini sağlamaktır. Ayrıca vücutta çeşitli biyolojik süreçlerin sağlıklı bir şekilde işlemesi için gereken kalsiyum dengesinin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Kutsal ve diğerleri, 2011). D vitamini düzeyinin normal değerlerde olması, sadece en uygun kemik gelişimi için değil aynı zamanda birçok kronik hastalıktan korunmak için de gereklidir. Vitamin D eksikliği insanlarda osteoporoz, düşme ve kırıklarda bir risk faktörü olarak tanımlanmıştır. İnsanlarda yapılan çalışmalarda vitamin D eksikliği ile kırık riskli arasında bir ilişki özellikle kalça kırıkları arasında bir ilişki belirlenmiştir Ayrıca kemik oluşumunda bozulmanın yanı sıra, proksimal kas güçsüzlüğüne ve nöromusküler koordinasyonda bozulmaya neden olarak düşmelere yatkınlığı ve kırık riskini arttırdığı bildirilmiştir (Cummings ve diğerleri 1998; Gerdhem ve diğerleri 2005; Garnero ve diğerleri 2007). Hayvanlarda özellikle kediler de böyle bir çalışma bulunamamıştır. Bu nedenle sunulan tez çalışmasında kırığı olan kedilerde öncelikle D vitamini olmak üzere kalsiyum, fosfor ve alkalin fosfataz değerleri ile kırık arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemeyi amaçladık.

Kedilerde travma lezyonları fazla görülmektedir. Travma sonrası görülen hastalıklar içerisinde ise kırıklar en fazla oluşmaktadır. Kedilerde karşılaşılan kırık olgularının en fazla uzun kemik kırıklarının olduğu ve bu kırıklar arasında arka ekstremitte kırıklarının daha fazla meydana geldiği bildirilmiştir (Haresen 2009; Koç, 2021; Vasileva ve Chaprazov 2022). Sunulan tez çalışmasında kırıkların dağılımına %29'u kalça kırığı, %16'sı tibia kırığı, %13'ü radius kırığı, %13'ü metatarsal ve metacarpal kemiklerde kırık, %6'sı mandibula kırığı, %6'sı femur kırığı, % 3'ü humerus kırığı ve %3'ü metacarpus kırığı olarak belirlendi. Bu kırıkların dış ortama ilişkisine göre değerlendirdiğimizde %83,4 kapalı kırık, %16,6 açık kırık olarak belirlendi.

Literatürlerde kırık olgularının genç hayvanlarda (1 yaş altında) daha sık olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeninin genç hayvanların kemik gelişiminin tamamlanmamış olması nedeniyle yeterince dirence sahip olmaması, epifiz hatlarının henüz tam olarak kapanmaması ve genç hayvanların erişkinlere göre daha heyecanlı, oyuncu ve aktif olması, onları çevredeki tehlikelerden koruyacak tecrübeye sahip olmamasını olduğu ifade edilmiştir (Boudrieau ve

Sinibaldi 1992; Jain ve diğerleri 2018; Keosengthong ve diğerleri, 2019). Cardoso ve diğerleri (2016), kırığı bulunan 141 kedi üzerinde yaptığı çalışmada, 6 ile 180 aylık yaş aralığındaki vakaların %58,16'sı 12 ayın altında, %31,20'si ise 12 ayın üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Olguların %9,93'ünde ise yaş belirtilmemiştir. Sunulan çalışma da yaşa göre yapılan değerlendirmede %70'i 1 yaştan büyük (12 ay-48 ay) %30'u 1 yaştan küçük (4 ay-12 ay) olarak belirlendi.

