

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİ ZELANDA TAVŞANINDA ÖN EKSTREMİTELERİN
POSTNATAL OSTEOLOJİK GELİŞİMİ

123837

Veteriner Hekim

Ayhan DÜZLER

ANATOMİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

123837

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR

Tez No:

2002 - ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Anatomi Doktora Programı

Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 27 / 06 / 2002



İmza

Prof. Dr. Nejdett DURSUN
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Jüri Başkanı



İmza

Prof. Dr. Ali BAHADIR
Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi



İmza

Prof. Dr. R. Merih HAZIROĞLU
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi



İmza

Prof. Dr. Nevin KURTDEDE
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi



İmza

Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi

Önsöz

Zamana bağlı osteolojik gelişim verileri veteriner hekimlik açısından, iskelet yapısında görülen hastalıklara ait semptomların değerlendirilmesi ve tanı konması sırasında hekimlere yardımcı olmaktadır. Besin maddeleri ve vitaminlerin azlığı, yokluğu veya çokluğunun, hastalık etkenlerinin (viral ve bakteriyel), çevresel patojenlerin (radyasyon, güneş ışığı ve ısı), hormonal dengesizliklerin yol açtığı osteolojik gelişim bozukluklarının teşhis ve takibinde, dönemsel kemik yapısının bilinmesi gerekmektedir. Osteolojik gelişim verileri iskelet yapısındaki bireysel ya da kalıtsal anomaliler ve patolojik oluşumlar açısından da son derece önem taşımaktadır.

Yapılan çalışmanın metod zenginliği (diseksiyon, boyama ve radyolojik görüntüleme) sayesinde, elde edilen bulgular oldukça net ve güvenilir olmuştur. Bu bakımdan, başka hayvanlarda ve insanlarda yapılacak gelişimsel çalışmalara örnek teşkil edecektir. Bunların yanı sıra, elde edilen verilerden insan hekimliğinde; osteolojik gelişimle ilgili teşhis ve tedavi yöntemleri, malzemeler ve ilaç hammaddeleri geliştirilmesinde, deneysel çalışmalar, risk tespiti ve tahmin yapılması sırasında yararlanılabilir.

Bu çalışmanın ortaya çıkartılmasında destek ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Nejdett DURSUN, Prof. Dr. R. Merih HAZIROĞLU, Prof. Dr. Nevin KURTDEDE ve danışmanım Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR'a teşekkür ederim.

Materyal temininde Veteriner Hekim Özcan ÖZKAN'a, radyolojik uygulamalarda Araştırma Görevlisi Murat KİBAR'a, çalışmanın her aşamasında Anatomi Anabilim Dalı araştırma görevlilerine, yapmış oldukları yardımlardan dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca, eşim Buket'e ilgisi ve sabrı için teşekkürü bir borç bilirim.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
Önsöz	iii
İçindekiler	iv
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Çizelgeler	ix
1. GİRİŞ	1
1. 1. Kemik Doku	2
1. 2. Kemik Gelişimi	4
1. 3. İskeletin Bölümleri ve Ön Ekstremitte Kemiklerinin Yapısı	11
1. 3. 1. Cingulum Membri Thoracici (Ön Bacak Kemeri - Omuz Kemeri)	12
1. 3. 1. 1. Scapula (Kürek kemiği)	12
1. 3. 1. 2. Clavicula (Köprücük kemiği)	15
1. 3. 1. 3. Os Coracoides (Karga kemiği)	16
1. 3. 2. Skeleton Brachii (Humerus - Brachium - Kol kemiği)	16
1. 3. 3. Skeleton Antebrachii (Antebrachium - Ön Kol Kemikleri)	18
1. 3. 3. 1. Radius (Ön Kol kemiği)	19
1. 3. 3. 2. Ulna (Dirsek kemiği)	20
1. 3. 4. Skeleton Manus (Ön Ayak İskeleti)	22
1. 3. 4. 1. Ossa Carpi - Carpus (Ön Ayak Bilek Kemikleri)	22
1. 3. 4. 2. Ossa Metacarpalia (I - V) - Metacarpus (Ön Ayak Tarak Kemikleri)	24
1. 3. 4. 3. Ossa Digitorum Manus (Ön Ayak Parmak Kemikleri)	25
2. GEREÇ VE YÖNTEM	28
2. 1. Periyot Belirlenmesi ve Çalışma Grupları	29
2. 2. Uygulamalar	30
2. 2. 1. Anestezi	30
2. 2. 2. Diseksiyon	30
2. 2. 3. Boyama	30
2. 2. 4. Radyolojik Uygulama	31
2. 3. Ölçme	31
2. 4. Değerlendirme	32
3. BULGULAR	33
3. 1. Scapula (Kürek kemiği)	34
3. 1. 1. Scapula'nın Boyama Bulguları	34
3. 1. 2. Scapula'nın Radyolojik Bulguları	37
3. 1. 3. Scapula'nın Dönemsel Ölçümleri	37
3. 2. Clavicula (Köprücük kemiği)	40
3. 2. 1. Clavicula'nın Boyama Bulguları	40
3. 2. 2. Clavicula'nın Radyolojik Bulguları	42
3. 2. 3. Clavicula'nın Dönemsel Ölçümleri	42
3. 3. Os coracoides (Karga kemiği)	43
3. 3. 1. Os coracoides'in Boyama Bulguları	44
3. 3. 2. Os coracoides'in Radyolojik Bulguları	45
3. 3. 3. Os Coracoides'in Dönemsel Ölçümleri	46
3. 4. Skeleton Brachii (Humerus - Brachium - Kol kemiği)	47
3. 4. 1. Humerus'un Boyama Bulguları	47
3. 4. 2. Humerus'un Radyolojik Bulguları	50
3. 4. 3. Humerus'un Dönemsel Ölçümleri	50
3. 5. Skeleton Antebrachii (Antebrachium - Ön Kol Kemikleri)	52
3. 5. 1. Radius (Ön Kol kemiği)	53

3. 5. 1. 1. Radius'un Boyama Bulguları	53
3. 5. 1. 2. Radius'un Radyolojik Bulguları	54
3. 5. 1. 3. Radius'un Dönemsel Ölçümleri	55
3. 5. 2. Ulna (Dirsek kemiği)	57
3. 5. 2. 1. Ulna'nın Boyama Bulguları	57
3. 5. 2. 2. Ulna'nın Radyolojik Bulguları	58
3. 5. 2. 3. Ulna'nın Dönemsel Ölçümleri	58
3. 6. Skeleton Manus (Ön Ayak İskeleti)	60
3. 6. 1. Ossa Carpi - Carpus (Ön Ayak Bilek Kemikleri)	61
3. 6. 1. 1. Ossa Carpi'nin Boyama Bulguları	62
3. 6. 1. 2. Ossa Carpi'nin Radyolojik Bulguları	63
3. 6. 1. 3. Ossa Carpi'nin Dönemsel Ölçümleri	63
3. 6. 2. Ossa Metacarpalia (I - V) - Metacarpus (Ön Ayak Tarak Kemikleri)	67
3. 6. 2. 1. Ossa Metacarpalia (I - V)'nin Boyama Bulguları	67
3. 6. 2. 2. Ossa Metacarpalia (I - V)'nin Radyolojik Bulguları	69
3. 6. 2. 3. Ossa Metacarpalia (I - V)'nin Dönemsel Ölçümleri	69
3. 6. 3. Ossa Digitorum Manus (Ön Ayak Parmak Kemikleri)	71
3. 6. 3. 1. Ossa Digitorum Manus'un Boyama Bulguları	71
3. 6. 3. 2. Ossa Digitorum Manus'un Radyolojik Bulguları	72
3. 6. 3. 3. Ossa Digitorum Manus'un Dönemsel Ölçümleri	72
3. 7. Ön Ekstremitede Bulunan Susam Kemikleri (Ossa Sesamoidea)	74
3. 7. 1. Ossa Sesamoidea'nın Boyama Bulguları	74
3. 7. 2. Ossa Sesamoidea'nın Radyolojik Bulguları	75
3. 7. 3. Ossa Sesamoidea'nın Dönemsel Ölçümleri	75
3. 8. Ön Ekstremitenin Gelişiminin Değerlendirmesi	76
4. TARTIŞMA	90
5. SONUÇ	95
ÖZET	98
SUMMARY	99
KAYNAKLAR	100

SİMGELER VE KISALTMALAR

MC	Os metacarpale
OC	Os carpi
OCL	Os carpale
OM	Ossifikasyon merkezi
Phd	Phalanx distalis
Phm	Phalanx media
Php	Phalanx proximalis
PM	Primer ossifikasyon merkezi
Proc	Processus
SM	Sekonder ossifikasyon merkezi



