



## Radiographic Assessment of Epiphyseal Plate Closure Time of Metacarpus and Phalanges in Goat Kids

Abdullah KARASU<sup>1</sup> Musa GENÇCELEP<sup>1</sup> Caner KAYIKCI<sup>1</sup>

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, Van, Turkey

Received: 02.03.2018

Accepted: 27.03.2018

### ABSTRACT

In this study, we aimed to assess epiphyseal plate closure time of metacarpus, first and second phalanges, growing amount in the related bones and effect of gender on epiphyseal plate closure time. The study was carried out on 30 yearlings, 15 males and 15 females. Each month DP radiographs were taken until the epiphyseal plate closures in related bones were completed (24 months). Bone radiographs were measured on negatoscope and values were recorded. At 12<sup>th</sup> month, average lengths of first phalanges were measured as  $36.05 \pm 1.57$  mm in females and  $36.40 \pm 1.67$  mm in males; the average length of second phalanges was measured as  $24.01 \pm 1.83$  mm and  $24.16 \pm 1.32$  mm. The average metacarpus lengths were measured as  $104.00 \pm 3.56$  mm in females at the 23<sup>rd</sup> month and  $104.85 \pm 2.75$  mm in males at the 24<sup>th</sup> month. Epiphyseal plates were open during first 5 months in both males and females; between 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> months they began to close. Complete closure of the distal epiphyseal plates in females was completed between 20<sup>th</sup> and 23<sup>rd</sup> months, and between 21<sup>st</sup> and 24<sup>th</sup> months in males. In both genders, the proximal epiphyseal plates of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> phalanges began to close between 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> months, and the complete closure occurred between 10<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> months. As a result, some determinations were obtained: metacarpal growth occurred distally; nevertheless, growth of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> phalanges occurred from proximally; gender has no effect on the bones; the distal epiphyseal plates of metacarpus were closed between 20<sup>th</sup> and 23<sup>rd</sup> months in the females and 21-24<sup>th</sup> months in males; the proximal epiphyseal plates of the first and second phalanges were closed between the 10<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> months in both genders.

**Keywords:** Metacarpus, Phalanx, Epiphyseal Plate, Radiography, Goat Kids

### ÖZ

### Oğlaklarda Metakarpus ve Falanksların Epifiz Plaklarının Kapanma Sürelerinin Radyografi ile Belirlenmesi

Bu çalışmada; tiftik keçisi oğlaklarında metakarpus ile 1 ve 2. falanksların epifiz plaklarının kapanma sürelerinin radyografiyle tespiti, aylara göre ilgili kemiklerdeki uzamalar ve cinsiyetin kapanma üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlandı. Çalışma 15 erkek 15 dişi olmak üzere toplam 30 oğlakta gerçekleştirildi. Oğlakların ilgili kemiklerindeki epifiz plaklarının kapanması tamamlanıncaya kadar (24 ay), her ay D/P pozisyonda radyografileri çekildi. Radyografileri alınan kemiklerin uzunlukları negatoskop üzerinde ölçülerek kaydedildi. Radyogramlar üzerinden yapılan kemik uzunluğu ölçümlerinde; 12. ayda 1. falanks dişilerde ortalama  $36.05 \pm 1.57$  mm, erkeklerde ortalama  $36.40 \pm 1.67$  mm, 2. falanks dişilerde ortalama  $24.01 \pm 1.83$  mm erkeklerde ortalama  $24.16 \pm 1.32$  mm olarak belirlendi. Metakarpus uzunluğu, dişilerde 23. ayda ortalama  $104.00 \pm 3.56$  mm, erkeklerde 24. ayda ortalama  $104.85 \pm 2.75$  mm olarak saptandı. Dişi ve erkek oğlaklarda ilk 5 ay boyunca metakarpusun distal epifiz plakları açıkken 6 - 8. aylar arasında kapanmaya başladılar. Dişilerde distal epifiz plaklarının tamamen kapanması 20 - 23. aylar arasında tamamlanırken, erkeklerde ise 21 - 24. aylar arasında gerçekleşti. Her iki cinsiyette de 1 ve 2. falanksın proksimal epifiz plakları 5 - 6. aylar arasında kapanmaya başlarken, tamamen kapanmaları ise 10 - 12. aylar arasında gerçekleşti. Sonuç olarak, tiftik keçilerinde metakarpusun distalden, 1 ve 2. falanksların ise proksimalden uzunlaşmasına büyüdüğü, cinsiyetler arasında her üç kemik uzunluğu için de önemli bir fark olmadığı, metakarpusun distal epifiz plağı dişilerde 20 - 23., erkeklerde ise 21 - 24. aylar, 1 ve 2. falanksın proksimal epifiz plaklarının ise her iki cinsiyette de 10 - 12. aylar arasında kapandığı saptandı.