Kedilerde D vitaminin kandaki normal miktarının belirlenebilmesi için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar arasında da farklı değerler bulunmuştur. Lalor ve diğerleri (2012), 36 sağlıklı kedide 25(OH)D konsantrasyonunun 49 ng/ml olduğunu, Titmarsh ve diğerlerinin (2015) yaptığı çalışmada 20 sağlıklı kedide ortalama 25(OH)D değerinin 44,7 ng/ml olduğunu ve Amirnezhad ve diğerleri (2023) ise, 88 kedi üzerinde yaptıkları çalışmada ortalama serum 25(OH)D konsantrasyonu 19,74 ng/ml olduğunu ifade etmişlerdir. Sprinkle ve diğerleri (2018) ise D vitamini takviyesi yapılan kedilerde ortalama 25(OH)D değerinin  $45,6 \pm 10,3$  ng/ml olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalardaki farklılığın D vitamini belirleme yönteminin farklı olması, evcil hayvan diyetleri ve ticari mama markaları, D vitamini takviyeleri, aşırı güneş ışığına maruz kalma gibi nedenlere bağlı olduğunu ifade etmişlerdir (Alizadeh, 2022). Sunulan tez çalışmasında sağlıklı kedilerde D vitamini ortalama değeri dişi hayvanlarda  $22,20 \pm 1,13$  ng/ml, erkek hayvanlarda  $20,27 \pm 1,10$  ng/ml, kırık olgularında ise dişi hayvanlarda  $22,33 \pm 0,71$  ng/ml, erkek hayvanlarda  $22,59 \pm 1,07$  ng/ml olarak belirlendi. Yapılan bazı çalışmalarda kedilerde D vitamini miktarının yaş artıkça arttığının ve cinsiyetler arasında ise anlamlı bir fark olmadığını ifade etmişlerdir (Backus ve Ueda, 2024; Pineda ve diğerleri 2013; Sih ve diğerleri 2001). Sunulan çalışma da sağlıklı kontrol grubunda 1 yaş üstü hayvanların D vitamini düzeyi  $22,02 \pm 1,56$  ng/ml, 1 yaş altı hayvanlarda ise  $20,88 \pm 0,88$  ng/ml olarak belirlendi. Kırık olgularında 1 yaş üstü hayvanların D vitamini düzeyi 21,85 ng/ml, 1 yaş altı hayvanların D vitamini düzeyi 23,92 ng/ml olarak bulundu. Her iki grupta yaş dağılımları ve cinsiyetleri arasında istatistiksel olarak bir fark belirlenemedi ( $P > 0,05$ ). Bu nedenle cinsiyet ve yaş dağılımı göz ardı edilerek D vitamini ortalaması sağlıklı kontrol grubunda  $21,34 \pm 0,80$  ng/ml, kırık grubunda  $22,47 \pm 0,65$  ng/ml olarak ele alındı. İnsanlarda yapılan çalışmalarda D vitamini eksikliği ile kırık oluşumu arasında bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. D vitamini, kemiklerin mineralizasyonunu artırarak kemik yoğunluğunu ve sağlamlığını artırdığını ve kırık riskini azalttığını ifade etmişlerdir (Cummings ve diğerleri 1998; Gerdhem ve diğerleri 2005; Garnero ve diğerleri 2007). Fakat hayvanlarla ilgili böyle bir çalışmaya rastlayamadık. Sunulan çalışma da D vitamini düzeyi sağlıklı kontrol grubu ile



kırık grubu arasında anlamlı bir istatistiksel fark bulunamadı ( $P=0,56$ ). Olgu sayımımız azlığı nedeniyle hayvanlarda D vitamini kontrolünün kemik sağlığına etkisini belirlemek için daha geniş kapsamlı ve çeşitli metodolojilere dayanan araştırmalara olan ihtiyacı gerekliliğini göstermektedir.

Kalsiyum değeri kemik kaybının belirteçidir. Kırık iyileşme sürecinin bir parçası olarak kallusun mineralizasyonunda kilit rol oynamaktadır. Kırık iyileşme sürecinde serum kalsiyum seviyesinin düşmesi kallus oluşumunda kalsiyumun daha fazla mobilizasyonu ve iyileşmenin daha hızlı şekillenmesine bağlı olabileceği bildirilmiştir. Ancak, kan kalsiyum seviyeleri genellikle homeostatik mekanizmalar tarafından dengede tutulur (Anderson ve Slater, 1994; Beale, 2004; Burr ve Allan, 2019). Mohuiddin ve diğerleri (2018) buzağılarda yaptığı çalışmada kırığın şekillendiğinde yapılan ölçümlerde kalsiyum seviyesinin normal değerlerde olduğunu ifade etmiştir. Sunulan çalışmada sağlıklı kontrol grubun da kalsiyum değeri 4,78 mg/dL, kırık grubunda ise 4,88 mg/dL olarak bulundu. Kırık bulunan hayvanlar ile sağlıklı hayvanlar arasında kalsiyum yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi ( $P=0,80$ ). Ayrıca gruplarda içerisinde erkek ve dişiler hayvanlar arasında ( $P=0,64$ ) ve bir yaş üzerinde ve 1 yaş altındaki hayvanlar arasında da istatistiksel bir fark belirlenmedi ( $P=0,91$ ). Sunulan çalışmada Mohuiddin ve diğerlerinin verilerine uygun olarak kalsiyum değerleri kedilerde normal değerlerde bulundu.

Fosfor, kediler için önemli bir mineral olup kemik sağlığı ve diğer metabolik süreçler için gereklidir. Bununla birlikte, bazı sağlık durumları ve özel diyet gereksinimleri, fosfor alımını etkileyebilir. Serum fosfat konsantrasyonu genellikle serum fosfor kütlesi (mg/dL) cinsinden ifade edilir. Bir mg/dL fosfor, 0.32 mmol/L fosfat'a eşittir. Jepson (2020), kedilerde fosfor miktarının 2,5 mg/dL ile 6,0 mg/dL (0.8 mmol/L–1.9 mmol/L) arasında değiştiğini ifade etmiştir. Sunulan çalışma da da kırık olgularında fosfor düzeyi ortalama, dişi hayvanlarda  $6,05 \pm 1,37$  mg/dL, erkek hayvanlarda  $7,69 \pm 2,18$  mg/dL, sağlıklı kedilerde ise dişi hayvanlarda  $7,95 \pm 3,70$  mg/dL, erkek hayvanlarda  $10,24 \pm 2,36$  mg/dL olarak bulundu. Sayısal olarak erkek kedilerin fosfor ortalaması her iki grupta yüksek görülse sunulan çalışma da kırık ve sağlıklı kontrol grubunda yaşa ve cinsiyete bağlı olarak fosfor değerinde istatistiksel olarak bir fark belirlenmedi. Bu nedenle genel ortalama alındı. Kırık grubunda fosfor ortalaması  $6,92 \pm 2,00$  mg/dL, sağlıklı kontrol grubunda  $8,99 \pm 3,30$  mg/dL olarak bulundu. Gruplar arasında istatistiksel yönden bir fark belirlenmedi ( $P=0,18$ ). Sağlıklı kedilerin fosfor düzeylerinin kırığı bulunanlara göre neden biraz daha yüksek olabileceği çeşitli faktörlere dayanabilir. Öncelikle, sağlıklı kedilerin genellikle daha aktif bir yaşam tarzına sahip olmaları