ŞEKİLLER

- Şekil 1 Üç haftalık Yeni Zelanda Tavşanı sağ ön ekstremitesi (lateral'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.
- Şekil 2 Bir haftalık materyale ait bir scapula (medial'den ve lateral'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.
- Şekil 3 Beşinci grup materyal'de proc. hamatus'a ait SM (lateral'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.
- Şekil 4 Onbeş haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'nda sağ clavicula (cranial'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x3.
- Şekil 5 Onbeş haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'nda sağ proc. coracoideus'a ait SM (craniomedial'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x3.
- Şekil 6 Bir haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'na ait humerus (dorsal'den ve palmar'dan görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.
- Şekil 7 Bir haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'na ait skeleton antebrachii (cranial'den ve caudal'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.
- Şekil 8 Yeni doğmuş materyal'desağ ön ekstremiteye ait skeleton manus (dorsal'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x9.
- Şekil 9 Altı haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'nda sağ ön ekstremiteye ait skeleton manus (dorsal'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x3.
- Şekil 10 Altı haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'na ait ossa carpi (proximal'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x9.
- Şekil 11 Altı haftalık materyale ait MC III ve üçüncü parmağın kemikleri (lateral'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x3.
- Şekil 12 Scapula'nın Yeni Zelanda Tavşanı'nda 0 - 28 haftalık gelişim grafiği (mm/hafta)
- Şekil 13 Humerus'un Yeni Zelanda Tavşanı'nda 0 - 28 haftalık gelişim grafiği (mm / hafta)
- Şekil 14 Radius'un Yeni Zelanda Tavşanı'nda 0 - 28 haftalık gelişim grafiği (mm / hafta)
- Şekil 15 Ulna'nın Yeni Zelanda Tavşanı'nda 0 - 28 haftalık gelişim grafiği (mm / hafta)
- Şekil 16 Yeni Zelanda Tavşanı'nda ön ekstremitte kemiklerinden dördüne ait 0 - 28 haftalık gelişim grafikleri (mm / hafta)
- Şekil 17 Birinci (0 günlük) - dokuzuncu (28. haftalık) gruba ait scapula, humerus ve antebrachium'un şematize edilmiş gelişimi.
- Şekil 18 Skeleton manus'un şematize edilmiş gelişimi (dokuz periyot).

- Şekil 19 Scapula'ya ait dokuz dönemi kapsayan röntgen filmleri,sağ (lateral'den).
- Şekil 20 Humerus'a ait dokuz dönemi kapsayan röntgen filmleri, sağ (lateral'den).
- Şekil 21 Skeleton manus'a ait dokuz dönemi kapsayan röntgen filmleri, sağ (dorsal'den).
- Şekil 22 Ön ekstremitte kemiklerinin tamamına ait dokuz dönemi kapsayan röntgen filmleri, sağ (lateral'den).



ÇİZELGELER

- | | |
|-----------|---|
| Çizelge 1 | Çalışmada kullanılan tavşanların yaş grupları. |
| Çizelge 2 | Ön ekstremitte kemiklerine ait dokuz grupta sağ ve sol bacaklardan alınan en, boy ve kalınlıklar. |
| Çizelge 3 | Ön ekstremitte kemiklerinin kemikleşme merkezlerinin röntgende ilk görünme zamanları. |
| Çizelge 4 | Ön ekstremitte kemiklerinin epifiz plaklarının kapanma zamanları. |



1.GİRİŞ

Yeni Zelanda tavşanı (*Oryctolagus cuniculus* L) Chordata'ların Craniata grubu, Gnathostoma alt filumu, Tetrapoda üst sınıfı, Mammalian sınıfı, Lagomorpha takımı, Laporidae familyası, *Oryctolagus cuniculus* türüne aittir (Poyraz, 2000).

Avrupa tavşanı olarak bilinen *Oryctolagus cuniculus*'un anavatanı İber yarımadası olup Yeni Zelanda, Güney Amerika ve Avustralya'da da yabani sürüler halinde yaşamaktadır. Tavşanın evcilleştirilmesi orta çağda başarılmıştır. Bilimsel amaçlarla kullanıldığı ilk örneklere ise 1672 ve 1797 yıllarında rastlanmıştır (Poyraz, 2000).

Laboratuvar tavşanları *Oryctolagus cuniculus*'dan (ada tavşanı) köken almıştır. Kromozom sayısı 44 olan bu tavşanların dişisi erkeğinden ağırdır. Yaşam süresi 15 yıl kadardır. Erişkinlerin ağırlığı 1 - 6 kg arasında değişir. Gebelik süresi 31 - 32 gündür. Yavru sayısı 4 - 10 arasında değişir. Yavru sayısına göre değişmekle birlikte doğum ağırlığı 30 - 70 gr olup anne yavrulara 6 - 8 hafta süt verir. Tavşanlar cinsel olgunluğa, küçük ırklarda büyük ırklara göre daha erken ulaşmaktadır. Dişinin ilk çiftleşme zamanı küçük ırklarda 3 - 4. ay, iri ırklarda ise 8 - 9. aydır. Erkek tavşanlar 10. aydan sonra damızlık olarak kullanılmaya başlar (Poyraz, 2000).

Tavşanda, kemiklerin büyümesi yaklaşık 6 aylık olduklarında tamamlanır (Jowsey, 1968).

Tavşan, sahip olduğu anatomik ve fizyolojik özelliklerinden dolayı insan hekimliğinde yararlanılan ilk ve en uygun deney hayvanıdır (Poyraz, 2000).

Periosteum, ligament'lerin, tendo'ların ve kasların kemiğe bağlanmasında bir aracıdır. Kendisi de kemiğe Sharpey iplikleri ve kemiğin besleyici damarları aracılığıyla tutunur. Periosteum'un hemen altında substantia compacta ve substantia spongiosa adı verilen iki kısım görülür. Substantia compacta, kemik dokunun en sert ve en dayanıklı kısmıdır. Özellikle uzun kemiklerin corpus'unun (diyafiz) çevresinde dışta yoğun ve tıkmaz bir tabaka halindedir. Uzun bir kemiğin gövdesinde kalın olup kemik iliği boşluğunu (cavum medullare) çevreleyen bu tabaka, kemik ucuna (epifiz) doğru gidildikçe inceler. Yassı kemiklerin ise dış yüzlerini teşkil eder. Phalanx distalis, kompakt dokunun en fazla olduğu kemiklerden biridir. Substantia spongiosa, ince kemik bölmelerden meydana gelmiştir. Kemiğin iç kısmında bulunur. Uzun kemiklerde özellikle uçlarda, yassı kemiklerde ise iki kompakt tabaka arasında yer alır. Cavum medullare, kemik iliği (medulla ossium) ile doludur. Kemikler, foramina nutricia denilen deliklerden giren arteria (vasa) nutricium adlı damarlarla beslenirler. Bu damarlar canalis nutricius adı verilen kanallar aracılığıyla kemiğin derinlerine ve cavum medullare'ye ulaşırlar. Vena'lar (vena emissaria) ve lenf damarları da besleyici delikler aracılığıyla kemiği terkederler (Doğuer, 1963; Miller, 1965; Craigie, 1969; Nickel ve ark., 1986; Dyce ve ark., 1987; Dursun, 2000; Taşbaş, 2001).

İskelet sistemini oluşturan kemikler şekillerine göre uzun kemikler, kısa kemikler ve yassı kemikler olmak üzere üç büyük tipe ayrılırlar. Bu sınıflandırmaya girmeyen düzensiz os irregulare (omurlar) ve içerisinde hava boşlukları bulunduran os pneumaticum (havalı) denilen kemikler de mevcuttur. Ayrıca, iskelet sistemine bağlı olmayan ve bu sistemin dışında kalmış kemikler de vardır. Organ kemikleri adını verdiğimiz bu oluşumlar bazı iç organ ve yumuşak dokularda gelişmişlerdir. Örnek olarak os penis, os cordis ve os rostrale sayılabilir (Doğuer, 1963; Miller, 1965; Dursun, 2000; Taşbaş, 2001).

Şekillerine göre yapılan sınıflandırmada birinci tipte bulunan uzun kemiklerin (ossa longa) uzunluğu, genişliği ve kalınlığından fazladır. Uzun bir kemikte, silindirik bir gövde ve daha hacimli iki uç görülür. Diyafiz ile epifiz arasında metafiz denilen, aynı zamanda kemiğin uzunlamasına büyümesinde rol oynayan bir bölge daha vardır.

Uzun bir kemiğin gövdeye yakın olan ucuna üst uç yada extremitas proximalis, gövdeden uzak olan ucuna ise extremitas distalis adı verilir. Ön ve arka bacakta bulunan uzun kemikler columna vertebralis'i taşırlar. Kısa kemiklerin (ossa breve) boyutları yani uzunluğu, genişliği ve kalınlığı aşağı yukarı birbirine eşittir. Diğer bir deyişle küboid kemiklerdir. Kemik iliği boşluğuna sahip olmayan bu kemiklere, karpal ve tarsal kemikler örnektir (Doğuer, 1963; Miller, 1965; Craigie, 1969; Dursun, 2000).

Yassı kemikler (ossa plana), özellikle ekstremitelerin proksimalinde ve kafatasında bulunur. Bu kemiklerin uzunlukları ve genişlikleri kalınlıklarından fazladır. İnce ve geniş olan yassı kemiklerin kemik iliği boşluğu bulunmaz. Bununla birlikte sternum ve ilium gibi bazı yassı kemiklerin yapısında kırmızı kemik iliği dokusu vardır (Doğuer, 1963; Miller, 1965; Craigie, 1969; Dursun, 2000; Taşbaş, 2001).