**Anahtar Kelimeler:** Metakarpus, Falanks, Epifiz Plak, Radyografi, Oğlak

## GİRİŞ

Embriyonik gelişim süresince ossifikasyon iki farklı mekanizma ile meydana gelmektedir. Biri mezenşimal dokunun doğrudan kemik dokuya dönüştüğü intramembranöz, diğeri mezenşimal dokunun kıkırdak taslağa dönüşmesi ve bu kıkırdak dokunun yerini kemik dokuya bırakması ile meydana gelen endokondral ossifikasyondur (Ross ve ark. 2003). İntramembranöz ossifikasyon düz kemiklerin enine gelişmesinden, endokondral ossifikasyon ise uzun kemiklerin uzunlaşmasına büyümesi ile eklem yüzeylerinin oluşumundan sorumludur (Summerlee 2002). Fötüste ilk olarak uzun kemiklerin diyafiz kısmı şekillenir. Diyafizde mezenşimal doku yoğunlaşmaları içinde ossifikasyonun başladığı ilk noktaya primer ossifikasyon merkezi denir (Boskey 2002). Epifizin hyalin kıkırdağı içinde, diafizde şekillenen primer ossifikasyon merkezinin oluşması sırasında görülen aynı mekanizma ile önce proksimal epifizde, sonra distal epifizde sekonder ossifikasyon merkezi meydana gelir. Epifizin büyümesi iki bölgeden gerçekleşir. Bunlardan ilki epifizin eklem yönünde büyümesinden sorumlu olan vasküler rezerv bölge kıkırdağıdır. Diğeri ise kemiğin uzunlaşmasına büyümesinden sorumlu olan, uzun kemiklerin epifizi ile diyafizi arasında yer alan epifiz plaklarıdır (Brighton 1978; Von Pfeil ve Decamp 2009).

Epifiz plakları büyük oranda hyalin kıkırdaktan oluşmuştur ve genç hayvanların radyografisinde epifiz ve metafiz arasında radyolüsent bir hat olarak görünür. Yetişkin hayvanlarda epifizi, ince bir kompakt kemik tarafından çevrelenmiş kansellöz kemik oluşturur. Gelişme çağındaki hayvanlarda epifiz plaklarını etkileyen patolojik durumlar ciddi ortopedik problemler ile sonuçlanabilir (Von Pfeil ve Decamp 2009). Bölgeye isabet eden travmalar, epifiz plaklarının kapanma hızındaki dengesizlikler, hipertrofik osteodistrofi, sekonder hiperparatiroidizm ve büyüme hormonu yetersizliği epifiz plaklarında deformasyonlara neden olmaktadır. Uzun süreli enfeksiyonlar, kurşun, civa ve fosfor zehirlenmeleri de epifiz plaklarının erken kapanmasına sebep olmaktadır. Ayrıca diyetdeki protein, kalsiyum, A, C ve D vitamini eksikliğinde kemik gelişimi ve epifiz plaklarının kapanma sürelerini etkilemektedir (Carrig 1983; Jungueira ve ark. 1992; Paker 1993; Aslanbey 2002; Von Pfeil ve Decamp 2009).

Metakarpusun proksimal ucu karpal kemiklerin distal sırasıyla, distal ucu ise 1. falanks ile eklenişir (topuk eklemi). Keçilerde III. ve IV. metakarpusunun kaynaşmasından meydana gelen esas metakarpus dorso-palmar yönde basık uzun bir kemiktir. Diğer metakarpuslar yoktur. Metakarpusun distalinde ise; ayağı oluşturan kemiklerden proksimal, medial ve distal falankslar yer alır (Siddiqui ve ark. 2008). Epifiz plakları koyun ve keçilerde metakarpusun sadece distalinde, 1. ve 2. falanksın ise sadece proksimalinde bulunurken 3. falanksta ise epifiz plakları yer almaz (Smith 1956).

