

## Yeni Zelanda tavşanında ön ekstremitelerin postnatal osteolojik gelişimi \*,\*\*

Ayhan DÜZLER<sup>1</sup>, Ahmet ÇAKIR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Kayseri; <sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Ankara

**Özet:** Bu çalışmada toplam 72 adet erkek Yeni Zelanda tavşanı'nın ön ekstremiteleri üzerinde, doğumdan 198. güne kadar osteolojik gelişim incelenmiştir. Ön ekstremitte kemikleri, double staining yöntemiyle, alizarin red-S ve alcian blue kullanılarak boyanmıştır. 150 mm'lik kumpas yardımıyla ölçüler alınmıştır. Elde edilen boyama ve ölçüm sonuçları, fotoğraf ve grafiklerle gösterilmiş, rakamsal bulgular anlamlarıyla birlikte sunulmuştur. Rakamsal veriler üzerinde bilgisayar ortamında Ki-kare testi, T testi ve çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Tavşanın ön ekstremitte kemiklerinde ölçülerin dönemlere, sağ ve sol bacaklara göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılaştığı ( $p<0.09$ ), ölçümlere göre sağ bacadaki kemiklerin sol bacadakilerden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Ön ekstremitte kemiklerine ait primer ve sekonder ossifikasyon merkezleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler edinilmiştir. Ossa carpi ve os coracoïdes hariç bütün ön ekstremitte kemiklerinde ilk kemikleşmenin doğumdan önce başladığı saptanmıştır. Yeni Zelanda tavşanı'nda kemik gelişim hızının ilk 15 haftada yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonraki 13 haftada ise gelişim hızı giderek azalmıştır. Yirmi sekiz haftalık postnatal periyodun ardından ön ekstremitte kemiksel gelişimin sona erdiği saptanmıştır. Son periyotta kırkırak dokunun, eklem kırkırakları, clavicula'nın iki ucu ve cartilago scapulae ile sınırlı olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kemik gelişimi, ön ekstremitte, tavşan

### Postnatal development of the thoracic limb bones in New Zealand rabbit

**Summary:** In this research, osteologic development of the bones of thoracic limb on the 72 New Zealand rabbit was investigated within a period of birth through 198th postnatal day. The bones of thoracic limb were stained by use of alizarin red-s and alcian blue double staining method. Measuring of the bones were obtained by using a 150 mm calipers. The results were displayed by photography and graphics. Likewise, numerical data obtained were analysed and evaluated by use of computer with  $X^2$  and T test. The data revealed that length of the bones in right legs was significantly higher than that of the left legs ( $p<0.09$ ), thus, primary and secondary ossification centers in the bones of thoracic limbs were obtained in detail. Beginning of the ossification in all the bones of thoracic limbs except the carpal bones and os coracoïdes was determined before parturition. The ossification rate was found to be very high within the first 15 weeks. Later, it was shown that ossification decreased gradually for 13 weeks period. Ceasing of the ossification in the thoracic limb was determined after 28 weeks of the postnatal development. In the last period, the cartilage tissue was seen in the joint cartilages, both end of the clavicula, and cartilages of the scapula.

Key words: Bone development, thoracic limb, rabbit

### Giriş

Kemikler, ya kırkırakların yerini alarak (endokondral ya da intrakartilaginöz kemikleşme) veya bağdoku'nun kemikleşmesiyle (intramembranöz kemikleşme) meydana gelirler (6,11,18,19). Kemik doku embriyoda ve doğumdan sonraki dönemde (postnatal), destek dokularından bağdoku ve kırkırak doku'nun kireçleşmesiyle meydana gelir. Gerek embriyonal ve gerekse postnatal hayatta ilk kemikleşmeler küçük sahalar (primer ossifikasyon merkezi: PM) halinde oluşur. Bu kemik odakları sonradan ap-ositional bir kemikleşme ile genişleyip büyürler (6,9,11). İlk kemikleşmenin proksimal ve distal epifizde tekrarlanması sonucu sekonder ossifikasyon merkezleri (SM) şekillenir (6,7,9,15,27).

Uzun bir kemiğin gelişiminde üç adet PM şekillenir. Bunlardan biri diyafiz ya da kemik gövdesinin gelişimi, diğer ikisi de kemiğin uçları ya da epifizlerinin gelişimi içindir. Ayrıca, uzun kemiklerin çoğu, kemik çıkıntılarını şekillendiren SM'lerine sahiptir (11).

Kemiklerdeki gelişim ve büyüme postnatal dönemde uzunca bir süre devam eder. Daha sonra, büyümeyi sağlayan epifiz plakları hiçbir kurala bağlı olmaksızın kemikleşerek kapanır (2,5).

Kemik gelişimi ve epifizeal büyüme, tavşanlar 6 aylık olduklarında sona ermekte ve epifiz plakları kapanmaktadır (14).

Tavşanda ilk 12 haftalık dönem içerisinde erişkin kemik yapısı şekillenmektedir. Kemik gelişimi 17-33.

\* Aynı başlıklı doktora tezinin bir bölümünün özeti.

\*\* Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurul onayı alınmıştır.

haftalar arasında sona ermektedir (13). Yeni Zelanda tavşanında yapılan bir çalışmada (24), büyümenin hızının postnatal ilk 28-42. günlere kadar çok yüksek olduğu ve giderek azaldığı belirtilmektedir. Yeni Zelanda tavşanının doğum sonrası 42. günde sahip olduğu osteolojik gelişim durumu, periyot olarak 4,5 yaşındaki bir insanla eşlenebilir (15).

Tavşanın scapula'sı üzerinde "S" şeklinde bir proc. hamatus, 1-1,5 cm uzunluğunda proc. suprahamatus, kanca şeklindeki proc. coracoideus yer alır (1,5,17). Scapula'nın kemikleşmesi, bir primer ve iki ya da üç adet SM tarafından sağlanır (1).