1. 2. Kemik Gelişimi

Kemikler, ya kıkırdakların yerini alarak (endokondral ya da intrakartilaginöz kemikleşme) veya bağdoku'nun kemikleşmesiyle (intramembranöz kemikleşme) meydana gelirler (Miller, 1965; Getty, 1975; Nickel ve ark., 1986; Dursun, 2000). Kemik üzerinde yeni kemik tabakalarının meydana gelmesiyle oluşan kemikleşme ise appositional kemikleşme olarak bilinmektedir. Bir takım özel koşullar altında, kemik sistemi ile hiç ilgisi olmayan dokularda da kemikleşme olabilir. Böyle kemikleşmelere ektopik veya metaplastik kemikleşmeler denmiştir (Erençin ve Sağlam, 1969).

Kemik doku embriyoda ve doğumdan sonraki dönemde (postnatal), destek dokularından bağdoku ve kıkırdak doku'nun kireçleşmesiyle meydana gelir. Gerek embriyonal ve gerekse postnatal hayatta ilk kemikleşmeler küçük sahalar halinde oluşur. Bu kemik odakları sonradan appositional bir kemikleşme ile genişleyip büyürler (Erençin ve Sağlam, 1969; Getty, 1975; Dursun, 2000).

Embriyonal hayatta en basit kemikleşme bağdokuların kemikleşmesidir. Kemiklerin bu yolla meydana gelmesine intramembranöz kemikleşme denir. Bu kemikleşme sırasında bağdokusu; kıkırdak dokuya geçmeden kemik dokuya dönüşür (Erençin ve Sağlam, 1969; Getty, 1975; Dyce ve ark., 1987; Dursun, 2000).

İskeleti oluşturan kemiklerin çoğu ise embriyo'da ilk önce kıkırdak olarak meydana gelir. Sonradan yerlerini kemiklere bırakacak olan bu kıkırdakların şekilleri meydana getirecekleri kemiklere benzer. Yani, embriyonal hayatta uzun ve kısa kemiğin (primordial kemikler) bir kıkırdak modeli vardır (Erençin ve Sağlam, 1969; Getty, 1975; Nickel ve ark., 1986; Van De Graaff, 1998; Dursun, 2000; Taşbaş, 2001).

Başlangıçta hiyalin kıkırdaktan bir çubuk şeklindeki uzun kemiğin uçları, sonradan eklem yüzüne dönüşür (Craigie, 1969; Dyce ve ark., 1987; Taşbaş, 2001).

Fötal ve postnatal hayatta bazı kıkırdakların yerini kemikler alır. Bu tür kemiklere primordial kemikler denilmiştir. Bu olay intrakartilaginöz veya endokondral kemikleşme terimleri ile ifade edilmiştir. Intrakartilaginöz kemikleşme, bağdokunun kıkırdak dokuya daha sonra da kemik dokuya dönüşmesiyle gerçekleşir. Bu kemikleşme iki şekilde olur. Birincisinde kemikleşme (ossifikasyon), taslağın iç kısmından başlayarak çevreye yayılır. Buna endokondral kemikleşme denir. Perikondral kemikleşmede ise dış kısımdan başlayıp çevreden merkeze yayılır (Miller, 1965; Erençin ve Sağlam, 1969; Nickel ve ark., 1986; Dyce ve ark., 1987; Lerner ve Kuhn, 1997; Van De Graaff, 1998 ; Dursun, 2000).

Intramembranöz kemikleşmeyi kafatasında yassı kemiklerin meydana gelmesinde ayrıntılarıyla izlemek mümkündür. Intramembranöz kemikleşme bölgesindeki bağdokuda önce belirgin bir damarlaşma (vaskularizasyon) meydana gelir. Damarlaşmanın olduğu bölgede, birbirine yakın iki kan damarı arasında, nokta halinde, ilk kemikleşme başlamıştır. Bu ilk kemikleşme bölgesi süratle kireçleşerek

(kalsifikasyon) sert bir yapıya dönüşür. İlk kemikleşme önce dar bir sahada görüldüğünden buraya ilk kemikleşme noktası, primer ossifikasyon merkezi (PM) adı verilmiştir. İlk kemikleşme noktasında oluşan küçük kemik tabakası süngerimsi karakterdedir. Bu yapı, apozisyonel bir kemikleşmeyle genişler ve gelişir. Sonunda, iki tabaka halinde kompakt ve bu iki tabaka arasında süngerimsi kemik dokusu bulunan yassı kemikler meydana gelmiş olur. İlk kemikleşmenin proksimal ve distal epifizde tekrarlanması sonucu sekonder ossifikasyon merkezleri (SM) şekillenir (Erençin ve Sağlam, 1969; Dyce ve ark., 1987; Lerner ve Kuhn, 1997; Van De Graaff, 1998 ; Dursun, 2000).

Uzun bir kemiğin gelişiminde üç adet PM şekillenir. Bunlardan biri diyafiz yada kemik gövdesinin gelişimi, diğer ikisi de kemiğin uçları yada epifizlerinin gelişimi içindir. Ayrıca, uzun kemiklerin çoğu, kemik çıkıntılarını şekillendiren SM'lerine sahiptir (Getty, 1975).

İntrakartilaginöz kemikleşme (endokondral kemikleşme), hiyalin kıkırdakta meydana gelen yapısal değişikliklerle şekillenir. Özellikle ekstremit kemiklerinde, uzun kemiklerin epifizlerinde, epifiz kıkırdaklarında, diyafizlerinde ve kısa kemiklerde görülür (Erençin ve Sağlam, 1969; Getty, 1975; Nickel ve ark., 1986; Dyce ve ark., 1987).

İntrakartilaginöz kemikleşmeyi özellikleri ile izleyebilmek için epifiz kıkırdaklarındaki kemikleşme en uygun modeldir. Bu kıkırdaktaki kemikleşme kemiğin uzunlamasına büyümesini sağlar. Bundan dolayı boyuna büyüme devam ettiği sürece epifiz kıkırdakları üzerindeki kemikleşme de devam eder (Erençin ve Sağlam, 1969; Nickel ve ark., 1986).

İntrakartilaginöz kemikleşme epifiz kıkırdağında oluşan bir dizi histolojik değişiklikle şekillenir. Kemikleşme epifiz kıkırdağın iç kısımlarına doğru ilerlerken, kıkırdak rejenere olarak kemikleştiği ölçüde kaybını giderir. Başka bir deyişle epifiz

kıkırdığın bir taraftan kemikleşmesi, diğer taraftan da rejenere olarak kalınlığını muhafaza etmesi kemiğin uzunlamasına büyümesi şeklinde kendini belli eder (Erençin ve Sağlam, 1969; Nickel ve ark., 1986; Van De Graaff, 1998; Taşbaş, 2001).

Kemik gelişiminin başlangıcında kıkırdak taslağın üzerini, periosteum'un ilk hali olan perichondrium örter (Nickel ve ark., 1986).

Kemiklerdeki gelişim ve büyüme postnatal dönemde uzunca bir süre devam eder. Daha sonra, büyümeyi sağlayan epifiz plakları hiçbir kurala bağlı olmaksızın kemikleşerek kapanır (Doğuer ve Erençin, 1962; Brown ve ark. 1993).

Yapılan bir araştırmada uzun kemiklerin diyafiz yapısı ve gelişimi, türlere göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Aynı türdeki bireyler arasında kayda değer bir farklılaşmanın bulunmadığı belirtilmiştir. Kedi ile köpek, sıçan ile kobay ve fare ile hamster'in kendi aralarında büyük benzerlikler bulunduğu görülmüştür. İnsana olan benzerlik sırası ise, çoktan aza doğru, fare, hamster, sıçan, kobay, tavşan, kedi ve köpek şeklinde oluşmuştur (Hare, 1961).

Kemik gelişimi ve epiphyseal büyüme, tavşanlar 6 aylık olduklarında sona ermekte ve epifiz plakları kapanmaktadır. Sıçanlarda ise kemik gelişimi 9 – 10 ay sürer. Fakat tavşandan farklı olarak büyüme plağında kapanma olmaz ve yaşlı ratlarda bile plak aktiftir (Jowsey, 1968).

Sıçan femur'larının gelişiminin incelendiği bir çalışmada, büyümenin doğumdan 322. güne kadar devam ettiği bildirilmiştir (Pratt, 1959).

Tavşan femur'ları üzerinde dönemsel ölçümleri kapsayan bir çalışmada, doğum sonrası 14. haftaya kadar olan büyüme takip edilmiştir. İlk bir ay içerisinde kemiğin büyüme hızının yüksek olduğu tespit edilmiş ve büyüme hızının 8. - 10. haftalarda

giderek azaldığı görülmüştür. Femur'un büyümesi'nin 10. hafta'dan itibaren durduğu bildirilmiştir (Rudicel ve ark., 1985).

Khernosh ve ark. (1972)'nin yaptığı araştırmaya göre, tavşanda femur'un gelişimi 3 ay devam etmektedir.