ve bu durumun metabolizmayı hızlandırarak fosfor tüketimini artırması mümkündür. Ayrıca, sağlıklı kedilerin daha dengeli ve yüksek kaliteli bir diyet alması, fosfor içeriği yüksek olan proteinlerin daha etkili bir şekilde metabolize edilmesine ve dolayısıyla fosfor düzeylerinin artmasına neden olabilir. Tüm bu faktörlerin bir araya gelmesi, sağlıklı kedilerin fosfor düzeylerinin kırığı bulunanlara göre biraz daha yüksek olmasının nedenini açıklayabilir.

Kemik doku göstergeleri kemik oluşumu, kemik erimesi veya her ikisi üzerindeki etkileri belirlemek için kullanılır. Alkalin fosfataz (ALP) kemik oluşumunu ve osteoblastik aktivesinin göstergesidir. Sunulan çalışmada ALP düzeyi sağlıklı kedilerde dişi hayvanlarda  $86,72 \pm 20,08$  IU/ml, erkek hayvanlarda  $97,00 \pm 36,96$  IU/ml, kırığı olan dişi kedilerde  $86,64 \pm 24,00$  IU/ml, erkek hayvanlarda  $93,68 \pm 29,29$  IU/ml olarak belirlendi. Erkek kedilerin ALP değeri sayısal olarak yüksek bulunsa da erkek ve dişi kediler arasında istatistiksel yönden bir fark belirlenmedi. Yaşa bağlı olarak ALP seviyeleri kedilerde farklı olmaktadır. Genç kedilerde kemiklerin hızlı büyümesi ve gelişmesi nedeniyle ALP seviyeleri genellikle yüksek olduğunu, çünkü bu enzimin kemik mineralizasyonunda önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir. Yurdakul ve Bakır (2017), 32 kedi üzerinde yaptıkları çalışmada 3. aylıktan 12 aylık yaşna kadar olan süreçte ALP miktarının düştüğünü ifade etmiştir. Sunulan çalışma da sağlıklı kontrol grubunda 1 yaş üstü hayvanların ALP düzeyi  $82,37 \pm 33,65$  IU/ml, 1 yaş altı hayvanlarda ise  $97,33 \pm 24,27$  IU/ml, kırık grubundaki 1 yaş üstü hayvanların ALP düzeyi  $86,66 \pm 20,95$  IU/ml, 1 yaş altı hayvanların ALP düzeyi  $99,11 \pm 37,03$  IU/ml olarak belirlendi. Bir yaş altı her iki grupta da sayısal olarak daha yüksek ALP değeri tespit edilse de gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadı ( $P=0,36$ ). Bazı çalışmalarda ALP seviyelerinin kırık şekillendikten sonra arttığını bildirilmiştir (Sheweita ve Khoshhal 2007). Koç (2021), buzağılarda yaptığı çalışmada kırığı olan hayvanlarda sağlıklı hayvanlara göre ALP seviyesinin daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Fakat gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığını bildirmiştir. Sunulan çalışma da ise sağlıklı kontrol grubunda ALP ortalaması  $91,35 \pm 28,54$  IU/ml, kırık grubunda  $90,40 \pm 26,73$  IU/ml olarak bulundu. Bizim çalışmamızda sağlıklı kontrol grubunda ALP seviyesi daha yüksek bulunsa da, Koç (2021) çalışmasına benzer olarak her iki grup arasında ALP değeri yönünden istatistiksel bir fark belirlenmedi ( $P=0,90$ ).

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, kırığı bulunan kediler ile sağlıklı kedilerden alınan kan örneklerinden D vitamini, kalsiyum, fosfor ve ALP değerlerini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır.