Tavşanda clavícula, bir çift kemiktir ve iskelet sistemine ait kemiklerden hiçbirisiyle eklemleşmez. Kaslara gömülü olarak, musculus cleidocephalicus ile musculus cleidobrachialis arasında yer alır (17). "S" şeklinde ve 15-20 mm uzunluğundadır (1).

Os coracoideus, tavşanda gelişmiş ve bağımsız bir kemik şeklinde olmayıp, kalıntısı scapula üzerinde bir çıkıntı halindedir. Scapula'nın medial yüzü üzerinde ve distal'de yer alan kanca şeklindeki bu çıkıntıya proc. coracoideus adı verilir (17).

Humerus, bir adet primer, değişik sayıda sekonder olmak üzere iki ossifikasyon merkezi (OM)'nden kemikleşir. Distal epifizin kapanması 6 ayda tamamlanır. Proksimal epifiz ise 15-18 ayda kapanmaktadır (1,22).

Radius üç OM'den kemikleşir. Bunlardan biri diyafize, ikisi ise proksimal ve distal epifize ait merkezlerdir. Proksimal epifiz 6. ayda kapanmaktadır. Distal epifizdeki kapanma 15 ayda şekillenir (1,11).

Ulna da üç OM'ye sahiptir. Bunlardan biri corpus, diğer ikisi ise olecranon ve proc. styloideus üzerindedir (5).

Ossa carpi doğumda tamamen kıkırdak yapıdadır. Postnatal ikinci hafta sonrasında kemikleşmeye başlar. Fakat os carpi accessorium, os carpale I ve II daha geç kemikleşmeye başlar. Tavşanda metakarpal diyafiz doğumdan 8-12 gün sonra tamamen kemikleşir. Bu kemiklerin uzaması, her bir metacarpus'un distal'inde yer alan tek epifiz plağından sağlanır. Bu kemiklerde proksimal epifiz yoktur. Her phalanx bir adet PM ve bir adet SM'den gelişir. Phalanx distalis'in kemikleşmesi doğumdan önce tamamlanır. Tavşanın susam kemikleri doğumda kıkırdaktır. Postnatal hayatın 1. ayında büyük susam kemikleri, 5. yılında ise küçük susam kemiklerinde kemikleşme şekillenir (1).

Yeni Zelanda tavşanları üzerinde yapılan bu çalışmada, ön ekstremitte kemiklerinin, doğumdan 198. güne kadar olan büyüme ve gelişimleri incelenerek dōnemsel iskelet yapısı hakkındaki bilgi ihtiyacının bir ölçüde karşılanması amaçlanmaktadır. Bunun yanında, PM ve SM'lerin yerleri ve sayıları belirlenmeye çalışılarak,

ön ekstremitte kemiklerinin ayrı ayrı epifiz plaklarının kapanma zamanları tespit edilmiştir.

### Materyal ve Metot

Osteolojik gelişimin ön ekstremitelerde zamana bağlı modellerinin belirlenmesi amacıyla materyal olarak (0, 7, 21, 42, 70, 105, 147, 168, 196 günlük) dokuz farklı çağda 8'er, toplam 72 adet sağlıklı erkek Yeni Zelanda tavşanı kullanılmıştır.

Kullanılan yem; %16 ham protein (en az), %10 ham selülöz (en çok), %10 ham kül (en çok), kalsiyum %0.8-1.4 (en az-en çok), fosfor %0.6 (en az), sodyum %0.3-0.4 (en az-en çok), 5000 İÜ/Kg A vitamini, 1000 İÜ/Kg D3 vitamini ve en az 30 Mg/Kg E vitamini içermektedir.

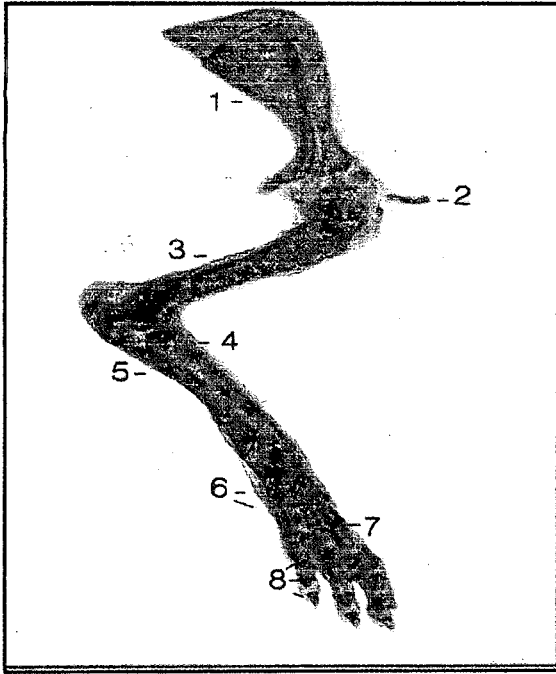
Kadavraların ön ekstremitte kemikleri, disekte edilerek ortaya çıkarılmıştır. Makroskobik olarak okulometre, dijital kumpas ve çıplak gözle alınacak bulguların da kaydedilmesinin ardından double staining (alizarin red-S ve alcian blue) yöntemi kullanılarak epifiz kıkırdakları (mavi), büyüme plakları ve kemikleşme odakları (şarap rengi) görülebilir bir duruma getirilmiştir.

Diseksiyondan sonra çiftler halinde saklama kaplarında tutulan bacaklar double staining tekniği ile boyanmıştır (3,8). Literatüre uygun olarak "A" çözeltisi (300 mg alcian blue, 100 ml %70'lik etanol içermektedir) ve "B" çözeltisi (100 mg alizarin red-S, 100 ml %95'lik etanol içermektedir) oluşturulmuş ve sonra bu çözeltiler birbirine karıştırılıp 100 ml glacial asetik asit ile 1700 ml %70'lik etanol eklenerek boyama solusyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan boyama solusyonu içerisinde 40°C'de dört gün boyunca bekletilen ön bacaklar iki saat süreyle akan su altında yıkanmıştır. Yıkamanın ardından, ön ekstremiteler üç gün kadar %2'lik potasyum hidroksit (KOH) ile muamele edilmiş, daha sonra çevre dokular temiz bir görünüme ulaşıncaya kadar %20 gliserin içeren %1'lik KOH solusyonu içerisinde bekletilmiştir. Materyaller sırasıyla %50 ve %80'lik gliserin'e konularak her birinde yedi gün bırakılmış, daha sonra %100'lük gliserin içerisine alınarak saklanmıştır.