Tavşanda ilk 12 haftalık dönem içerisinde erişkin kemik yapısı şekillenmektedir. Kemik gelişiminin 17. - 33. haftalar arasında sona erdiği, Hörner ve Drescher (1992)'in yaptığı çalışmada ortaya konulmuştur.

Yeni Zelanda tavşanında Rao ve ark. (1977)'nin yaptığı bir çalışmada, büyümenin hızının postnatal ilk 28. - 42. günlere kadar çok yüksek olduğu ve giderek azaldığı belirtilmektedir.

Yapılan bir çalışmada tavşana ait ekstremitelerin osteolojik gelişimi radyolojik olarak incelenmiş ve tablo halinde ortaya konmuştur (Gatzi, 1969).

Yeni Zelanda tavşanının doğum sonrası 42. günde sahip olduğu osteolojik gelişim durumu, periyot olarak 4,5 yaşındaki bir insanla eşlenebilir (Lerner ve Kuhn, 1997).

Farenin ekstremitte kemiklerindeki gelişim hızı sıçandan oldukça fazladır. Başka bir ifade ile, fare iskeletinde kemikleşme sıçanlardan çok daha kısa bir sürede tamamlanmaktadır (Patton ve Kaufman, 1995).

Atlarda epifiz plaklarındaki aktivitenin sona erme zamanı 3,5 yıl olarak bildirilmiştir. Radyolojik teknikler kullanılarak primer ve SM'lerinin ilk görünme zamanları 30 - 335 günlük at embriyo ve fetus'ları üzerinde incelenmiştir. Bu incelemeye göre, PM'leri 60. - 155. günlerde gözlenirken, SM'leri 140. - 335.

günler arasında tesbit edilebilmiştir. Sığırdaki epifiz plaklarındaki kapanma doğumdan önce başlayıp 4 yaşında sona erer (Getty, 1975).

Bir araştırmada Ankara keçisi'nin 60 aylık bir süreçte tüm iskelet kemiklerinin kemikleşme durumu incelenmiştir. Epifiz plaklarının 36. - 54. aylarda kapandığı, incelenen kemiklerin bir kısmında ise 60. ayda halen kapanmayan plaklar bulunduğu bildirilmiştir (Olgun, 1978).

İki köpek ırkında, ulna'nın postnatal gelişiminin incelendiği bir çalışmada processus. (proc) anconeus'ta kemikleşmenin 12. - 14. haftada başladığı ve köpekler 25 haftalık olduklarında kemikleşmenin sona erdiği belirtilmektedir (Sickle, 1965).

İngiliz tazısı üzerinde yapılan bir araştırmada kemikleşme merkezleri saptanmaya çalışılmıştır. Ön ekstremitte kemiklerinin bir kısmında kemikleşme merkezleri doğumdan önce şekillenmiştir. Diğer ön ekstremitte kemiklerinde ise bu merkezlerin görülmesi doğumdan sonra 45. güne kadar sürer. Epifiz plaklarının kapanması da 310 gün almaktadır. Ön ekstremitte kemiklerindeki epifiz plaklarının kapanması arka ekstremitte kemiklerinde belirlenenden daha erken oluşmaktadır (Chapman, 1965).

Radyolojik bir araştırmaya göre, kedilerde kemiklerin uzunluklarında 12. haftaya kadar hızlı bir büyüme gözlenmektedir. Sonrasında kemik uzaması yavaş olmakla birlikte 40. haftaya kadar devam etmektedir. Bu dönemin ardından kemiklerde uzama olmamaktadır. Dişi ve erkek kedilerde kemik gelişimindeki farklılık 18. haftaya kadar gözlenmektedir. Kedilerde arka ekstremitte kemikleri, ön ekstremitte kemiklerinden daha hızlı gelişmektedir (Smith, 1965).

Siam kedileri üzerinde yapılan radyolojik bir araştırmada, ön ayak kemiklerinin gelişimi incelenmiştir. Ön ayak kemiklerinin kemikleşme merkezlerinin ilk görünme zamanlarının doğumdan itibaren 25. haftaya kadar sürdüğü bildirilmiştir (Lopez ve ark., 1993).

Fare ön ekstremite kemiklerinde PM'leri, gebeliğin 15. - 17. günlerinde kemikleşmeye başlamaktadır. SM'leri ise, olecranon hariç, doğumdan bir hafta sonra kemikleşmeye başlar. Olecranon'da doğumdan bir gün sonra SM kireçlenmeye başlamıştır (Patton ve Kaufman, 1995).

Hindilerde tibial diyafiz gelişiminin 6 hafta kadar sürdüğü belirtilmektedir (Wyers ve ark., 1993).

Kafa kemikleri bağdokunun kemikleşmesiyle meydana gelirken, iskeleti oluşturan diğer uzun, kısa ve yassı kemiklerin hepsi embriyo'da hiyalin kıkırdaktan bir taslağa sahiptir. Bu taslaklar şekilleri bakımından asıl kemiğe çok benzerler. Embriyo'da, diğer organlar gibi kemiklerin oluşumu ve gelişiminde de, hayvan türlerine özgü farklılıklar vardır. Genler ve çevresel faktörler yanında endokrin bezlerin salgıları da kemikleşmenin başlaması ve seyri üzerinde etkilidir (Erençin ve Sağlam, 1969).

Cinsiyet faktörünün iskelet gelişimi üzerindeki rolü gözardı edilemeyecek kadar büyüktür (Taşbaş, 2001). Genellikle insan iskeletinde kemikleşme merkezlerinin gelişmesi ve epifiz plaklarının kapanması, kadınlarda erkeklere nazaran daha erken olmaktadır (Platzer, 1986).

Köpekler üzerinde yapılan bir çalışmada, erkeklerde kemikleşmenin daha çabuk şekillendiği bildirilmektedir. Fakat, cinsiyetten kaynaklanan bu farklılığın insan, rat ve koyunlardakine göre, çok az olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, kemikleşme merkezlerinin görülme zamanlarının cinsiyete göre değişmediği bildirilmiştir (Hare, 1961).

Keçi ve koyunlarda kemik gelişiminde cinsiyetten kaynaklanan farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Erkekler dişilerden daha kalın ve daha uzun kemiklere sahip olmaktadır. Ayrıca, epifiz plaklarının bir kısmı erkeklerde daha geç kapanmaktadır. Bu farklılıklar keçilerde koyunlara göre daha belirgindir (Rajtova, 1974).

Ankara keçisi'nde kemikleşmenin dişilerde erkeklere göre daha uzun süre devam ettiği belirtilmiştir (Olgun, 1978) .

Kemik gelişimiyle ilgili iki ölçümsel osteolojik gelişim çalışmasında, tavşana ait femur'lar üzerinde dönemsel ölçümler yapılmıştır. Sağ ve sol tarafın femur'ları arasında, kayda değer bir büyüme farklılığına rastlanmadığı belirtilmiştir (White ve ark., 1974; Rudicel ve ark., 1985).

1. 3. İskeletin Bölümleri ve Ön Ekstremitte Kemiklerinin Yapısı

İskelet, skeleton appendiculare ve skeleton axiale diye iki ana bölüme ayrılır. Skeleton appendiculare ekstremitte kemiklerini, skeleton axiale ise ossa craniî'yi, columna vertebralis ve skeleton thoracis'i kapsar (Dursun, 2000).

Skeleton appendiculare (ekstremitte kemikleri) terimi, ön ve arka bacak kemiklerinin genel isimlendirilmesinde kullanılır. Yalnızca serbest olan bacak kemiklerini belirtmekle kalmayıp aynı zamanda omuz ve kalça kemerlerini de kapsamaktadır (Craigie, 1969).

Skeleton appendiculare, ossa membri thoracici (ön ekstremitte ya da ön bacak kemikleri) ve ossa membri pelvini (arka ekstremitte ya da arka bacak kemikleri) diye ikiye ayrılır (Dursun, 2000).

Ossa membri thoracici, ön bacağına ait tüm üye kemikler ve onları gövdeye bağlayan omuz kemerinden oluşur. Ön bacakların yapısı ve duruşundan dolayı, yerle etkin temas, metakarpal kemiklerin distal uçlarıyla olmaktadır (Craigie, 1969).

1. 3. 1. Cingulum Membri Thoracici (Ön Bacak Kemer - Omuz Kemer)

Omuz kemeri, ön bacağın thorax'a, başka bir ifade ile gövdeye bağlanmasından sorumludur. Ön bacaklar, vücudun ağırlığını taşımada ve itme gücünün oluşturulmasında arka ekstremitelere nazaran daha az rol almalarından dolayı, omur sütununa yada thorax'a kemiksel bir eklemlleşme yapmaksızın bağlanmaktadır. Thorax'a ve omurlara, iyi gelişmiş pektoral kaslar yardımıyla yani kassel olarak bağlanan (symsarcosis) ön bacaklar, arka bacaklara göre daha serbest hareket edebilirler. Ön bacakların bu yüksek hareket kabiliyeti yanında, darbe emici olması, ligament ve kaslarla bağlanmanın sağladığı bir diğer avantajdır. Omuz kemerinin önemli bir özelliği, ön bacağın oluşumuna katılan kemiklerin narin yapılarına karşın çok güçlü ve gelişmiş bir scapula'ya sahip olmasıdır. Omuz kemerinin diğer üyeleri ise clavícula ve os coracoides'dir (Craigie, 1969; Dursun, 2000; Taşbaş, 2001).