Bu değerlendirme sonucunda; kırığı bulunan hayvanlarda D vitamini, kalsiyum, fosfor ve Alkalen Fosfataz değerleri normal aralıklarda bulunmuştur ve sağlıklı hayvanlar ile bu değerler karşılaştırıldığında kırığı bulunan hayvanlar ile sağlıklı hayvanlarda arasında istatistiksel bir fark belirlenmedi. Sonuç olarak bizim çalışmamızda iki grup arasında bir fark ortaya çıkmasa da biz biliyoruz ki, kırıkların oluşumunu önlemek ve kemik sağlığını korumak için kedilerin düzenli olarak güneş ışığına maruz kalmasını sağlamak ve/veya uygun D vitamini takviyeleri vermek kırık riskini azaltabilir. Ayrıca, kalsiyum ve fosfor açısından zengin bir diyetin benimsenmesi de kemiklerin güçlenmesine katkıda bulunabilir. Bu nedenle, hayvanlarda D vitamini, kalsiyum, fosfor ve Alkalen Fosfataz değerlerini kırık ile ilişkisini belirlemek için daha geniş, daha kapsamlı ve özellikle çeşitli metodolojilere dayanan araştırmalara olan ihtiyacı gerekliliğini göstermektedir. Olgu sayımızın az olması çalışmamızın zayıf tarafını oluşturmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Alizadeh, K., Ahmadi, S., Sarchahi, A. A., ve Mohri, M. (2022). The effects of age, sex, breed, diet, reproductive status and housing condition on the amounts of 25 (OH) vitamin D in the serum of healthy dogs: Reference values. *Veterinary Medicine and Science*, 8(6), 2360-2366.
- Allen, M.J. (2003). Hayvanlarda kemik metabolizmasının biyokimyasal belirteçleri: Kullanımlar ve sınırlamalar. *Veteriner Klinik Patolojisi*.
- Allori, A.C., Sallon, A.M., ve Warren, S.M. (2008). Biological Basis of Bone Formation, Remodeling, and Repair- Part I: Biochemical Signaling Molecules. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 14(3), 259-273.
- Altunatmaz, K. (2004). Kırık İyileşmesinin Biyolojisi ve Biyolojik Osteosentez. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(1), 141-147.
- Amirnezhad, S., Sheikhsarmast, S. A., ve Mohri, M. (2023). Serum concentration of 25-hydroxyvitamin D in apparently healthy cats regarding age, gender, breed, diet type, reproductive status, and housing condition. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 24(3), 265.
- Applegate, L. (2011). *Beslenme ve Diyet Temel İlkeleri*. 2. Baskı. İstanbul: Tıp Kitabevi.
- Ataş, A., Çakmak, A., ve Soran, M. (2008). D vitamin metabolizması ve Rikets hastalığı. *Bakırköy Tıp Dergisi*, 4(1), 1-7.
- Aydın, BK. (2007). Pentoksifilin kullanımının kırık iyileşmesi üzerine etkisinin ratlarda incelenmesi. *Uzmanlık tezi, Balta limanı Metin Sabancı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul*.
- Backus, R. C., ve Ueda, D. C. (2024). Age-dependent changes in plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D may complicate vitamin D status assessment of immature cats. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1365204.
- Bailey, R. (2024). Skeletal System and Bone Function. ThoughtCo. Erişim tarihi: 2024-07-04, <https://www.thoughtco.com/skeletal-system-function-and-components-373369>.
- Balcı, V. (2005). Alt ekstremite kırıklarının plak ile biyolojik tespiti. *Uzmanlık Tezi, Çiğli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul*.

- Barrère, F., van Blitterswijk, C. A., ve de Groot, K. (2006). Bone regeneration: molecular and cellular interactions with calcium phosphate ceramics. *International Journal of Nanomedicine*, 1(3), 317.
- Bayliss, L., Mahoney, D. J., ve Monk, P. (2012). Normal bone physiology, remodelling and its hormonal regulation. *Surgery (Oxford)*, 30(2), 47-53.
- Bayram, F. (2016). *Femur kemik kırıklarının bilgisayar destekli sınıflandırılması* (Doctoral dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).
- Baysal, A. (2014). *Beslenme*. 15. baskı, İstanbul: Hatiboğlu Yayınevi.
- Beale, B. S. (2004). Use of nutraceuticals and chondroprotectants in osteoarthritic dogs and cats. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 34(1), 271-289.
- Boudrieau, R. J., ve Sinibaldi, K. R. (1992, February). Principles of long bone fracture management. In *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (small animal)* (Vol. 7, No. 1, pp. 44-62).
- Brown, S.G., ve Kramers, P.C. (1993). Indirect (secondary) bone healing. In M.J. Bojrab (Ed.), *Disease Mechanisms in Small Animal Surgery, Second Edition*. Philadelphia, London: Lea & Febiger, 671-677.
- Buckwalter, J.A., Glimcher, M.J., Cooper, R.R., ve Recker, R. (2010). Bone biology. *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 77, 1256-1275.
- Buckwalter, J.A., Glimcher, M.J., Cooper, R.R., et al. (1995). Bone biology Part II: Formation, form, modeling, remodeling, and regulation of cell function. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 77-A, 1276-1283.
- Burr, D. B., ve Allen, M. R. (Eds.). (2019). *Basic and applied bone biology*. Academic Press.
- Bushinsky, D. A., Parker, W. R., Alexander, K. M., ve Krieger, N. S. (2001). Metabolic, but not respiratory, acidosis increases bone PGE2 levels and calcium release. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 281(6), F1058-F1066.
- Campbell, A.K. (1988). Calcium as an intracellular regulator. In *Calcium in Human Biology* (ss. 261-316).
- Cardoso, C.B., Rahal, S.C., Agostinho, F.S., Mamprim, M.J., Santos, R.R., ve Filho, E.S. (2016). Long bone fractures in cats: A retrospective study. *Veterinária e Zootecnia*. 23(3), 504-509.