Bu çalışma ile tiftik keçisi oğlaklarında metakarpus ile 1 ve 2. falanksların epifiz plaklarının kapanma sürelerinin radyografiyle tesbiti, aylara göre ilgili kemiklerdeki uzamalar ve cinsiyetin kapanma üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Hayvan Materyali

Çalışmanın materyalini Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde

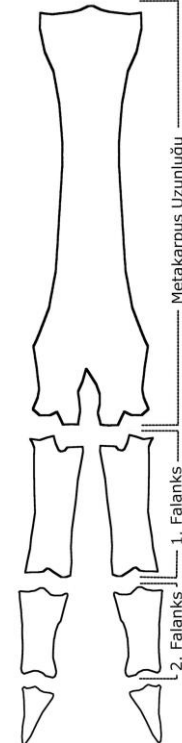
bulunan, klinik muayene ile sağlıklı oldukları belirlenen 15 erkek (1. grup), 15 dişi (2. grup) toplam 30 adet yeni doğan renkli tiftik keçisi oğlağı oluşturdu. Tüm oğlakların kulak numaraları kaydedildi ve sürü içinde kolay seçilebilmeleri için ense bölgeleri boyandı. Çalışma süresince her iki grup aynı beslenme programına tabi tutuldu. Hayvanlar süttten kesilince mera beslenmesi, kışın gelmesiyle birlikte standart konsantre yem ve kuru ot ile beslendiler.

### Radyografik değerlendirme

Metakarpusun distal, 1 ve 2. falanksın proksimal epifiz plaklarının radyografileri doğumdan sonraki 1. aydan itibaren plaklar kapanıncaya kadar her ay çekildi. Radyografik çekimler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalında bulunan 100 kV, 60 mAs gücündeki röntgen cihazı (Shimadzu®) ile film fokus mesafesi 100 cm olacak şekilde gerçekleştirildi. Doku kalınlıkları göz önüne alınarak kemiklerin ilk radyografik çekimlerde 47 kV-8 mAs ve sonraki çekimlerde ise 56 kV-15 mAs dozlarında X ışını verildi. Röntgen filmlerinin banyoları ise otomatik banyo makinesinde (Kodak®) yapıldı.

Radyografik çekimlerden önce, ortopedik bozukluk açısından ön bacakların fiziksel muayeneleri yapılarak, ilgili kemiklerin bulunduğu bölgenin kılları kırıldı. Hayvanlar röntgen masasına sterno-abdominal pozisyonda yatırıldı ve her iki ön ekstremite her doğru çekilerek, metakarpus ve falanksların Dorso-Palmar (D/P) pozisyonunda radyografik çekimleri gerçekleştirildi.

Metakarpus ile 1 ve 2. falanks uzunluklarının tesbiti; negatoskop üzerinde radyogramlarda cetvelle yapılan ölçümler ile gerçekleştirildi (Şekil 1).



**Şekil 1.** Metakarpus ile 1 ve 2. falanksların uzunluklarının ölçülmesinde kullanılan yöntem

**Figure 1.** Measuring method of lengths of metacarpus, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> phalanges in males and females.

Metakarpusun distal, 1 ve 2. falanksın epifiz plaklarının radyografik olarak gelişim evreleri negatoskop üzerinde

Gençcelep ve ark. (2012) yaptığı sınıflandırmaya göre 4 dönemde aşağıdaki gibi değerlendirildi:

1. Dönem: Epifiz ve metafiz arasında kemiksel kaynaşmanın olmadığı (nonunion) dönemdir. Radyografide bu bölge radyolüsent olarak görülür.
2. Dönem: Epifiz ve metafiz arasında kemiksel kaynaşmanın başladığı dönemdir (Partial union). Radyografide bu bölge radyopak olarak görülür.
3. Dönem: Epifiz ve metafiz arasında kemiksel kaynaşmanın tamamlandığı dönemdir (Total union). Radyografide bu bölge radyopak bir çizgi olarak görülür (Epifiziyal skar).
4. Dönem: Epifiz ve metafiz arasında radyopak bir çizgi halinde görünen epifiziyal skar izinin kaybolduğu dönemdir.

Epifiz plaklarında, radyolüsent epifiz çizgisinin orta kısmından epifiz metafiz arasında opak alanların (partial union- 2. dönem) görülmesi kapanmanın ilk belirtisi olarak değerlendirildi. Kapanma sürecinin sona ermesi ise, 3. dönemde epifiz ve metafiz arasında radyopak bir çizgi halinde görünen epifiziyal skar izinin kaybolması (4. dönem) kabul edildi.

#### İstatiksel Analiz

Gruplar arasında metakarpus ile 1 ve 2. falanksın uzunluklarının aynı zaman dilimindeki (1, 3, 6, 12, 16, 23 ve 24. aylar) istatistiki değerlendirilmesi independent samples t testi ile yapıldı. Bu amaçla SPSS 16.0 istatistiki paket programı kullanıldı.  $p < 0.05$  istatistiki olarak önemli kabul edildi. Tüm veriler ortalama değer  $\pm$  standart hata ortalaması (Mean  $\pm$  S.E.M) olarak verildi.