1. 3. 1. 1. Scapula (Kürek kemiği)

Tavşanın scapula'sı üçgen şeklinde, yassı bir kemiktir. İki yüzü, üç kenarı ve üç açısı vardır. Medial yüzü (facies costalis), thorax'a dayanmıştır. Lateral yüzü (facies lateralis), dışa dönük olan yüzdür. Facies lateralis, spina scapulae tarafından cranial'de fossa supraspinata ve caudal'de fossa infraspina olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Tavşanda scapula'nın cranial kenarı dışbükey, caudal kenarı hemen hemen düz olup, dorsal (vertebral) kenarına cartilago scapulae tutunur (Barone, 1986).

Tavşanda collum scapulae dar ve uzundur. Spina scapulae distal'de 3 cm kadar derin bir yarık ile scapula'dan ayrılmıştır. Böylece acromion'un devamı olarak uzun ve "S" şeklinde kıvrılmış bir proc. hamatus meydana gelmiştir. Proc. hamatus'un distal ucu yakınında 1 - 1,5 cm uzunluğunda proc. suprahamatus adlı, caudal'e doğru

uzanan belirgin bir çıkıntı bulunmaktadır. Acromion'un hizasında, scapula'nın medial yüzü üzerinde, kanca şeklindeki proc. coracoideus yer alır. Humerus'un scapula ile eklemleşmesine yarayan cavitas glenoidalis, scapula'nın angulus ventralis'inde, proc. coracoideus ile acromion'un arasında bulunmaktadır (Doğuer ve Erençin, 1962; Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Scapula'nın kemikleşmesi, bir adet primer ve iki ya da üç adet SM tarafından sağlanır. İnsanda olduğu gibi equidae'de ve ruminantia'da da PM, gebeliğin ikinci ayında, collum scapulae yakınında görülür. Sus'ta, insan, ruminantia ve equidae'den biraz daha erken gözlenebilirken carnivora'da gebeliğin dördüncü haftasında şekillenir. Görünmesinin ardından hızlı bir şekilde yayılmaya başlar. En belirgin olan SM, coracoidal merkez'dir. Tuberculum supraglenoidale'nin üzerinde ve proc. coracoideus'un tabanında yer alır. At ve sığırdaki gebeliğin yedinci ayında, domuzda doğumdan hemen sonra, köpek ve kedide ise ikinci ay içerisinde, ilk kez görünür. İnsanda, proc. coracoideus'un tabanında ve tuberculum supraglenoidale'nin üzerinde iki ayrı ossifikasyon merkezi (OM) bulunur. Bu kemikleşme merkezleri, at ve domuzda bir yaşında, sığırdaki 7. - 10. ayda, koyun ve keçide 10. ayda, köpekte 5. - 8. ayda, insanda 14 - 15 yaşında kaynaşıp kapanırlar. Tavşan, kedi ve insanda, PM ile coracoidal merkez arasında küçük bir OM bulunur. Bu SM'e glenoidal merkez adı verilir. Arka bacak'taki merkezlerle kıyaslanacak olursa, os coxae'daki acetabular merkezin analogudur. İnsan ve carnivora'da, doğumdan sonra şekillenen bir SM daha vardır. Scapula'nın margo dorsalis'inde (margo vertebralis) pürüklü bir dudak şeklindedir. Bu merkez, tavşan, ruminantia ve equidae'de bulunan, cartilago scapulae'nin kemikleşme merkezi'ne karşılık gelir. Ayrıca, at ve sığırdaki varolan, tuber spina scapulae'nin kemikleşme merkezi, dört yaşında tam olarak kapanır ve kaynaşır. İnsanda, iki adet acromion ve bir adet facies articularis glenoidalis için OM'nin varlığından söz etmek mümkündür. Ancak bu SM'lerin evcil hayvanlarda analogu bulunmamaktadır (Barone, 1986).

İnsan scapula'sının gelişiminde PM intrauterin hayatın 2. - 3. ayında ortaya çıkmaktadır. Bu, fossa infraspinata, fossa supraspinata ve spina scapulae'de bulunan

geniş bir merkezdir. SM'leri ise 1 yaşında proc. coracoideus'ta, 11 ile 18 yaşlarında scapula'nın diğer bölgelerinde ortaya çıkar. Tüm bu merkezler 16 – 22 yaşları arasında birbiriyle kaynaşırlar (Platzer, 1986). Bir araştırmacı (Van De Graaff, 1998), scapula'nın epifiz plaklarının kapanma zamanını insanlarda, 18 – 20 yaş olarak belirtmiştir.

Farklı osteolojik çalışmalardan derlenen bir kaynağa göre atlarda gebeliğin 60. - 70. günlerinde primer merkezler görülebilmektedir. Aynı kaynakta, at scapula'sının üç adet SM'ne sahip olduğu da belirtilmektedir. Buna göre proc. coracoideus'a ait merkez, gebeliğin 140. - 170. günlerinde ilk kez saptanırken, cranial glenoidal merkez doğumdan 325 gün sonra ortaya çıkmaktadır. Bir takım araştırmacılar tarafından bu merkezlerin kapanma zamanları kesin olarak belirlenememiş olmasına rağmen 9. - 18. aylar arasında kapandıkları bildirilmiştir. Scapula'nın proksimal kenarında, atlar 11 aylık olduklarında şekillenen üçüncü SM de, 3 yaşından sonra scapula ile kaynaşarak kapanmaktadır (Getty, 1975).

Koyun ve keçiler üzerinde yapılan bir çalışmada, proc. coracoideus'taki OM'nin, her iki türde de 5. - 6. ayda ortaya çıktığı ve 11. ayda kaynaştığı belirtilmiştir (Rajtova, 1974).

Sığırlarda corpus ve collum scapulae için geniş bir primer merkezin ve tuberculum supraglenoidale için küçük bir sekonder merkezin varlığından söz edilmektedir. Margo dorsalis scapulae'da sekonder merkezin varlığı bildirilmemiştir. Glenoidal OM'nin, 7 - 11 aylık sığırlarda, scapulae ile kaynaştığı ve kapandığı belirtilmektedir (Getty, 1975).

Alman Çoban Köpeği, Collie, Bulldog ve İngiliz Tazısı üzerinde yapılan bir postnatal kemikleşme incelemesinde, bu ırkların tümünde corpus scapulae'nin doğumda kemikleşmiş olduğu görülmüştür. Kemikleşmenin tuberculum supraglenoidale'de, Alman Çoban Köpeği'nde 30. - 46. günlerde, Collie'de 40. - 55.

günlerde, Bulldog'da 52. günde, İngiliz Tazısı'nda ise 42. - 60. günlerde başladığı bildirilmiştir (Hare, 1961).

İngiliz Tazısı'nda yapılan bir diğer çalışmada, scapula'nın gövdesi doğumda kemikleşmiş olarak görülmüştür. Postnatal süreçte, tuberculum supraglenoidale'nin 45. günde kemikleşmeye başladığı belirlenmiştir. Tuberculum supraglenoidale'nin epifiz kapanmasının 117. - 138. günlerde şekillendiği bildirilmiştir (Chapman, 1965).

F1 hibrit fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, scapula'ya ait PM'nin, ilk kez gebeliğin 15. gününde şekillendiği gözlenmiştir. Bu merkez, corpus scapulae ve spina scapulae'ye hızla yayılıp genişler. Postnatal 7. günde proc. coracoideus'ta bir SM görülmüştür. 14 günlük hayvanlarda margo vertebralis, fossa glenoidalis ve acromion kemikleşmiştir (Patton ve Kaufman, 1995).

1. 3. 1. 2. Clavicula (Köprücük Kemigi)

Tavşanda clavicula, bir çift kemiktir ve iskelet sistemine ait kemiklerden hiçbirisiyle eklemleşmez. Kaslara gömülü olarak, musculus cleidocephalicus ile musculus cleidobrachialis arasında yer alır (McLaughlin ve Chiasson, 1990). "S" şeklinde ve 15 - 20 mm uzunluğundadır (Barone, 1986).

Clavicula bağ dokusundan gelişir. İnsanda, intrauterin hayatın 6. haftasında kemikleşmeye başlar. Extremitas sternalis'te 16 - 20 yaşlarına kadar bir kemikleşme merkezi oluşmaz. Bu kırkırdak uç, 21 - 24 yaşlarında tam olarak kemikleşip clavicula'nın gövdesi ile kaynaşır (Platzer, 1986).

3. 1. 3. Os Coracoides

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 (McLaughlin ve Chiasson, 1990).