### Bulgular

Yeni Zelanda tavşanı'nda ön ekstremitte kemiklerinde gelişim, birer adet PM ve farklı sayıda SM'de kemikleşme şeklinde gözlenmiştir. Birinci grup materyallerde ossa carpi ve os coracoideus haricindeki tüm ön ekstremitte kemiklerinde PM kemikleşmesinin başlamış olduğu görülmüştür.

Boyamalara örnek olarak üç haftalık Yeni Zelanda tavşanı'nda alizarin red-S ve alcian blue ile boyanmış sağ ön ekstremitenin lateral'den görünüşü verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Üç haftalık Yeni Zelanda tavşanı sağ ön ekstremitesi (lateral'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2. 1 Scapula, 2 Clavicula, 3 Humerus, 4 Radius, 5 Ulna, 6 Ossa carpi, 7 Ossa metacarpalia, 8 Ossa digitorum manus.

Figure 1. The right thoracic limb of the New Zealand rabbit aged three weeks (lateral view). Alizarin red-S and alcian blue. x2. 1 Scapula, 2 Clavicula, 3 Humerus, 4 Radius, 5 Ulna, 6 Ossa carpi, 7 Ossa metacarpalia, 8 Ossa digitorum manus.

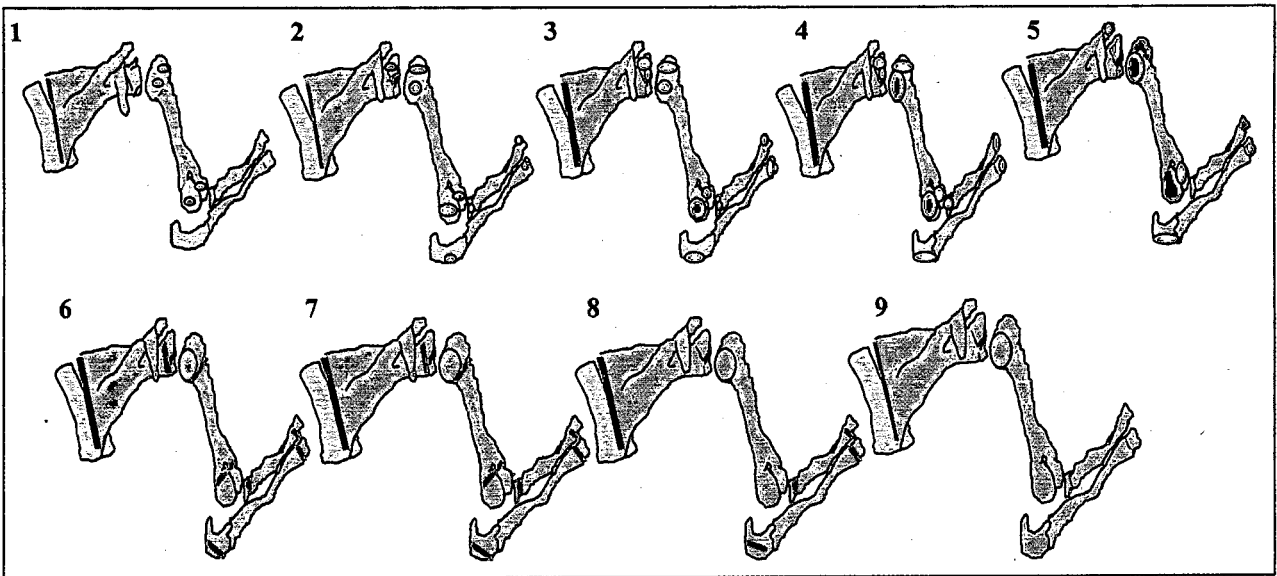
Scapula'da biri PM, dördü SM olmak üzere toplam 5 adet OM'nin geliştiği görülmüştür. Yeni doğmuş tavşanlarda ortalama 6.39 mm genişliğe, 8.98 mm uzunluğa ve 0.94 mm kalınlığa sahip olan scapula'nın, postnatal 198. günde 38.72 mm genişliğe, 71.64 mm uzunluğa ve 3.01 mm kalınlığa ulaştığı belirlenmiştir.

Clavicula'nın bir adet PM ve bir adet SM'ye sahip olduğu gözlenmiştir. Clavicula'nın kemikleşmiş kısmının postnatal ilk günde ortalama 5.30 mm, 198. günde ise 22.50 mm uzunlukta olduğu belirlenmiştir. Clavicula'nın genişliği ise ilk gün 0.30 mm iken yirmi sekizinci haftada 1.90 mm olarak ölçülmüştür.

Os coracoïdes, altıncı grupta processus coracoïdeus'un gelişim kıkırdığı içerisinde oval bir SM olarak ortaya çıkmıştır. İlk grubun processus coracoïdeus'u anlamlı bir ölçüm yapılamayacak kadar küçük kıkırdak bir yapı olarak gözlenmiştir. Altıncı grup materyallerde ilk kez kemikleşmeye başlayan SM 0.53 mm mediolateral, 0.93 mm proximodistal çapa sahiptir. 198. günde processus coracoïdeus'un mediolateral boyu 5.74 mm, proximodistal eni 3.42 mm ve craniocaudal kalınlığı 1.75 mm olarak belirlenmiştir.