- Clarke, B. (2008). Normal bone anatomy and physiology. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3, 131-139.
- Cremers, S., Garnero, P., ve Seibel, M.J. (2008). Biochemical markers of bone metabolism. In *Principles of Bone Biology* (ss. 1857-1881). Academic Press.
- Cruess, R.L. (1984). *Healing of bone, tendon and ligament: Fractures*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Co.
- Cummings, S. R., Black, D. M., Thompson, D. E., Applegate, W. B., Barrett-Connor, E., Musliner, T. A., ve Fracture Intervention Trial Research Group. (1998). Effect of alendronate on risk of fracture in women with low bone density but without vertebral fractures: results from the Fracture Intervention Trial. *Jama*, 280(24), 2077-2082.
- Çakmak, T. (2002). Van Kedilerinin Büyüme Döneminde Serum ALP (Alkale Fosfataz) Düzeyinin Belirlenmesi Üzerine Çalışmalar. Y.Y.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Dawson, R.B. (1977). Blood storage XXIV: red blood cell 2, 3-DPG and ATP maintenance for six weeks in CPD-adenine with higher phosphate, pyruvate, and dihydroxyacetone. *Transfusion*, 17(3), 242-247.
- De Palma. (1970). *The Management of Fractures and Dislocations*. 2nd ed. London: W.B. Saunders.
- Diñçerler, E. (2016). Yaşlı erkek bireylerde beslenme durumu ve serum D vitamini düzeyi ile kas gücü ve kas kütlesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *XXX Dergisi*, 30(4), 450-458.
- Dursun, M.A. (2021). *Kırık iyileşmesi üzerine endotel disfonksiyonunun etkileri* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). Erişim adresi: <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/61592.pdf>
- Ecer, S., ve Dikici, B., Haspolat, K. (2005). Kronik karaciğer hastalıklarında kemik mineral metabolizması. *Dicle Tıp Dergisi*, 32(2), 57-62.
- Fidan, A.F., ve Dündar, Y. (2007). Yucca schidigera ve içerdiği saponinler ile fenolik bileşiklerinin, hipokolesterolemik ve antioksidan etkileri (derleme). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47(2), 31-39.
- Fletcher, R. H., ve Fairfield, K. M. (2002). Vitamins for chronic disease prevention in adults: clinical applications. *Jama*, 287(23), 3127-3129.

- Foiers, A., Vercruyse, A., Apers, S., Marston, A., Oleszek, W., Pieters, L., ve Vlietinck, A. (2000). Single run HPLC separation of Escin Ia and IIa by means of a Waters SymmetryShield C8 column. In: Saponins in Food, Feedstuffs and Medicinal Plants. In *Saponins in Food, Feedstuffs and Medicinal Plants*, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pag. 57-64, 2000.
- Frost, H.M. (1989). The biology of fracture healing. An overview for clinicians. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 248, 283-309.
- Garnero, P., Munoz, F., Sornay-Rendu, E., ve Delmas, P. D. (2007). Associations of vitamin D status with bone mineral density, bone turnover, bone loss and fracture risk in healthy postmenopausal women. The OFELY study. *Bone*, 40(3), 716-722.
- Gartner, L.P., ve Hiatt, J.L. (1997). Cartilage and bone. In *Color Textbook of Histology*. Saunders, Saint Louis, 114-130.
- Gerdhem, P., Ringsberg, K.A., Obrant, K.J., ve Akesson, K. (2005). Association between 25-hydroxy vitamin D levels, physical activity, muscle strength and fractures in the prospective population-based OPRA Study of Elderly Women. *Osteoporosis International*, 16, 1425-1431. doi:10.1007/s00198-005-1998-9
- Glendenning, P. (2011). Markers of bone turnover for the prediction of fracture risk and monitoring of osteoporosis treatment: a need for international reference standards. *The Clinical Biochemist Reviews*, 32(1), 45.
- Glerup, H., Mikkelsen, K., Poulsen, L., Hass, E., Overbeck, S., Thomsen, J., ve Eriksen, E. F. (2000). Commonly recommended daily intake of vitamin D is not sufficient if sunlight exposure is limited. *Journal of Internal Medicine*, 247(2), 260-268.
- Goff, J.P., Reinhardt, T.A., Beckman, M.J., ve Horst, R.L. (1990). Contrasting effects of exogenous 1,25-dihydroxyvitamin D [1,25-(OH)<sub>2</sub>D] versus endogenous 1,25-(OH)<sub>2</sub>D, induced by dietary calcium restriction, on vitamin D receptors. *Endocrinology*, 126(2), 1031-1035.
- Gürdöl, F., ve Ademoğlu, E. (2010). *Biyokimya*. İkinci baskı. Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Şti.
- Hamish, D. R., & Butterworth, S. J. (2000). The tibia and fibula. *A guide to canine and feline orthopaedic surgery*, 554-574.
- Harasen G. (2009). Feline orthopedics. *Canadian Veterinary Journal*, 50, 669-670.