1. 3. 2. Skeleton Brachii (Humerus - Brachium - Kol Kemliği)

Tavşanda humerus, ön bacakta scapula'dan sonra gelen kemiktir. İki ucu (extremitas proximalis ve extremitas distalis) ve uzun bir gövdesi (corpus humeri) vardır. Tavşanda humerus'un proksimal ucu, scapula ile eklemleşmeye yarayan bir baş (caput) şeklinde karakterize olmuştur. Ayrıca, humerus'un proksimal ucu üzerinde, kasların yapışmasına yarayan iki kemik çıkıntısı (tuberculum majus ve tuberculum minus) yer alır. Humerus'un distal ucu tavşanda, iki eklem yüzü tarafından çevrelenmiştir. Bu iki eklem yüzünü birbirinden ayıran geniş bir oluk vardır. Ayrıca, trochlea humeri'nin proksimalinde bulunan bir delik (foramen supratrochleare), fossa radialis ile fossa olecrani'yi birbirine bağlar. Tavşanda corpus humeri'nin cranial kenarı üzerinde tuberositas deltoidea bulunur. Bu çıkıntı, üçgen şeklinde ve geniş olup musculus deltoideus'un yapışmasına yarar (Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Humerus, bir adet primer, değişik sayıda sekonder olmak üzere iki OM'nden kemikleşir. Sekonder merkezlerin sayısı insan ve kedide en fazladır. Bu canlılarda sekonder merkez sayısı 7 dir. Bunlardan üçü extremitas proximalis'in (caput humeri, tuberculum majus ve tuberculum minus), dördü ise extremitas distalis'in (trochlea humeri, capitulum, epicondylus lateralis ve medialis) gelişiminde görevlidir. Köpekte tuberculum minus, caput humeri ile aynı merkezden gelişir. Bu nedenle köpek humerus'unda 6 adet SM bulunur. Ruminantia ve equidae'de 5 adet merkez vardır. Her iki hayvan türünde de humerus'un distal eklem yüzü tek bir OM'nden gelişir.

Equidae'de epicondylus lateralis de aynı merkezden gelişebilmektedir. PM'nde kemikleşme, insan, equidae ve ruminantia'da gebeliğin ikinci ayından itibaren başlar. Domuzda gebeliğin ikinci ayının ilk yarısında, köpek ve kedide ise gebeliğin dördüncü haftasında ortaya çıkmaktadır. SM'leri çok daha geç ortaya çıkar. En erken gözlenenleri, caput humeri ve epicondylus lateralis'teki merkezlerdir. Distal epifizin kapanması, equidae'de 15 - 18 ayda, sığırdan 15 - 24 ayda, koyunda 9 ayda, keçide 11 ayda, domuzda bir yılda, köpekte 7 - 8 ayda ve tavşanda 6 ayda tamamlanır. Proksimal epifiz ise, insanda 20 - 25 yılda, equidae ve sığırdan 3,5 yılda, koyun ve keçide 2,5 - 3,5 yılda, domuzda 42 ayda, köpekte 12 - 15 ayda, tavşanda 15 - 18 ayda kapanmaktadır (Barone, 1986; Platzer, 1986).

Atlarda humerus'un 5 ya da 6 adet OM'ne sahip olduğu belirtilmektedir. Bunlardan üçü primer (iki ekstremite ve corpus humeri için), ikisi sekonder (tuberculum majus ve epicondylus medialis için) merkezlerdir. Proksimal epifiz, corpus humeri ile 26. - 32. aylarda kaynaşmakta, distal epifiz ise 10 - 18 ayda kapanmaktadır. Tuberositas deltoidea'nın kemikleşmesini sağlayan ayrı bir sekonder merkez daha bulunduğu da bildirilmektedir. Sığırlarda proksimal epifiz, corpus humeri ile 3,5 - 4 yılda, distal epifiz ise 1 - 1,5 yılda kaynaşmaktadır (Getty, 1975).

Koyun ve keçiler üzerinde yapılan bir çalışmada, her iki türde de proksimal epifiz plağının 11. ayda, distal epifiz plağının ise 3. - 4. ayda görüldüğü belirtilmiştir. Aynı çalışmaya göre proksimal epifizin kapanması 2,5 - 3,5 yıl almaktadır. Distal epifiz ise koyunda 9 ayda, keçide 11 ayda kapanmaktadır (Rajtova, 1974).

Alman çoban köpeği, Collie, Bulldog ve İngiliz tazısında corpus humeri'nin doğumda kemikleşmiş olduğu görülmüştür. Proksimal epifizde kemikleşmenin, Alman çoban köpeği'nde 3. - 6. günlerde, Collie'de 3. - 7. günlerde, Bulldog'da 8. - 9. günlerde, İngiliz tazısında ise 7. - 11. günlerde başladığı bildirilmiştir. Kemikleşmenin başlaması, caput humeri, trochlea'nın lateral'i ve trochlea'nın medial'i için toplam üç ayrı merkezde meydana gelmektedir. Bu merkezlerde kemikleşmenin ilk kez görülmesi

ırklara göre 6 ile 21 gün arasında değişmektedir. Epicondylus medialis'in kemikleşmesi, Alman çoban köpeği'nde 30. - 46. günlerde, Collie'de 40. - 55. günlerde, Bulldog'da 52. - 59. günlerde, İngiliz tazısı'nda ise 42. - 60. günlerde başlamaktadır (Hare, 1961).

İngiliz tazısında diyafizin doğumda kemikleşmiş olduğu belirtilmektedir. Proksimal epifizin 7. günde, condylus medialis'in 25. günde, condylus lateralis'in 18. günde ve epicondylus medialis'in 52. günde, röntgen ile tespit edilebildiği bildirilmiştir (Chapman, 1965).

Farelerde gebeliğin 15. gününde, humerus'un belirgin bir PM'ne sahip olduğu gözlenmiştir. Bu merkez hızla yayılıp, gebeliğin 16. gününde tuberositas deltoidea'yı da içine almıştır. Doğumdan sonraki 7. günde caput humeri, tuberculum majus, capitulum ve trochlea humeri'ye ait sekonder merkezler belirlenebilmiştir (Patton ve Kaufman, 1995).

1. 3. 3. Skeleton Antebrachii (Antebrachium – Ön Kol Kemikleri)

Antebrachium ön bacağın üçüncü kemikidir. Humerus ile ossa carpi arasında yer alır. Skeleton antebrachii insan ve carnivora'da olduğu gibi tavşanda da radius ve ulna adı verilen birbirine eklemlenen iki kemikten oluşur (Doğuer, 1963; Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

1. 3. 3. 1. Radius (Ön Kol Kemiği)

Radius, ön kol kemiklerinden medial'de yer alanıdır. İki ucu ve bir gövdesi vardır. Proksimal ucu (caput radii), gövdesine (corpus radii) nazaran daha kalınlaşmış olup humerus ile eklemlenmeye yarayan bir eklem yüzüne sahiptir. Radius'un distal ucu,

karpal kemiklere ait eklem yüzleri taşıyan bir genişleme yapar. Extremitas distalis radii, proc. styloideus medialis radii adlı bir çıkıntıya sahiptir (Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Radius üç OM'nden kemikleşir. Bunlardan biri diyafize, ikisi ise proksimal ve distal epifize ait merkezlerdir. İnsanda tuberositas radii için dördüncü ve küçük bir OM daha vardır. Diyafize ait merkezin kemikleşmeye başlaması insan, equidae ve ruminantia'da gebeliğin ikinci ayında gözlenmiştir. Carnivora'da gebeliğin 4. haftasında diyafiz kemikleşmeye başlar. Sekonder merkezler ise equidae ve sığırda doğumdan 10 - 11 ay sonra görünür. Küçük ruminantia'da, bu merkezler 2 aylık olduklarında kemikleşmeye başlar. Sekonder merkezler carnivora'da 1. ayın sonunda ortaya çıkar. Çocuklarda distal merkez 1. yılda, proksimal merkez 4. yılda kemikleşmeye başlar. Radius'ta proksimal epifizin diyafiz ile kaynaşması, distal epifizden her zaman çok daha erken olur. Proksimal epifiz, insanda 14 - 17 yaşlarda, atta 15. - 18. ayda, sığırda 12. - 15. ayda, koyun ve keçi 10. ayda, domuzda 1 yaşında, köpekte 9. - 10. ayda, tavşanda ise 6. ayda kapanmaktadır. Distal epifizdeki kapanma, insanda 18 - 20 yaşlarda, at, koyun ve domuz'da 3,5 yılda, sığırda 3,5 - 4 yılda, keçi 4 - 5 yılda, köpekte 16 - 18 ayda, tavşanda ise 15 ayda şekillenir (Getty, 1975; Barone, 1986).

Rajtova (1974)'ya göre koyun radius'unda proksimal epifiz plağı 100. günde belirmekte ve 11. ayda kapanmaktadır. Distal epifiz plağı ise 11. ayda ortaya çıkıp 3,5 yılda kapanmaktadır. Aynı araştırmacı tarafından keçi radius'unda proksimal ve distal epifizin ne zaman ortaya çıktığı belirlenememiştir. Fakat keçi radius'unda proksimal epifizin 8 ayda, distal epifizin ise 5 yılda kapandığı belirtilmiştir.