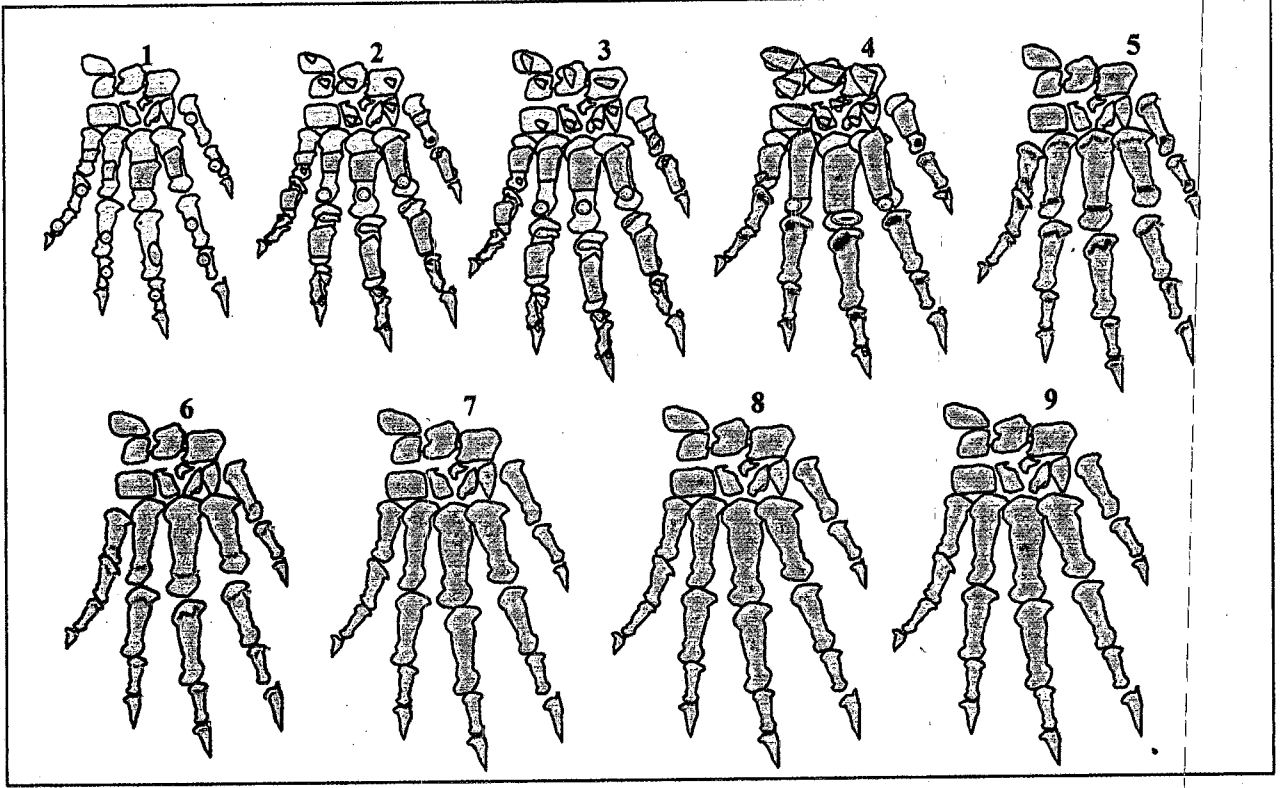
Humerus'un bir PM, iki SM proksimal epifizde, iki PM distal epifizde olmak üzere toplam beş OM'nden kemikleştiği görülmüştür. Birinci grupta humerus'un eni ortalama 1.59 mm, boyu ise 10.65 mm iken, dokuzuncu grupta eni 6.31 mm boyu da 70.79 mm olarak tespit edilmiştir.

Radius'un ve ulna'nın diyafizleri dışında birer proksimal birer distal SM'ye sahip oldukları saptanmıştır. Radius'un yeni doğmuş materyalde ortalama uzunluğunun 9.03 mm, genişliğinin 0.84 mm olduğu belirlenmiştir. 198. günde radius ortalama 67.34 mm boya, 4.80 mm eneye ulaşmıştır. Ulna'nın eni postnatal birinci günde 0.93 mm iken 198. günde 6.57 mm olarak ölçülmüştür. Boyu ise ilk grupta 10.48 mm olarak belirlenirken dokuzuncu grupta 80.78 mm olarak tespit edilmiştir.

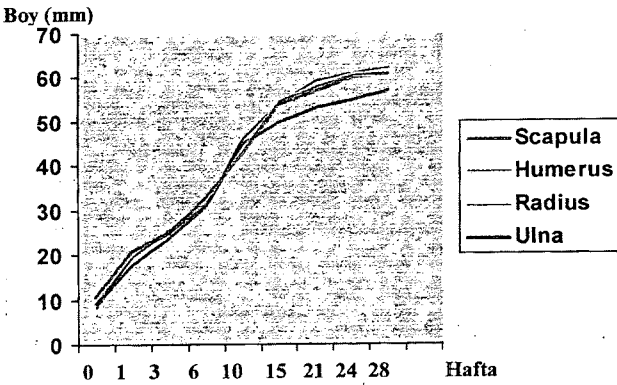


Şekil 2. Dokuz gruptaki scapula, humerus ve antebrachium'un gelişmelerinin şematik görünümü. Mavi renk: kıkırdak kısımlar, Pembe renk: kemikleşmiş bölgeler, Kırmızı renkli odaklar: sekonder kemikleşme merkezleri, Kırmızı renkli çizgiler: epifiz plakları.

Figure 2. Schematic view of the developing scapula, humerus and antebrachium in nine groups. Blue color: Cartilaginous portions, Pink color: Ossified area, Points with red color: Secondary ossification centers, Lines with red color: Epiphysis plates.