- Holick, M.F. (1991). Calcium, phosphorus and bone metabolism: calcium-regulating hormones. In J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, et al. (Eds.), *Harrison's Principles of Internal Medicine* (pp. 1888-1902).
- Houston, D.K., Nicklas, B.J., ve Ding, J. (2008). Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 150-155.
- İlman, A.A. (2005). Tavşanlarda Kırık İyileşmesinde Helyum-Neon (He-Ne) ve Galyum-Alüminyum-Arsenit (Ga-Al-As) Lazerin Kallus Formasyonu ve Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkilerinin Deneysel Araştırılması (Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi).
- İnsal, B., ve Pişkin, İ. (2017). Kemik Dokusunun Fizyolojisi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 28(1), 28-32.
- 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.
- Jepson, R. (2020). Fosfor ve magnezyum bozuklukları. *Klinik Küçük Hayvan İç Hastalıkları* , 1079-1088.
- Johnson, A.L., Houlton, J.E., ve Vannini, R. (2005). AO principles of fracture management in the dog and cat. Georg Thieme Verlag.
- Jones, M.P. (1999). Avian clinical pathology. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 2(3), 663-687.
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W., ve Bruss, M. L. (Eds.). (2008). *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic press.
- Kapatkin, A., Garcia-Nolen, T., ve Hayashi, K. (2018). Chapter 55: Carpus, metacarpus and digits in Veterinary Surgery: Small Animal. *St Louis Missouri: Elsevier Missouri*, 920-38.
- 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.
- Kılıçoğlu, S.S. (2002). Mikroskopi düzeyinde kırık iyileşmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 55(2).



- Koç, Y. (2021). *Buzağılarda ekstremite kırıklarının klinik, biyokimyasal, radyografik ve termografik olarak değerlendirilmesi*. (Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). Erişim adresi: <https://acikerisim.aku.edu.tr/xmlui/handle/11630/10171>.
- Konca, Y., ve Yazgan, O. (2002). Fosfor Seviyesi Farklı Rasyonların Etlik Piliçlerin Farklı Büyüme Dönemlerinde Besi Performansı ve Bazı Kemik Özelliklerine Etkileri. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 16(29), 48-52.
- Kutsal, G.Y., Özgüçlü, E., ve Karahan, S. (2011). Postmenapozal Osteoporotik Kadınlarda Giyim Tercihlerinin D vitamini ve Kemik Mineral Dansiteleri Üzerine Etkisi. *Türk Osteoporoz Dergisi*, 17, 85-88.
- Küçük, H., Demircan, N., ve Bayraktaroğlu, T. (2015, November). Kemik Fosfat Metabolizması Bozuklukları. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi Medi Forum*, 2(1), 12-16.
- Lalor, S. M., Mellanby, R. J., Friend, E. J., Bowlt, K. L., Berry, J., ve Gunn-Moore, D. (2012). Domesticated cats with active mycobacteria infections have low serum vitamin D (25 (OH) D) concentrations. *Transboundary and Emerging Diseases*, 59(3), 279-281.
- McDowell, L. R. (2012). *Vitamins in animal nutrition: comparative aspects to human nutrition*. Elsevier.
- Meijer, W.G., Van Der Veer, E., ve Willemse, P.H. (1998). Biochemical parameters of bone metabolism in bone metastases of solid tumors. *Oncology Reports*, 5(1), 5-26.
- Mellanby, E. (1976). An experimental investigation on rickets. *Nutrition reviews*, 34(11), 338-340.
- Mert, N. (1996). *Veteriner klinik biyokimya* (s. 151-153). Bursa: Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi.
- Mesci, E., Mesci, N., ve İçağasıoğlu, A. (2016). D vitamini eksikliğinin yorgunluk, gündüz uykulu hal ve fiziksel aktivite düzeyi ile ilişkisi. *Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 62(3).
- Mohiuddin, M., Hasan, M. M., Shohag, M., Ferdousy, R. N., Alam, M. M., ve Juyena, N. S. (2018). Surgical management of limb fractures in calves and goats. *Bangladesh Veterinary Journal*, 52(1-4), 46-56.

- Montero-Odasso, M., ve Duque, G. (2005). Vitamin D in the aging musculoskeletal system: An authentic strength preserving hormone. *Molecular Aspects of Medicine*, 26, 203-219.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., ve Rodwell, V.W. (2004). *Harper Biyokimya*, 15. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
- Nunamaker, D. M., ve Newton, C. D. (1985). Methods of internal fixation. In : (pp. 261-86). JB Lippincott.
- Olgun, H., ve Sabiha, Ü.N.A.L. (1983). Hayvan beslemede fosfor. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23(1-2), 61-64.
- Osteomalazi, D.V.E.B. (2020). Osteomalacia due to Vitamin D Deficiency: A Case Report. *Turkish Journal Osteoporos*, 26, 143-5.
- Ozaki, A., Tsunoda, M., Kinoshita, S., ve Saura, R. (2000). Role of fracture hematoma and periosteum during fracture healing in rats: interaction of fracture hematoma and the periosteum in the initial step of the healing process. *Journal of orthopaedic science*, 5(1), 64-70.
- Önal, H. (2019). Fosfat Metabolizması. *Çocuk Dergisi*, 19(3), 105-115.
- Öngen, B., Kabaroğlu, C., ve Parıldar, Z.D. (2008). Vitamini'nin biyokimyasal ve laboratuvar değerlendirmesi. *Türk Klinik Biyokimya Dergisi*, 6(1), 23-31.
- Peacock, M. (2021). Phosphate metabolism in health and disease. *Calcified Tissue International*, 108(1), 3-15.
- Piermattei, D.L., Flo G.L., ve DeCamp, C.E. (2006). *Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*. (4th ed.). Missouri: Saunders Elsevier.
- Pineda, C., Aguilera-Tejero, E., Guerrero, F., Raya, A. I., Rodriguez, M., ve Lopez, I. (2013). Mineral metabolism in growing cats: changes in the values of blood parameters with age. *Journal of feline medicine and surgery*, 15(10), 866-871.
- Remedios, A. (1999). Bone and bone healing. *Veterinary clinics of North America: Small Animal Practice*, 29(5), 1029-1044.
- Riancho, J.A. (2023). Diagnostic Approach to Patients with Low Serum Alkaline Phosphatase. *Calcified Tissue International*, 112(3), 289-296.
- Sahota, O., Munday, M.K., San, P., Godber, I.M., Lawson, N., ve Hosking, D.J. (2004). The relationship between vitamin D and parathyroid hormone: calcium homeostasis, bone