Alman çoban köpeği, Collie, Bulldog ve İngiliz tazısında corpus radii doğumda kemikleşmiştir. Proksimal epifizin, Alman çoban köpeği'nde 15. - 30. günlerde, Collie'de 21. - 26. günlerde, Bulldog'da 31. - 38. günlerde, İngiliz tazısında ise 21. - 28. günlerde kemikleşmeye başladığı bildirilmiştir. Distal epifizin kemikleşmesi, Alman

çoban köpeği'nde 10. - 22. günlerde, Collie'de 11. - 21. günlerde, Bulldog'da 25. günde, İngiliz tazısı'nda ise 14. - 28. günlerde başlamaktadır (Hare, 1961).

İngiliz tazısında diyafizin doğumda kemikleşmiş olduğu, proksimal ve distal epifizin de 25. günde röntgen ile tespit edilebildiği bildirilmiştir (Chapman, 1965).

Farelerde radius, gebeliğin 15. gününde beliren bir PM'ne sahiptir. Doğumdan sonraki 7. günde distal, 14. günde ise proksimal epifize ait sekonder merkezler belirlenebilir (Patton ve Kaufman, 1995).

1. 3. 3. 2. Ulna (Dirsek Kemliği)

Tavşanda ulna, lateral'de bulunan ön kol kemiğidir. Extremitas proximalis ulnae, humerus ile eklemleşen bir çıkıntı (proc. anconeus) ve yarımay şeklinde bir çentik (incisura trochlearis) ile karakterize olmuştur. Ulna ayrıca, kasların yapışmasına yarayan oldukça belirgin bir çıkıntı (olecranon) taşır. Tavşan ulna'sının extremitas distalis'i ise radius'un distal ucu gibi geniştir ve bir baş halini alarak karpal kemiklerle karşı karşıya gelir (Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Ulna, radius'un etrafında dönerek, tavşanda ön ayağın supinatio hareketini gerçekleştirmesini sağlar (Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Ulna üç OM'ne sahiptir. Bunlardan biri corpus, diğer ikisi ise olecranon ve proc. styloideus üzerindedir (Doğuer ve Erençin, 1962).

Atta ulna'nın diyafizi gebeliğin 65. - 75. günleri arasında kemikleşmeye başlar. SM'leri ise doğumdan 330 gün sonra kemikleşir (Getty, 1975).

Koyun ve keçiler üzerinde yapılan bir çalışmada, koyunda tuber olecrani'deki OM'nin 10. ayda görüldüğü ve 1,5 yaşında kapandığı belirtilmiştir. Koyunda distal epifiz plağının ilk görünme zamanı tespit edilememiş fakat yaklaşık 3,5 yılda kapandığı bildirilmiştir. Aynı çalışmaya göre keçide proksimal epifiz 11. ayda belirip 3,5 yaşında kapanmaktadır. Distal epifizin ilk görünme zamanı tesbiti yapılamamış, kapanma zamanı ise 3.5 yıl olarak belirtilmiştir (Rajtova, 1974).

Alman çoban köpeği, Collie, Bulldog ve İngiliz tazısında corpus ulnae doğumda kemikleşmiştir. Proksimal epifizin, Alman çoban köpeği'nde 30. - 46. günlerde (iki köpekte iki merkez saptanmış), Collie'de 40. - 55. günlerde, Bulldog'da 52. - 59. günde, İngiliz tazısı'nda ise 42. - 60. günlerde kemikleşmeye başladığı bildirilmiştir. Distal epifizin kemikleşmesi, Alman çoban köpeği'nde 30. - 46. günlerde (bir köpekte iki merkez saptanmış), Collie'de 40. - 55. günlerde, Bulldog'da 59. günde, İngiliz tazısı'nda ise 42. - 60. günlerde başlamaktadır (Hare, 1961).

İngiliz tazısında ulna'nın diyafizinin doğumda kemikleşmiş olduğu belirtilmektedir. Proksimal ve distal epifizin kemikleşmesinin ise 45. günde röntgen ile tespit edilebildiği belirtilmektedir (Chapman, 1965).

Ulna'ya ait PM, farelerde gebeliğin 15. gününde gözlenmektedir. Sekonder merkezler ise doğumdan 7 gün sonra kemikleşmeye başlar (Patton ve Kaufman, 1995).

1. 3. 4. Skeleton Manus (Ön Ayak İskeleti)

Tavşanda skeleton manus; ossa carpi (ön ayak bilek kemikleri), ossa metacarpalia I - V (ön ayak tarak kemikleri) ve ossa digitorum manus (ön ayak parmak kemikleri) tarafından oluşmuştur (Craigie, 1969; Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

1. 3. 4. 1. Ossa Carpi - Carpus (Ön Ayak Bilek Kemikleri)

Ossa carpi tavşanda, üst üste dizilmiş iki sıra halinde küçük kemiklerden meydana gelmiştir. Proksimal sırada dört adet kemik vardır. Bunlar, antebrachium'a dayanan os carpi (OC) radiale, OC intermedium ve OC ulnare ile bileğin lateral köşesini oluşturan OC accessorium'dur. Distal sırada da os carpale (OCL) I, OCL II, OCL III ve OCL IV olarak adlandırılan, sıralı dört kemik bulunur. Bunlara ek olarak OCL II ile III arasında küçük bir OC centrale vardır. Distal sıradaki bu kemikler metakarpal kemikler ile eklemleşir (Craigie, 1969; Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Tavşanda OC radiale ve intermedium diğerlerine göre daha büyüktür. OC ulnare'nin ulna ile eklemleşen yüzü çukurdur. OC accessorium ise dar ve uzun bir kemiktir. OCL IV geniş bir kemik olup os metacarpale (MC) IV ve V ile eklemleşir. Küçük bir kısmı ile de MC III 'e temas eder. Dorsopalmar olarak uzanan OCL III, dar ve çok eklem yüzüne sahip bir kemiktir. Distal'de MC III ile eklemleşir. OCL I ve II küçük kemiklerdir. OCL I, OCL II'den daha enlidir. Bu iki kemik MC I ve II ile eklemleşir (Barone, 1986).

Ossa carpi'yi oluşturan kemiklerden her biri, equidae ve ruminantia'da fetal hayatın son aylarında, carnivora'da ise doğumdan sonra, genel olarak birer OM'nden kemikleşir. Sığırdan OCL II ile OCL III, carnivora'da ise OC radiale ile OC intermedium ortak bir kemikleşme sonucu birleşirler. Yani bu kemiklerin kemikleşme merkezleri birbiri ile kaynaşarak gelişir. OC accessorium carnivora'da iki, diğer hayvan türlerinde ise bir merkezden kemikleşir (Doğuer ve Erençin, 1962).

Ossa carpi'ye ait kemikleşme merkezleri endokondral olarak ve sadece doğumdan sonra gelişir. İnsanda 3. ay - 1. yıl arasında os capitatum (OCL III) ve os hamatum (OCL IV), 3. ay - 3. yıl arasında os triquetrum (OC ulnare) kemikleşmeye başlar. İki ile 6 yaş arasında os lunatum'daki (OC intermedium) kemik merkez gelişir. Bunu 3. ve 6. yıllar arasında os scaphoideum'da (OC radiale) gelişen merkez izler. Os

trapezium (OCL I) ve os trapezoideum'daki (OCL II) kemikleşme 4 - 6 yaş arasında başlar. Os psiforme (OC accessorium) 8 ile 12 yaş arasında kemikleşir (Crafts, 1979; Platzer, 1986).

Tavşanda ossa carpi doğumda tamamen kıkırdak yapıdadır. Postnatal ikinci hafta sonrasında kemikleşmeye başlar. Fakat OC accessorium, OCL I ve II daha geç kemikleşmeye başlar (Barone, 1986).

Atta ossa carpi'de, gebeliğin 290. - 330. günleri arasında ilk kemikleşmeler başlar (Getty, 1975).

Koyun'da ossa carpi'nin kemikleşmesi doğumdan sonra 4 - 14 günde, keçide ise 14 - 26 günde tamamlanır (Rajtova, 1974).

Köpeklerde postnatal dönemde kemikleşen OC radiale'ye ait kemikleşme merkezleri, Alman çoban köpeğinde 15 - 30 günde, Collie'de 25 - 34 günde, Bulldog'da 38 - 45 günde ve İngiliz tazısında 28 - 42 günde röntgen ile tespit edilebilmektedir. OC intermedium, Alman çoban köpeğinde 10. - 15. günlerde, Collie'de 17. - 26. günler arasında, Bulldog'da 31. - 38. günlerde ve İngiliz tazısında 21. - 28. günler arasında kemikleşmeye başlar. OC ulnare, Alman çoban köpeğinde 22 - 30 günde, Collie'de 21 - 34 günde, Bulldog'da 59 - 68 günde ve İngiliz tazısında 28 - 42 günde kemikleşmeye başlar. OC accessorium'un kemikleşmesi ise, Alman çoban köpeğinde 6. günde, Collie'de 7. günde, Bulldog'da 17. günde ve İngiliz tazısında 11. günde röntgen ile tespit edilebilir. OC centrale, Alman çoban köpeğinde 22. - 30. günlerde, Collie'de 26. - 34. günler arasında, Bulldog'da 59. - 68. günlerde ve İngiliz tazısında ise 42. - 60. günler arasında kemikleşmeye başlar. Ossa carpi'ye ait distal'deki kemikler, OCL IV, OCL III, OCL II ve OCL I sırasını takip ederek gelişir. Alman çoban köpeği, Collie, Bulldog ve İngiliz tazısında, distal sıra kemikler 15. - 59. günler arasında kemikleşmeye başlar (Hare, 1961).