Şekil 3. Skeleton manus'un gelişiminin şematik görünümü (dokuz grupta). Mavi renk: kıkırdak kısımlar, Pembe renk: kemikleşmiş kısımlar, Kırmızı renkli odaklar: sekonder kemikleşme merkezleri, Kırmızı renkli çizgiler: epifiz plakları.  
Figure 3. Schematic view of the developing skeleton manus (in nine groups). Blue color: Cartilaginous portions, Pink color: Ossified area, Points with red color: Secondary ossification centers, Lines with red color: Epiphysis plates.



Şekil 4. Yeni Zelanda tavşanı'nda ön extremiteye ait dört kemiğin gelişim grafiği (mm/hafta).  
Figure 4. A linear graphic about the developing four bones of thoracic limb in the New Zealand rabbit (mm/week).

Birinci gruptaki tavşanların bileğinde herhangi bir kemikleşme odağı (PM ve SM) görülmemiştir. İkinci grubun bilek kemiklerinden proksimal sıradaki dört kıkırdak taslakta ve distal sıradaki taslakların ikisinde (os carpal I ve os carpal IV) kemikleşme görülmüştür. Üçüncü grupta bilek kemiklerine ait kıkırdak taslakların sekiz tanesinde kemikleşme odaklarının varlığı saptanmıştır. Bu gruptaki tavşanlarda os carpi centrale'ye ait herhangi bir kemikleşme merkezi gözlenememiştir. Dördüncü grup materyal'de os carpi centrale'nin de kemikleşmeye baş-

ladığı tespit edilmiştir. Altıncı grup materyalde ossa carpi'de kemikleşmenin gelişimini tamamladığı ve sadece eklem yüzlerinde ince bir kıkırdak dokunun yer aldığı görülmüştür. Yedinci, sekizinci ve dokuzuncu gruplarda ossa carpi'de büyümenin sürdüğü belirlenmiştir.

Ossa metacarpalia'nın distal gelişim kıkırdakları içerisindeki SM'ler bir haftalık materyalde kemikleşmeye başlamıştır. On haftalık tavşanlara ait metacarpus'larda proksimal uçların bütünüyle kemikleştiği görülmüştür. 21, 22 ve 23. haftalarda metacarpus'ların epifizleri gözlenemezken, büyümenin devam ettiği tespit edilmiştir.

Phalanx'ların da PM'sinde doğumda kemikleşmenin başlamış olduğu görülmüştür. İkinci grup tavşanların phalanx'larında, phalanx distalis'ler hariç, proksimal gelişim kıkırdaklarının içerisinde kemikleşmeye başlamış birer nokta dikkati çekmektedir. Bunlar proksimalde yer alan SM'lerdir. Altıncı grup materyallerde phalanx'ların bütünüyle kemikleştiği görülmüştür.

Ön ekstremitede üçüncü haftadan sonraki dönemlerde articulatio metacarpophalangea ve articulatio interphalangea'nın plantar'ında yer alan susam kemiklerinde ossifikasyon'un başladığı ve bu kemiklerin belirgin hale geldiği görülmüştür. Susam kemiklerinin altıncı haftada 1 mm ile 1.9 mm arasında çapa sahip olduğu, 24. haftada ise 2.3 mm ile 4 mm büyüklüğe ulaştığı belirlenmiştir.

Tablo 1. Dokuz grupta sağ ve sol ön ekstremitte kemiklerinin en, boy ve kalınlıkları. Çizelgede verilen rakamların herbiri 8 (n=8) adet materyalden alınan ölçümlerin ortalama değerleridir. SE<0.09. SC scapula, CL clavícula, HU humerus, RA radius, UL ulna, MCII os metacarpale II, PHD phalanx distalis.

Table 1. The width, height and thickness of the right and left thoracic limb bones in nine groups.

SC scapula, CL clavícula, HU humerus, RA radius, UL ulna, MCII os metacarpale II, PHD phalanx distalis.

		Grup:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SC	En	Sağ	6.39	10.93	11.47	18.75	23.40	34.59	38.60	38.94	38.72	
		Sol	6.28	10.58	11.28	18.10	22.19	33.15	37.66	37.63	37.86	
	Boy	Sağ	8.98	17.07	21.75	32.19	44.76	63.96	67.26	69.43	71.64	
		Sol	8.84	16.94	21.48	31.61	41.37	60.91	66.73	68.47	71.25	
	Kalınlık	Sağ	0.94	1.12	1.32	1.96	2.39	2.74	2.91	2.98	3.01	
		Sol	0.74	0.99	1.24	1.89	2.26	2.60	2.68	2.93	2.95	
CL	En	Sağ	0.30	0.71	0.85	1.05	1.12	1.44	1.70	1.81	1.90	
		Sol	0.27	0.68	0.80	1.04	1.08	1.40	1.65	1.73	1.88	
	Boy	Sağ	5.30	8.23	9.17	15.49	17.56	18.62	19.59	21.85	22.50	
		Sol	5.26	8.20	9.15	15.44	17.50	18.52	19.50	21.71	22.46	
	HU	En	Sağ	1.59	2.41	2.78	3.79	4.56	5.38	5.40	6.29	6.31
			Sol	1.42	2.27	2.62	3.50	4.41	5.03	5.25	6.09	6.10
Boy	Sağ	10.65	19.17	24.38	35.02	47.68	60.60	67.34	69.67	70.79		
	Sol	10.38	17.09	23.94	34.77	45.07	59.45	66.52	68.93	70.35		
RA	En	Sağ	0.84	1.55	1.97	3.01	3.60	4.48	4.76	4.46	4.80	
		Sol	0.72	1.31	1.84	2.74	3.42	4.24	4.62	4.47	4.66	
	Boy	Sağ	9.03	16.94	22.32	32.87	45.21	64.39	66.14	66.28	67.34	
		Sol	8.86	15.85	21.39	32.43	43.29	62.65	65.43	65.66	66.30	
UL	En	Sağ	0.93	1.80	2.71	3.68	4.19	5.24	5.96	6.59	6.57	
		Sol	0.90	1.60	2.46	3.73	3.89	5.16	5.61	6.37	6.36	
	Boy	Sağ	10.48	20.69	25.72	40.04	56.19	75.83	78.13	79.81	80.78	
		Sol	10.29	19.36	25.64	37.91	51.17	72.54	76.35	79.14	80.29	
MCII	En	Sağ	1.10	1.20	1.60	1.90	2.35	2.53	2.80	2.98	3.12	
		Sol	1.08	1.16	1.53	1.85	2.27	2.49	2.72	2.90	3.09	
	Boy	Sağ	1.60	5.30	6.40	7.05	15.12	17.49	17.53	19.38	20.50	
		Sol	1.58	1.27	6.35	7.00	15.07	17.40	17.46	19.31	20.44	
PHD	En	Sağ	0.52	0.61	0.84	1.27	1.96	2.06	2.49	2.56	2.76	
		Sol	0.50	0.59	0.83	1.25	1.91	2.00	2.46	2.55	2.76	
	Boy	Sağ	0.90	1.75	1.90	4.39	5.73	6.18	6.43	7.96	8.29	
		Sol	0.88	0.70	1.84	4.34	5.72	6.11	6.40	7.93	8.10	