## BULGULAR

### Klinik Bulgular

Çalışmaya alınan oğlakların (erkek ve dişi) her ay çekimden önce yapılan fiziki muayenelerinde klinik bir bozukluk gözlenmedi. 24 aylık çalışma süresince hayvanların gelişimlerinde herhangi bir aksaklık görülmedi.

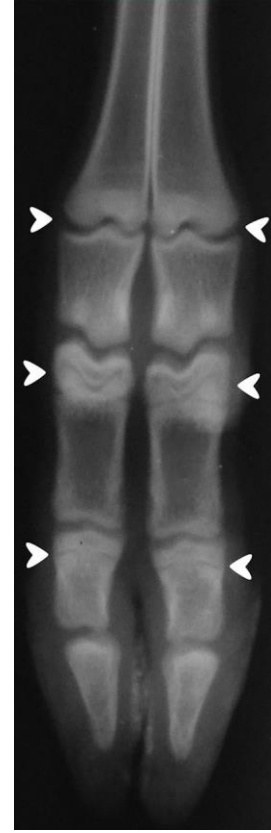
### Radyografik Bulgular

Radyografik bulguların değerlendirme ve ölçümlerinde, metakarpus ve falanksların D/P pozisyonunda çekimleri yapıldı. Çalışma süresince hayvanların ilgili kemiklerinde gelişmelerinin herhangi bir döneminde radyografik olarak patolojik bir bulguya rastlanmadı.

### Metakarpus

Doğumdan sonraki 1. ayda alınan radyografilerde her iki cinsiyette de distal epifiz plaklarının çok net bir şekilde açık olduğu tespit edildi. Radyogramlar üzerinde metakarpusun distal metafizi ile epifiz arasında radyolüsent epifiz plağı gözlemlendi. Ayrıca metakarpus III ile IV'ün belirgin bir şekilde birbirinden ayrımının yapılabildiği, sonraki çekimlerde metakarpus III ile metakarpus IV'ün kaynaşmaya başladığı görüldü (Şekil 2). Erkek ve dişi hayvanlarda ilk 5 ay boyunca açık olan metakarpusun distal epifiz plakları 6 - 8. aylar arasında kapanmaya başladı (Şekil 3). Radyografi üzerinde epifiz plaklarının ilk kapanma belirtisi olarak metakarpusun distal metafizi ile epifiz arasında radyolüsent epifiz çizgisinin orta kısmında opak alanlar belirlendi. Dişilerde distal epifiz plaklarının tamamen kapanması 20 - 23. aylarda, erkeklerde ise 21 - 24. aylarda gerçekleşti (Şekil 4) (Tablo 1). Radyogramlar üzerinde yapılan kemik uzunluğu ölçümlerinde ise 1. ayda erkeklerde ortalama  $60.91 \pm 4.88$  mm, dişilerde  $60.16 \pm 4.29$  mm iken, 23. ayda

dişilerde  $104.00 \pm 3.56$  mm, 24. ayda ise erkeklerde  $104.85 \pm 2.75$  mm olarak saptandı. Cinsiyetler arasında 1, 4, 7, 12, 18 ve 23. aylardaki metakarpus uzunlukları karşılaştırıldığında istatistiki olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$ ) (Tablo 2).



Şekil 2. Metakarpus ile 1 ve 2. falanksların epifiz plaklarının açık olması (1 aylık, erkek)

Figure 2. Open epiphyseal plates of metacarpus, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> phalanx (1 month old, male)



Şekil 3. Metakarpusun epifiz plağının kapanmaya başlaması (6 aylık, erkek)

Figure 3. The beginning of epiphyseal plate closure (6 months old, male)

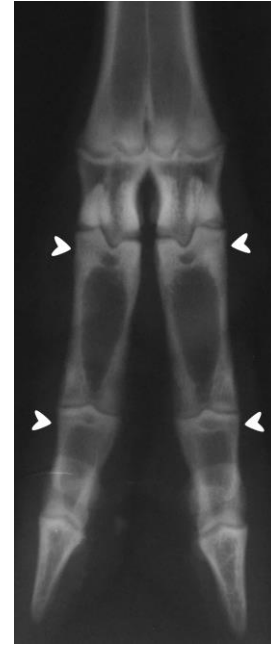


**Şekil 4.** Metakarpusun epifiz plağının tamamen kapanması (24 aylık, erkek)

**Figure 4.** The complete closure of metacarpal epiphyseal plate (24 months old, male)

#### Falankslar

Birinci ayda alınan radyografilerde, 1 ve 2. falanksın her ikisinde de proksimal epifiz plakları, epifiz ve metafiz arasında radyolüsent bir çizgi şeklinde belirlendi (Şekil 2). Her iki cinsiyette de her iki falanksın proksimal epifiz plaklarını 5 - 6. aylar arasında kapanmaya başlarken, tamamen kapanmaları ise 10 - 12. aylar arasında gerçekleşti (Şekil 5). Radyogramlar üzerinde yapılan kemik uzunluğu ölçümlerinde 1. ayda erkeklerde 1. falanks ortalama  $21.91 \pm 1.73$  mm, dişilerde  $21.41 \pm 1.68$  mm; 2.