- turnover, and bone mineral density in postmenopausal women with established osteoporosis. *Bone*, 35(1), 312-319.
- Schenck, P.A., Chew, D.J., Nagode, L.A., ve Rosol, T.J. (2006). Disorders of calcium: hypercalcemia and hypocalcemia. In *Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice* (ss. 120-94).
- Scott, H. ve McLaughlin, R. (2006). *Feline orthopedics*. London: Manson Publishing.
- Sheweita, S. A., ve Khoshhal, K. I. (2007). Calcium metabolism and oxidative stress in bone fractures: role of antioxidants. *Current drug metabolism*, 8(5), 519-525.
- Sih, T. R., Morris, J. G., ve Hickman, M. A. (2001). Chronic ingestion of high concentrations of cholecalciferol in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 62(9), 1500-1506.
- Slater, J. S., ve Anderson, E. (1994). Communication convergence in electronically supported discussions: An adaptation of Kincaid's convergence model. *Telematics and Informatics*, 11(2), 111-125.
- Sprinkle, M. C., Hooper, S. E., ve Backus, R. C. (2018). Previously undescribed vitamin D C-3 epimer occurs in substantial amounts in the blood of cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 20(2), 83-90.
- Stanford, M. Calcium metabolism. In G.J. Harrison ve T.L. Lightfoot (Eds.), *Clinical Avian Medicine, vol 1* (ss. 141–151). Palm Beach (FL): Spix Publishing; 2006.
- Suda, T., Takahashi, N., Udagawa, N., Jimi, E., Gillespie, M.T., ve Martin, T.J. (1999). Modulation of osteoclast differentiation and function by the new members of the tumor necrosis factor receptor and ligand families. *Endocrine Reviews*, 20(3), 345-357.
- Şenkal, E., Ünüvar, E., Seren, L., Canan, G.Ö.L., ve Durankuş, F. (2018). D vitamini bakılmasının gerekliliği ve düzeylerinin yorumu. *Çocuk Dergisi*, 18(3), 97-102.
- Titmarsh, H. F., Lalor, S. M., Tasker, S., Barker, E. N., Berry, J., Gunn-More, D., ve Mellanby, R. J. (2015). Vitamin D status in cats with feline immunodeficiency virus. *Veterinary Medicine and Science*, 1(2), 72-78.
- Topaloğlu, U., Ketani, M.A., ve Saruhan, B.G. (2017). Kemik doku ve kemikleşme çeşitleri. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 10(1), 62-71.
- Tüzüner, T. (2020). Kırık kemiklerin kaynama süresi ne kadardır? Erişim tarihi: 11 Kasım 2022, <https://drtolgatuzuner.com/kirik-kemiklerin-kaynama-suresi-ne-kadardir/>

- Uludağ, M. (2019). Kalsiyum metabolizması. Erişim tarihi: 02 Şubat 2023, <https://drmehmetuludag.com/kalsiyum-metabolizmasi>
- Uyguralp, İ.C. (2019). *Köpeklerde uzun kemik kırıklarının titanyum elastik çivi (TEÇ) ile sağaltımı* (Yüksek lisans tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Üstdal, M., Karaca, L., Türköz, Y., Testereci, H., Kuş, S., ve Paşaoğlu, H. (2003). *Biyokimya*. Medipres Matbaacılık Ltd. Şti. Malatya.
- Vaidya, A., ve Williams, J.S. (2012). The relationship between vitamin D and the renin-angiotensin system in the pathophysiology of hypertension, kidney disease, and diabetes. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 61.
- Vasileva, R., ve Chaprazov, T. (2022). Long bone fractures in cats: a five-year retrospective study (2016-2020). *Trakia Journal of Sciences*, 20(1), 45.
- Wacker, M., ve Holick, M.F. (2013). Vitamin D effects on skeletal and extraskeletal health and the need for supplementation. *Nutrients*, 5(1), 111-148.
- Wakabayashi, H., Nakajima, K., Mizokami, A., Namiki, M., Inaki, A., Taki, J., ve Kinuya, S. (2013). Bone scintigraphy as a new imaging biomarker: the relationship between bone scan index and bone metabolic markers in prostate cancer patients with bone metastases. *Annals of Nuclear Medicine*, 27, 802-807.
- Weisinger, J.R., ve Bellorín-Font, E. (1998). Magnesium and phosphorus. *The Lancet*, 352(9125), 391-396.
- William, O.R. (2009). *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. Fourth edition. pp. 179-198.
- Yalbuздаğ, Ş.A., Sarıfakıoğlu, B., Şengül, İ., ve Çetin, N. (2015). Yeni tanı alan postmenopozal osteoporozda kemik döngüsü belirteçleri kırık riski ile ilişkili midir? Kesitsel, klinik çalışma. *Turkish Journal of Osteoporosis*, 21, 58-62.
- Yıldırım, İ., Bayraktaroğlu, T., Sözen, T., ve Gogas, D.Y. (2013). Metabolik kemik hastalıkları. *Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği Yayını*. Bilimsel Araştırmalar Basın Yayın ve Tanıtım Ltd.Şti., Miki Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti. Ankara, 33-34.
- Yorgancıgil, H. (2001). Kırık İyileşmesi. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 8(2).