Birinci (0 günlük)-dokuzuncu (28. haftalık) gruba ait scapula, humerus ve antebrachium'un (Şekil 2) ve skelet manuş'un (Şekil 3) gelişimi şematize edilmiştir. Şekil 4 ve Tablo 1'de rakamsal bulgular verilmiştir.

### Tartışma ve Sonuç

Memeli hayvanlarda scapula'nın kemikleşmesinin bir adet PM ve iki ya da üç adet SM tarafından sağlandığı, insanda ise scapula'nın 8 adet SM'den kemikleştiği belirtilmektedir (1). Scapula equidae'de dört, ruminantia'da üç merkezden kemikleşmektedir (11). Farelere scapula'nın bir PM ve bir SM'den kemikleştiği bildirilmiştir (21). Köpeklerde scapula'nın corpus scapulae ve tuber scapulae'da bulunan toplam iki adet OM'ye sahip olduğu belirtilmektedir (4,12). Yeni Zelanda tavşanı'nda yapılan bu çalışmada scapula'nın literatüre (1,11) benzer şekilde bir primer, üç SM'den geliştiği görülmüştür. Ayrıca, bu dört OM dışında scapula

üzerinde proc. coracoideus'a ait bir merkezin daha bulunduğu gözlenmiştir.

Hayvanlar üzerinde yapılmış osteolojik gelişim çalışmalarında (4,15,20,21,24) clavícula'nın gelişiminden söz edilmemiştir. İnsanda corpus clavícula'nın dışında extremitas sternalis clavícula'da bir OM'nin varlığına değinilmiştir (22). Yeni Zelanda tavşanı'nda yapılan çalışmada da clavícula'nın bir adet PM'ye, bir adet SM'ye sahip olduğu gözlenmiştir. Sözü edilen SM'nin insanda clavícula'nın craniomedial ucunda bulunduğu bildirilmesine (22) rağmen Yeni Zelanda tavşanlarında clavícula'nın caudolateral ucunda bulunduğu saptanmıştır.

Koyun ve keçilerde proc. coracoideus'un 5-6. aylar arasında ilk kez kemikleşmeye başladığı, 11. ayda ise burada kemikleşmenin sona erdiği bildirilmiştir (23). Ankara keçisinde proc. coracoideus'a ait epifiz plağının 18. - 24. aylar arasında kapandığı belirtilmiştir (20). Yeni Zelanda tavşanı'nda proc. coracoideus'un gelişiminin 15

haftalık materyallerde oval bir SM şeklinde başladığı, 24-28. haftalar arasında ise corpus ile kaynaşarak kemikleşmesini tamamladığı gözlenmiştir.

Yeni Zelanda tavşanı'nda humerus'un, köpeklerde, Ankara keçisinde, equidae'de ve memeli hayvanlarda (1,4,11,12,20) bildirilenlere uygun olarak, biri primer dördü sekonder, toplam beş OM'den kemikleştiği görülmüştür.

Tavşanda humerus'un, distal epifizindeki kapanmanın 6 ayda, proksimal epifizinde ise 15 - 18 ayda tamamlandığı belirtilmiştir (1). Yapılan çalışmada humerus'ta distal epifizin literatür'e uygun olarak 6. ayda kapandığı, fakat proksimal epifizin literatür'de belirtilenden çok önce, 7. ayda kapandığı tespit edilmiştir.

Radius'un proksimal ve distal epifizden ya da üç OM'den kemikleştiği belirtilmiştir (4,11,12,20). Radius'ta proksimal epifizin diyafiz ile kaynaşmasının, distal epifizden her zaman çok daha erken olduğu söylenmektedir. Tavşanın proksimal epifizinin 6. ayda kapandığı, distal epifizdeki kapanmanın ise 15 ayda tamamlandığı bildirilmiştir (1). Köpeklerde (4,12) SM'lerin postnatal 10-25. günlerde kemikleşmeye başladığı belirtilmiştir. Bildirilenlere uygun olarak Yeni Zelanda tavşanı'nda da radius'un, diyafizinin dışında bir proksimal bir distal SM'ye sahip olduğu saptanmıştır. Bir haftalık tavşanların radius'larında SM'lerin varlığı belirlenmiştir. 15-21. haftalarda radius'ların SM'leri her iki uçta da corpus ile kaynaşmıştır. Altıncı ve yedinci aylarda ise materyallerin radius'larında epifiz plaklarının bütünüyle kemikleşmiş olduğu gözlenmiştir.