**Şekil 5.** 1. ve 2. falanksların epifiz plaklarının tamamen kapanması (12 aylık erkek)

**Figure 5.** The complete closure of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> phalanx's epiphyseal plate (12 months old, male)

falanks ortalama erkeklerde  $13.91 \pm 1.44$  mm, dişilerde  $13.58 \pm 1.24$  mm olarak ölçüldü. 12. ayda yapılan ölçümlerde 1. falanks ortalama erkeklerde  $36.40 \pm 1.67$  mm, dişilerde  $36.05 \pm 1.57$  mm, 2. falanks ortalama erkeklerde  $24.16 \pm 1.32$  mm, dişilerde  $24.01 \pm 1.83$  mm olarak belirlendi. Cinsiyetler arasında 1, 4, 7 ve 12. aylardaki 1 ve 2. falanksların uzunlukları karşılaştırıldığında istatistiki olarak anlamlı bulunmadı ( $P>0.05$ ) (Tablo 2).

**Tablo 1.** Erkek ve dişi oğlaklarda epifiz plaklarının kapanmaya başladığı ve tamamlandığı aylar ve hayvan sayıları

**Table 1.** The time frame for beginning and end of the epiphyseal closure and animal numbers.

Aylar	1. GRUP (ERKEK)						1. GRUP (DIŞI)					
	Metacarpus Distal büyüme plağı		1. falanks proksimal büyüme plağı		2. falanks proksimal büyüme plağı		Metacarpus Distal büyüme plağı		1. falanks proksimal büyüme plağı		2. falanks proksimal büyüme plağı	
	Ba	Bi	Ba	Bi	Ba	Bi	Ba	Bi	Ba	Bi	Ba	Bi
4	-	-	6 <sup>n</sup>	-	5 <sup>n</sup>	-	-	-	8 <sup>n</sup>	-	7 <sup>n</sup>	-
5	-	-	9 <sup>n</sup>	-	10 <sup>n</sup>	-	-	-	7 <sup>n</sup>	-	8 <sup>n</sup>	-
6	4 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-	7 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-
7	4 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-	5 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-
8	7 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-	3 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	5 <sup>n</sup>	-	6 <sup>n</sup>	-	-	-	6 <sup>n</sup>	-	6 <sup>n</sup>
11	-	-	-	6 <sup>n</sup>	-	3 <sup>n</sup>	-	-	-	5 <sup>n</sup>	-	4 <sup>n</sup>
12	-	-	-	4 <sup>n</sup>	-	6 <sup>n</sup>	-	-	-	4 <sup>n</sup>	-	5 <sup>n</sup>
20	-	-	-	-	-	-	-	5 <sup>n</sup>	-	-	-	-
21	-	2 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-	4 <sup>n</sup>	-	-	-	-
22	-	4 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-	3 <sup>n</sup>	-	-	-	-
23	-	2 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-	3 <sup>n</sup>	-	-	-	-
24	-	7 <sup>n</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ba: Başlangıç zamanı, Bi: Bitiş zamanı, n: Hayvan sayısı

**Tablo 2.** Erkek ve dişi oğlaklarda metakarpus ile 1. ve 2. falanksların uzunluklarının ortalama değerleri ( $\bar{x} \pm Sx$ ).**Table 2.** Mean values of lengths of metacarpus, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> phalanges in males and females. ( $\bar{x} \pm Sx$ )

Yaş (ay)	1. Grup (Dişi) n=15			1. Grup (Dişi) n=15		
	Metacarpus Uzunluğu (mm)	1. phalanx Uzunluğu (mm)	2. phalanx Uzunluğu (mm)	Metacarpus Uzunluğu (mm)	1. phalanx Uzunluğu (mm)	2. phalanx Uzunluğu (mm)
1	60.91 ± 4.88	21.91 ± 1.73	13.91 ± 1.44	60.16 ± 4.29	21.41 ± 1.68	13.58 ± 1.24
4	75.00 ± 6.41	27.52 ± 2.15	17.47 ± 1.77	74.64 ± 5.44	27.05 ± 1.96	17.29 ± 1.57
7	93.87 ± 4.39	34.75 ± 1.03	22.47 ± 1.39	93.37 ± 3.77	34.25 ± 1.28	22.11 ± 2.02
12	101.80 ± 3.35	36.40 ± 1.67	24.16 ± 1.32	100.95 ± 4.27	36.05 ± 1.57	24.01 ± 1.83
18	103.00 ± 3.81	-	-	102.60 ± 2.97	-	-
23	104.50 ± 3.32	-	-	104.00 ± 3.56	-	-
24	104.85 ± 2.75	-	-	-	-	-