Yurdakul, İ., ve Bakır, B. (2017). "Radiological and biochemical diagnosis of skeletal developmental disorders due to growth in Van Cats." (2017): 131-136

# EKLER

## Ek 1

 T.C.  
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU  
(AYDIN ADÜ-HADYEK) 

Aydın, 18.08.2022

**Oturum** : Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 2022 Yılı VI. Oturum  
**Sayı** : 64583101/2022/83  
**Proje Başlığı** : Kedilerde Kırık Olgularında D Vitamini Düzeyi İle Kırık Tipi İlişkisinin Belirlenmesi

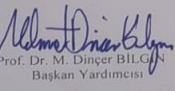
**Proje Yürütücüsü** : Rahime YAYGINGÖL  
**Proje Ekibi** : Gizem KOCABAŞ

Bu çalışmanın hiçbir bölümünde:  
İnsan embriyosu ve fütusu kullanılması  
İnsan embriyosu ve fütusu dokularının kullanılması,  
Diğer insan doku ve hücrelerinin kullanılması

**Hayvan Çalışması** : İnsanlarda araştırma  
İnsan olmayan primatların kullanılması  
Transgenik hayvanların kullanılması  
Hayvanlarda genetik modifikasyon öngörülmemiştir.

**Bu çalışmanın yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmamaktadır.**

  
Prof. Dr. Murat SARIERLER  
Başkan

  
Prof. Dr. M. Dinçer BILGIN  
Başkan Yardımcısı

  
Prof. Dr. Turhan DOST  
Üye

(Yıllık İzinli)  
Prof. Dr. Işıl SÖNMEZ  
Üye

  
Prof. Dr. Sevgan BAKIRCI  
Üye

(Yıllık İzinli)  
Dr. Öğr. Üyesi Solmaz KARAARSLAN  
Üye

  
Dr. Öğr. Üyesi A. Önder  
ÜSTÜNDAĞ  
Üye

  
Dr. Öğr. Üyesi Aysun KOÇ  
Üye

Öğr. Gör. Dr. Ayşe Gülce GÜLER  
ORYAŞIM Sor. Vet. Hek.  
Üye

  
Hidayet YILMAZ  
Serbest Vet. Hek. Üye

Arş. Gör. Eda Duygu IPEK  
Sor. Vet. Hek. Üye

  
Şenay TEKİNBAŞ  
HAYTAP Üye.

Bu rapor, sadece Adnan Menderes Üniversitesi'nde yapılacak çalışmalar için geçerlidir.



T.C.  
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU  
(ADÜ-HADYEK)



03/09/2024


Sayı: 64583101/2024/109

Konu: Başvuru Hakkında Bilgilendirme

Sayın Doç. Dr. Rahime YAYGINGÜL  
ADÜ Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı

Kurulumuza 08.08.2024 tarihinde başvuruda bulunduğunuz dilekçeniz de belirttiğiniz 2120200107 numaralı "Kedilerde Kırık Olgularında D Vitamini Düzeyi İle Kırık Tipi İlişkisinin Belirlenmesi" isimli projeniz ile ilgili "Kedilerde Kırık Olgularında D Vitamini, Kalsiyum, Fosfor Ve Alkalen Fosfataz Değerlerinin Belirlenmesi" başlık değişimi talebiniz; kurulumuzca uygun görülmüştür.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

  
Prof. Dr. Turhan DOST  
ADÜ-HADYEK  
Başkanı

**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLİMSEL ETİK BEYANI**

“KEDİLERDE KIRIK OLGULARINDA D VİTAMİNİ, KALSİYUM, FOSFOR VE ALKALEN FOSFATAZ DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı Yüksek Lisans/Doktora tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Gizem Kocabaş



## ÖZ GEÇMİŞ

**Soyadı, Adı** : Kocabaş, Gizem  
**Uyruk** : T.C.  
**Doğum yeri ve tarihi** : Konya/24.11.1998  
**Telefon** : 0 507 180 7925  
**E-posta** : kocabasgizem9@gmail.com  
**Yabancı dil** : İngilizce

## EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi
Y. Lisans	Adnan Menderes Üniversitesi	2024
Lisans	Adnan Menderes Üniversitesi	2021

## İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Ünvan
2021-2024	Doğa Veteriner Polikliniği	Veteriner Hekim