Ulna'nın memeli hayvanlarda, üç OM'ye sahip olduğu ve bunlardan birinin corpus, diğer ikisinin ise olecranon ve proc. styloideus üzerinde bulunduğu belirtilmiştir (5). Bir PM ve iki SM'nin varlığı bildirilmiştir (1,4,11,12,20). Bu iki SM'nin, köpeklerde 40-45. günlerde kemikleşmeye başladığı, Ankara keçisinde 48 - 54 ayda, equidae'de proksimal epifizin 18 ayda, distal epifizin ise 42 ayda kapandığı söylenmektedir (4,11,12,20). Belirtilen bir PM ve iki SM'nin varlığı, yapılan çalışmada tavşan ulna'larında da gözlenmiştir. 5-6 aylık materyallerin ulna'larında SM'lerin her iki uçta da corpus ile kaynaştığı. 7 aylık materyal'de ise epifiz plaklarının kapandığı tespit edilmiştir.

Ossa carpi'ye ait OM'lerin endochondral olarak ve sadece doğumdan sonra geliştiği bildirilmiştir. Tavşanda ossa carpi'nin doğumda tamamen kıkırdak yapıda olduğu ve postnatal ikinci hafta sonrasında kemikleşmeye başladığı belirtilmektedir. Fakat os carpi accessorium, os carpale I ve II'nin daha geç kemikleşmeye başladığı bildirilmektedir (1). Siyam kedisinde ossa carpi'nin yeni

doğanlarda kemikleşmiş olmadığı belirtilmiştir (16). Köpeklerde ossa carpi'nin postnatal 18-45. günler arasında ilk kez kemikleşmeye başladığı bildirilmiştir (4,12). Yeni Zelanda tavşanı'nda da doğumdan sonraki ilk gün ossa carpi'nin tamamen kıkırdak yapıda olduğu görülmüştür. Bir haftalık tavşanlarda ossa carpi'nin proksimal sırasındaki dört kıkırdak taslakta ve distal sıradaki taslakların ikisinde (os carpale I ve IV) kemikleşme görülmüştür. Altı haftalık materyallerde ossa carpi'nin hepsinde kemikleşmenin başladığı tespit edilmiştir. Yedi aylık tavşanlara ait ossa carpi'de büyümenin sürdüğü belirlenmiştir.

Tavşanda metacarpal diyafizin doğumdan 8-12 gün sonra tamamen kemikleştiği söylenmektedir (1). Aynı kaynaktan bu kemiklerin uzamasının, distal'de yer alan tek epifiz plağından sağlandığı ve bu kemiklerde proksimal epifizin bulunmadığı bildirilmiştir. Köpeklerde metacarpus I-V'in, equidae'de metacarpus III'ün proksimal ve distal epifize sahip olduğu belirtilmiştir (4,11). İnsanda ossa metacarpalia bir diyafiz ve bir distal epifize sahiptir (22). Metacarpus I'in ise diğerlerinden farklı olarak diyafiz dışında proksimal bir OM'si vardır. Yeni Zelanda tavşanı'nda postnatal birinci gün metacarpus I-V'in PM'lerinin kemikleşmeye başlamış olduğu gözlenmiştir. Bir haftalık materyalde SM'leri kemikleşmeye başlamıştır. Yapılan çalışmada Yeni Zelanda tavşanı'nın metacarpus'larında literatüre (4,11,20) uygun olarak proksimal epifizin de var olduğu belirlenmiştir.

Literatüre göre tavşanda her phalanx bir adet PM ve bir adet SM'den gelişir (1). SM'nin proksimal epifizde meydana geldiği ve distal epifiz plağının bulunmadığı belirtilmiştir (4,11,12,16). Baş parmağın phalanx proximalis'inin epifizden yoksun olduğu ve phalanx distalis'in bütün hayvan türlerinde tek bir OM'den geliştiği bildirilmiştir (1). Phalanx'ların hem proksimal hem de distal epifize sahip olduğu da bildirilmektedir (20,23). Literatüre (1,4,10,12,16) benzer şekilde, Yeni Zelanda tavşanı'nda da yalnız proksimal epifizin bulunduğu ve SM'nin burada şekillendiği görülmüştür. Yeni doğan tavşan yavrularında phalanx distalis'lerin kemikleşmiş olduğu gözlenmiştir. Phalanx proximalis'in ve phalanx media'nın kemikleşmeye başladığı saptanmıştır. Tavşanda phalanx distalis'lerde proksimal SM'nin varlığı tespit edilememiştir.

Tavşanda articulatio metacarpophalangeae'nin ve articulatio interphalangeae'nin palmar'ında birkaç susam kemiği bulunduğu bildirilmiştir (17). Tavşanın susam kemikleri doğumda kıkırdaktır ve postnatal hayatın 1. ayında büyük susam kemikleri, 5. yılında ise küçük susam kemiklerinde ossifikasyon şekillenir (1). Ç-

ışmada Yeni Zelanda tavşanı'nda articulatio metacarpophalangeae'da iki ve articulatio interphalangeae'da ise bir adet susam kemiği bulunduğu saptanmıştır. Ossa sesamoideae'da postnatal üçüncü haftadan sonraki dönemlerde kemikleşmeler görülmüştür.

Tavşanda ilk 12 haftalık dönem içerisinde erişkin kemik yapısının şekillendiği belirtilmekte, büyümenin ise 17-33. haftalar arasında sona erdiğini bildirilmektedir (13). Kemik gelişimi ve epifizal büyüme, tavşanlar 6 aylık olduklarında sona ermekte ve epifiz plakları kapanmaktadır (14). Tavşanda büyüme hızının postnatal ilk 28-42. günlere kadar çok yüksek olduğu ve giderek azaldığı belirtilmektedir (24). Yapılan çalışmada hızlı büyüme sürecinin postnatal 15. haftaya kadar devam ettiği saptanmıştır. Yirmi birinci haftadan sonra büyüme yavaşlamış, altı aylık materyallerle sonraki grup arasında önem taşımayacak kadar küçük bir değişim belirlenmiştir.