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Memelilerin uzun kemiklerinde endokondral ossifikasyon, diyafizde yer alan primer ossifikasyon merkezinde başlar ve epifizde bulunan sekonder ossifikasyon merkezinin gelişmesiyle devam eder. Bu iki ossifikasyon merkezinin arasında, kemiklerin uzunlamasına büyümesinden sorumlu olan ve radyografide radyolüsent bir hat halinde görülen çoğunlukla hiyalin kıvrıkdaktan meydana gelen epifiz plakları yer alır (Von Pfeil ve Decamp 2009; Allerstorfer ve ark. 2010).

Epifiz bölgesinin radyolojik muayenesi bölgede meydana gelen patolojik değişiklikler hakkında önemli kanıtlar sunar. Özellikle genç hayvanlarda epifizyal kıvrıkdakta meydana gelen patolojik değişiklikler radyolojik olarak tespit edilebilir (Campbell 1968). Bu çalışmada oğlaklarda metakarpus ve falanksların epifiz plaklarının gelişim dönemlerinin kolaylıkla takip edilmesi, hayvanın yaşının plaklar tamamen kapanıncaya kadar ve kapandıktan sonrada tahmin edilmesi radyolojinin bu konuda etkili yöntemlerden biri olarak değerlendirildi.

Siyah Bengal keçilerinde, kesim sonrası elde edilen kemiklerden yapılan uzunluk ölçümlerinde metakarpus  $8.02 \pm 0.1$ , 1. falanks  $2.88 \pm 0.08$ , 2. falanks  $1.88 \pm 0.03$  cm olarak tespit edildiği bildirilmektedir (Siddiqui ve ark. 2008). Başka bir çalışmada ise 10 aylık erkek keçilerde kesim sonrası yapılan kemik ölçümlerinde 1. falanks  $2.3 \pm 0.08$  cm ve 2. falanks  $1.25 \pm 0.08$  cm uzunluğunda ölçülmüştür (Al-Sharoot ve ark. 2013). Yaptığımız çalışmada ise; radyogramlar üzerinden yapılan ölçümlerde metakarpus, 23. ayda dişilerde ortalama  $104.00 \pm 3.56$  mm, 24. ayda erkeklerde ortalama  $104.85 \pm 2.75$  mm olarak saptandı. 12. ayda ise 1. falanks dişilerde ortalama  $36.05 \pm 1.57$  mm, erkeklerde ortalama  $36.40 \pm 1.67$  mm, 2. falanks dişilerde ortalama  $24.01 \pm 1.83$  mm erkeklerde ortalama  $24.16 \pm 1.32$  mm olarak belirlendi. Cinsiyetler arasında kemik uzunlukları karşılaştırıldığında, cinsiyetin metakarpus ile 1 ve 2. falanksların uzunlukları üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Büyüme çok hızlı olduğunda epifiz plakları daha kalın, büyüme yavaş olduğunda ise epifiz plakları daha incedir. Epifiz plaklarının kapanma süreleri, plağın yer aldığı kemiğe, cinsiyete ve türe göre değişmektedir. Omurların epifiz plakları, uzun kemiklerin epifiz plaklarına göre daha geç kapanır. Androjenler ve östrojenler, epifiz plaklarının kapanma zamanının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır ve erken kastrasyon, epifiz plaklarının kapanmasının gecikmesine neden olmaktadır (Carlson ve Weisbrode 2017). Yapılan çalışmalarda buzağlarda

hipervitaminosis A (Mackay ve ark. 1992) ve ratlarda hipertroidizm uzun kemiklerinde epifiz plakalarının erken kapanmasına neden olurken, ratlarda hipotroidizm ise kapanmanın gecikmesine neden olmaktadır (Lewinson ve ark. 1989). Sunulan bu çalışmada 24 ay boyunca her ay alınan radyogramlar üzerinde epifiz plaklarının normal gelişim süreci sergiledikleri gözlemlendi.