Literatür'de tavşan'a ait sağ ve sol bacak kemikleri arasında kayda değer bir büyüme farklılığına rastlanmadığı belirtilmiştir (15,25,28). Tavşanlarda yapılan bu çalışmaları doğrular nitelikte, Yeni Zelanda tavşanı'nın ön ekstremite kemiklerinin gelişimlerinde OM, ilk kemikleşme zamanları ve epifiz plaklarının kapanmasında sağ bacak ile sol bacak arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Ancak, büyüklükleri bakımından sağ ve sol bacaklara ait materyallerin tümü arasında istatistiksel olarak ( $p<0,09$ ) anlamlı bir farklılık göze çarpmıştır. Yeni Zelanda tavşan'larında sağ ön bacağına ait kemiklerin büyüklüklerinin soldakilerin büyüklüklerinden fazla olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, Yeni Zelanda tavşanında ön ekstremite kemiklerinin, doğumdan 198. güne kadar olan gelişimleri incelenmiş ve büyüklükleri ölçülmüştür. Ön ekstremite kemiklerinde ossifikasyon'un doğumdan önce başladığı, kemik gelişim hızının ilk 15 haftada yüksek olduğu ve 28. haftaya kadar giderek azaldığı saptanmıştır. Yapılan çalışmanın 28 haftalık son periyoduna ait ön ekstremite kemiklerinde büyüme ve gelişimin durduğu gözlemlenmiştir.

### Kaynaklar

1. **Barone R** (1986): *Anatomie Comparee Des Mammiferes Domestiques*. Osteologie. Vigot Freres Paris.
2. **Brown RA, Blunn GW, Sallsbury JR, Byers PD** (1993): *Two patterns of calcification in primary (physeal) and secondary (epiphyseal) growth cartilage*. Clin Orthop Res, **294**, 318-324.
3. **Cerveny C** (1972): *Differentiation staining of bone tissue on topographic anatomic sections with alizarin red*. Acta Vet Brno, **41**, 303-307.
4. **Chapman WL** (1965): *Appearance of ossification centers and epiphysal closures as determined by radiographic techniques*. JAVMA, **147**, 138-141.
5. **Doğuer S, Erençin Z** (1962): *Evcil Hayvanların Komparativ Osteolojisi*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
6. **Dursun N** (2000): *Veteriner Anatomi I*. Medisan Yayınevi, Ankara.
7. **Dyce KM, Sack\*WD, Wensing CJG** (1987): *Textbook of Veterinary Anatomy*. WB Saunders Company, London.
8. **Erdoğan D, Kadioğlu D, Peker T** (1995): *Visualisation of the fetal skeletal system by double staining with alizarin red and alcian blue*. Gazi Med J, **6**, 55-58.
9. **Erençin Z, Sağlam M** (1969): *Genel Histoloji*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
10. **Gatzi V** (1969): *Ossifikation der extramitaten des kanchens (Oryctolagus cuniculus)*. Rev Suis Zool, **76**, 383-386.
11. **Getty R** (1975): *The Anatomy of the Domestic Animals*. WB Saunders Company, London.
12. **Hare WCD** (1961): *The ages at which the centers of ossification appear roentgenographically in the limb bones of the dog*. Amer J Vet Res, **90**, 825-835.
13. **Hörner K, Drescher B** (1992): *The age dependent development of the long bones diaphyses by New Zealand rabbits and chinchilla-bastard-experimental-rabbits*. Anat Histol Embryol, **21**, 175-186.
14. **Jowsey J** (1968): *Age and species differences in bone*. Cornell Vet, **58**, 74-94.
15. **Lerner AL, Kuhn JL** (1997): *Characterization of regional and age-related variations in the growth of the rabbit distal femur*. J Orthop Res, **15**, 353-361.
16. **Lopez MIV, Auton JMV, Moreno F, Latorre R, Zarzosa GR** (1993): *Chronology of the postnatal ossification of the thoracic autopodo in Siam cat (Felis catus L.)*. Anat Histol Embryol, **22**, 39-47.
17. **Mclaughlin CA, Chiasson RB** (1990): *Laboratory Anatomy of the Rabbit*. McGraw-Hill Companies, Toronto.
18. **Miller EM** (1965): *Anatomy of the Dog*. WB Saunders Company, London.
19. **Nickel R, Schummer A, Seiferle E** (1986): *The Anatomy of the Domestic Animals*. Verlag Paul Parey, Hamburg.
20. **Olgun M** (1978): *Ankara Keçisi İskelet Kemiklerinde Postnatal Kemiklerin Anatomik Yönden Araştırılması*. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
21. **Patton JT, Kaufman MH** (1995): *The timing of ossification of the limb bones, and growth rates of various long bones of the fore and hind limbs of the prenatal and early postnatal laboratory mouse*. J Anat, **186**, 175-185.
22. **Platzer W** (1986): *Anatomi Atlası. Kemik ve Kaslar*. Sermet Matbaası, Kırklareli.
23. **Rajtova V** (1974): *Postnatal development of the bones of the limbs in sheep and goat*. Anat Histol Embryol, **3**, 29-39.
24. **Rao DR, Sunki GR, Johnson WM, Chen CP** (1977): *Postnatal growth of New Zealand white rabbit (Oryctolagus cuniculus)*. J Animal Sci, **44**, 1021-1025.
25. **Rudicel S, Kendrick E, Peiker RR** (1985): *Dimension of the rabbit femur during growth*. Amer J Vet Res, **46**, 268-269.

26. **Sickle DCV** (1965): *A comparative study of the postnatal elbow development of the greyhound and German shepherd dog.* JAVMA, **147**, 1650-1651.
27. **Van De Graaff KM** (1998): *Human Anatomy.* The McGraw-Hill Companies, Boston.
28. **White AA, Panjabi MM, Hardy RJ** (1974): *Analysis of mechanical symmetry in rabbit long bones.* Acta Orthop Scand, **45**, 328-336.

Geliş tarihi: 14.10.2002 / Kabul tarihi: 12.11.2002

**Yazışma adresi:**

Dr. Ayhan Düzler  
Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,  
Anatomi Anabilim Dalı  
Kayseri