Koyun ve keçilerde metakarpusun proksimal, 1 ve 2. falanksın ise distal epifiz plakları doğumdan önce kapandığı için metakarpusun distalinde, 1 ve 2. falanksın ise proksimalinde epifiz plakları bulunur. 3. falankta proksimal ve distal epifiz plakları doğumdan önce kapandığı için epifiz plakları bulunmaz (Smith 1956; Silver 1963). Bu çalışmada ise radyogramlar üzerindeki incelemede, metakarpusun proksimal, 1 ve 2. falanksın ise distal ve 3. falanksın ise hem proksimal hem de distal epifiz plaklarının olmadığı, yalnızca metakarpusun distal, 1 ve 2. falanksın ise proksimal epifiz plaklarının varlığı tespit edilmiştir. Bu anatomik özellikten dolayı çalışmamızda metakarpusun distal, 1 ve 2. falanksın ise proksimal epifiz plaklarının kapanma süreçleri takip edilmiştir.

Literatürlerde koyunlarda metakarpusun distal epifiz plağının 15 - 24. (Moran ve O'connor 1994) ve 18 - 24. (Silver 1963) aylarda kapandığı bildirilmektedir. Koyun ve keçilerde metakarpusun distal epifiz plaklarının kapanma sürelerinin araştırıldığı çalışmalarda, kapanmanın 20 - 24 (Lesbre 1897) ve 18 - 30. (Zeder 2002) aylar arasında gerçekleştiği koyunların uzun kemiklerinin epifiz plaklarının kapanmasının keçilere göre daha erken gerçekleştiği vurgulanmaktadır. Saga ve ark. (1990), keçilerde ön ekstremitelerde kemiklerinin epifiz plaklarının kapanma sürelerini radyolojik olarak araştırdıkları bir çalışmada, metakarpal kemiklerin distal epifiz plaklarının kapanma sürelerini 14. ay olarak belirlediklerini bildirmektedirler. Noddle (1974), evcil ve yabani keçilerde epifiz plaklarının kapanma yaşını araştırdığı çalışmasında metakarpusun distal epifiz plaklarının dişi evcil keçilerde, 23 - 30. ayda, kastre edilmiş tekelere ise 23. ayda tamamlandığını ifade etmektedir. Bizim çalışmamızda ise metakarpusun distal epifiz plağı her iki cinsiyette de 6 - 8. aylarda kapanmaya başladı ve dişilerde 20 - 23., erkeklerde ise 21 - 24. aylar arasında kapanma tamamlandı.

Yapılan araştırmalarda koyunlarda 1 ve 2. falanksın proksimal epifiz plağının 11 - 12. (Moran ve O'connor 1994) ve 13 - 16. (Silver 1963) aylarda kapandığı bildirilmektedir. Koyun ve keçilerde 1 ve 2. falanksın proksimal epifiz plaklarının kapanma sürelerinin araştırıldığı farklı çalışmalarda ise, 1. falanks 7 - 10. ay, 2. falanks 5 - 7. ayda (Lesbre 1897), ve her iki falanksın ise

12 - 18. (Zeder 2002) aylar arasında gerçekleştiği ifade edilmektedir. Keçilerde 1 ve 2. falanksın proksimal epifiz plaklarının kapanma sürelerinin 7 ay olarak radyografi ile belirlendiği bildirilmektedir (Saga ve ark. 1990). Evcil ve yaban keçilerinde yapılan bir çalışmada, evcil keçilerin 1. falanksın proksimal plaklarının dişilerde 11. ayda erkeklerde ise 12. ayda, 2. falanksın proksimal plaklarının dişilerde 9 - 11. ayda kastre edilmiş tekelere ise 13. ayda kapanmanın tamamlandığını ifade edilmektedir (Noddle 1974). Bu çalışmada ise, her iki cinsiyette de her iki falanksın proksimal epifiz plaklarını 5 - 6. aylar arasında kapanmaya başlarken, tamamen kapanmaları ise 10 - 12. aylar arasında gerçekleşti.

Epifiz ve metafiz arasında kemiksel kaynaşmanın tamamlandığı dönemde radyografide radyopak bir çizgi olarak görünen ve epifizyal skar diye isimlendirilen bölge görünür (Gençcelep ve ark. 2012). Fakat çalışmamızda hem metakarpus hem de falankların epifiz plaklarında epifizyal skar gözlenmedi. Yapılan çalışmalarda, büyüme plaklarının dişilerde erkekler göre daha erken kapandığı bildirilmektedir (Noddle 1974; Gençcelep ve ark. 2012). Bizim çalışmamızda, falankların proksimal büyüme plaklarının her iki cinsiyette de aynı sürede kapandığı, ancak metakarpusun distal büyüme plakları ise dişilerde 1 ay daha erken kapandığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak, tiftik keçilerinde metakarpusun distalden, 1 ve 2. falankların ise proksimalden uzunlaşmasına büyüdüğü, cinsiyetler arasında her üç kemik uzunluğu için de önemli bir fark olmadığı, metakarpusun distal epifiz plağı dişilerde 20 - 23., erkeklerde ise 21 - 24. aylar, 1 ve 2. falanksın proksimal epifiz plaklarının ise her iki cinsiyette de 10 - 12. aylar arasında kapandığı saptandı.

## KAYNAKLAR

- Al-Sharoot H, Abid TA, Al-Baghdady E (2013).** Anatomical study of the digits of forelimbs in goat. *QJVM*, 12, 28-35.
- Allerstorfer D, Longato S, Schwarzer C, ve ark. (2010).** VEGF and its role in the early development of the long bone epiphysis. *J Anat*, 216, 611-624.
- Aslanbey D (2002).** Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji, Medipres Yayıncılık, Malatya.
- Boskey AL (2002).** Connective tissues of the musculoskeletal system. In: Textbook of Small Animal Surgery. Slatter D (Ed), 3rd ed, 1781-1782. Philadelphia: WB Saunders.
- Brighton CT (1978).** Structure and function of the growth plate. *Clin Orthop Relat Res*, 22-32.

- Campbell J (1968).** Radiology of the epiphysis. *Vet Radiol Ultrasound*, 9, 11-20.
- Carlson CS, Weisbrode SE (2017).** Bones, joints, tendons, and ligaments. In: Pathologic Basis of Veterinary Disease. Zachary J F (Ed), 954-1008, Elsevier Health Sciences.
- Carrig CB (1983).** Growth abnormalities of the canine radius and ulna. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 13, 91-115.
- Gençcelep M, Karasu A, Alpdoğan O (2012).** The determination of radius-ulna closure time of growth plates in mohair goat kids by radiography. *Small Rumin Res*, 103, 182-186.
- Herron A (1993).** Review of bone structure, function, metabolism, and growth. In: Disease Mechanisms in Small Animal Surgery. Bojrab M J (Ed), 2 ed, 644-648, Lea Febiger Philadelphia.
- Jungueira LC, Corneiro J, Kelley RO (1992).** Temel Histoloji. Barış Kitabevi, İstanbul.
- Lesbre A (1997).** Contribution à l'étude de l'ossification du squelette des mammifères domestiques, principalement au point de vue de sa marche et de sa chronologie. *Bulletin de la Société d'anthropologie de Lyon*, 16, 239-333.
- Lewinson D, Harel Z, Shenzer P, ve ark. (1989).** Effect of thyroid hormone and growth hormone on recovery from hypothyroidism of epiphyseal growth plate cartilage and its adjacent bone. *Endocrinology*, 124, 937-945.
- Mackay R, Woodard J, Donovan G (1992).** Focal premature physal closure (hyena disease) in calves. *J Am Vet Med Assoc*, 201, 902-905.
- Moran NC, O'connor TP (1994).** Age attribution in domestic sheep by skeletal and dental maturation: A pilot study of available sources. *Int J Osteoarchaeol*, 4, 267-285.
- Noddle B (1974).** Ages of epiphyseal closure in feral and domestic goats and ages of dental eruption. *J Archaeol Sci*, 1, 195-204.
- Paker Ş (1993).** Histoloji, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Ross MH, Gordon IK, Pawlina W (2003)** Histology a Text and Atlas. 4th ed, 180-213, Philadelphia, Lippincott Williams-Wilkins.
- Saga F, Chaudry Z, Iqbal M (1990).** Fusion of epiphysis of the limb bones of teddy goats. *Pak J Vet Res*, 3, 5-11.
- Siddiqui M, Khan M, Moonmoon S, ve ark. (2008).** Macro-anatomy of the bones of the forelimb of black bengal goat (*capra hircus*). *Bangl J Vet Med*, 6, 59-66.
- Silver I (1963).** The ageing of domestic animals. In: Science in Archaeology: A Comprehensive Survey of Progress and Research. Brothwell D ve Higgs E (Eds), 250-268, Basic Books New York.
- Smith R (1956).** Fusion of the epiphyses of the limb bones of the sheep. *The Vet Rec*, 68, 257-259.
- Summerlee AJS (2002).** Bone formation and development. In: Bone in Clinical Orthopedics. Sumner-Smith G (Ed), 2nd ed, 1-20, Stuttgart, Germany: Thieme.
- Von Pfeil DJ, Decamp CE (2009).** The epiphyseal plate: Physiology, anatomy and trauma. *Compend Contin Educ Vet*, 31, E1-11.
- Zeder MA (2002).** Reconciling rates of long bone fusion and tooth eruption and wear in sheep (*ovis*) and goat (*capra*). In: Recent Advances in Ageing and Sexing Animal Bones. Ruscillo D (Ed), 87-118, Oxbow Books, Durham.