İngiliz tazısında ossa carpi 18. - 25. günlerde röntgen filmlerinde ilk kez görülebilmektedir (Chapman, 1965).

Farelerde ossa carpi yeni doğanlarda kıkırdak halinde iken, 7. günde PM'lerinin kemikleşmeye başladığı gözlenmiştir (Patton ve Kaufman, 1995).

1. 3. 4. 2. Ossa Metacarpalia (I - V) - Metacarpus (Ön Ayak Tarak Kemikleri)

Tavşanın ön ayak tarak kemikleri, her bir parmak için bir tane yani toplam beş adettir. Medial'den lateral'e doğru, MC I, MC II, MC III, MC IV ve MC V adlarını alırlar (Craigie, 1969; Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Tavşanda beş adet ossa metacarpalia'dan ilki ve en kısa olanı MC I'dir. MC III ise en uzun olanıdır. MC II ve IV, MC III'den biraz daha kısadır. MC V'in boyu MC III'ün yarısı kadardır. Ossa metacarpalia diğer uzun kemikler gibi gelişir. Ossa metacarpalia'nın intrauterin hayatta diaphyseal gelişimi, ön ekstremité kemiklerinin diyafiz gelişimlerinden biraz daha geç başlar. Tavşanda metakarpal diyafiz doğumdan 8 - 12 gün sonra tamamen kemikleşir. Bu kemiklerin uzaması, her bir MC'un distal'inde yer alan tek epifiz plağından sağlanır. Bu kemiklerde proksimal epifiz yoktur (Barone, 1986).

İnsanda ossa metacarpalia'nın her biri, bir diyafiz ve bir distal epifize sahiptir. MC 1 ise diğerlerinden farklı olarak diyafiz dışında sadece proksimal bir OM'ne sahiptir. Bu proksimal merkez 2 - 3 yaşlarında ortaya çıkar. Ossa metacarpalia'nın diyafizleri intrauterin 3. ayda kemikleşmeye başlar (Platzer, 1986).

Atta ossa metacarpalia'dan sadece III.'sü kuvvetlice gelişir. Diyafiz gebeliğin 70. - 80. günlerinde kemikleşmeye başlar. Epifizlerin şekillenmesi ise gebeliğin 265. - 330. günleri arasında olur. MC II ve IV tali olup ince ve küçüktür. Bu iki kemiğin

kemikleşmesi gebeliğin 90. - 110. günleri arasında başlar. MC I ve V attı bulunmaz. (Getty, 1975).

Köpeklerde ossa metacarpalia'nın diyafizi intrauterin hayatta kemikleşir. Epifizleri ise doğumdan 22 - 52 gün sonra kemikleşmeye başlar (Hare, 1961).

Ossa metacarpalia farelerde sırayla 3, 4, 2, 5 şeklinde, doğumdan sonraki 7. - 14. günler arasında kemikleşir (Patton ve Kaufman, 1995).

1. 3. 4. 3. Ossa Digitorum Manus (Ön Ayak Parmak Kemikleri)

Tavşanın bir ön ayağında beş parmak bulunmaktadır. Parmak kemiklerinin herbirine phalanx adı verilir. Beş parmağın ilki (pollex), yalnızca iki phalanx'tan oluşur. Diğer dört parmakta ise üçer adet phalanx vardır. Phalanx proximalis (Php)'ler, aynı numaralı ossa metacarpi'nin distal'ine eklemler. Phalanx media (Phm), Php ve Phalanx distalis (Phd)'in arasında bulunur. Phd parmağın ve ayağın en uç kemiğidir (Craigie, 1969; Barone, 1986; McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Tavşanda her phalanx bir adet PM ve bir adet SM'den gelişir. Sekonder merkez, proksimal epifizde meydana gelmektedir. Phalanx'larda distal epifiz plağı bulunmaz. Baş parmağın Php'i epifizden yoksundur. Phd, bütün hayvan türlerinde olduğu gibi tavşanda da tek bir OM'nden gelişir. Gebeliğin 12. - 15. günlerinde Phd kemikleşmeye başlar. Doğumdan önce kemikleşmesi tamamlanır (Barone, 1986).

Farelerde Php gebeliğin son günü ile doğumdan sonraki 7. gün arasında kalan zaman zarfında kemikleşmeye başlamaktadır. Phm gebeliğin son günü ile postnatal

dönemin ilk günü arasında kemikleşmekte, Phd ise doğumdan önce kemikleşmektedir. (Patton ve Kaufman, 1995).

Ayağın yere temas eden yüzüne palmar yüzey denir. Tavşanda articulatio metacarpo-phalangea'nın ve articulatio interphalangea'nın palmar'ında birkaç susam kemiği bulunur (McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Tavşanın susam kemikleri doğumda kıkırdaktır. Postnatal hayatın 1. ayında büyük susam kemikleri, 5. yılında ise küçük susam kemiklerinde kemikleşme şekillenir (Barone, 1986).

Kemik ve kıkırdak dokuların ayırt edilmesi ve gelişimin aşamalarının açık bir şekilde ortaya konmasında alizarin red S ve alcian blue ile yapılan boyama, geçerli bir yöntemdir (Kelly ve Bryden, 1983).

Hayvanlardan elde edilen bilgilerin, insanlarda kemik gelişimi araştırmalarının risk tahmininde kullanılabilmesi için insan ve hayvan kemik büyümesinin aşamaları üzerinde karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır (Fukuda ve ark., 1977).

Kemikleşmekte olan yapılardaki gelişim odaklarının tespiti klinik tamda gerekli olmasına rağmen radyolojik muayene ile belirlenmesi oldukça güçtür. Bu nedenle anatomik yöntemlerin de kullanılması gerekmektedir (MacCallum ve ark., 1970).

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

dönemin ilk günü arasında kemikleşmekte, Phd ise doğumdan önce kemikleşmektedir. (Patton ve Kaufman, 1995).

Ayağın yere temas eden yüzüne palmar yüzey denir. Tavşanda articulatio metacarpo-phalangea'nın ve articulatio interphalangea'nın palmar'ında birkaç susam kemiği bulunur (McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Tavşanın susam kemikleri doğumda kıkırdaktır. Postnatal hayatın 1. ayında büyük susam kemikleri, 5. yılında ise küçük susam kemiklerinde kemikleşme şekillenir (Barone, 1986).

Kemik ve kıkırdak dokuların ayırt edilmesi ve gelişimin aşamalarının açık bir şekilde ortaya konmasında alizarin red S ve alcian blue ile yapılan boyama, geçerli bir yöntemdir (Kelly ve Bryden, 1983).

Hayvanlardan elde edilen bilgilerin, insanlarda kemik gelişimi araştırmalarının risk tahmininde kullanılabilmesi için insan ve hayvan kemik büyümesinin aşamaları üzerinde karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır (Fukuda ve ark., 1977).

Kemikleşmekte olan yapılardaki gelişim odaklarının tespiti klinik tanıda gerekli olmasına rağmen radyolojik muayene ile belirlenmesi oldukça güçtür. Bu nedenle anatomik yöntemlerin de kullanılması gerekmektedir (MacCallum ve ark., 1970).

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

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Osteolojik gelişimin ön ekstremitelerde zamana bağlı modellerinin belirlenmesi amacıyla materyal olarak dokuz farklı çağda 8'er, toplam 72 adet sağlıklı erkek Beyaz Yeni Zelanda tavşanı kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan hayvanların büyük bir kısmı Refik Saydam Hıfızısıhha Enstitüsü Serum Üretme ve Araştırma Laboratuvarı'ndan ve Başkent Üniversitesi Deney Hayvanları Üretimi Ünitesinden temin edilmiştir. Diğerleri ise Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalında üretilmiştir. Bulguları olumsuz yönde etkilememesi amacıyla, tavşanların rasyonlarındaki besin maddeleri ve mineral maddelerin konsantrasyonları dikkate alınmıştır.

Kullanılan yem; % 88 kuru madde (en az), % 16 ham protein (en az), % 10 ham selülöz (en çok), % 10 ham kül (en çok), % 1.0 HCL'de çözünmeyen 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), NaCL % 1.0 (en çok), 5000 İÜ/Kg A vitamini, 1000 İÜ/Kg D₃ vitamini ve en az 30 Mg/Kg E vitamini içermektedir. Günlük olarak her bir tavşan için yaklaşık 100 g / Kg canlı ağırlık hesabı ile verilmiştir. Rasyon sabah ve akşam öğünleri şeklinde iki eşit miktara bölünmüştür. Tavşanlara, altlık ve kaba yem ihtiyacını karşılamak üzere buğday ve yonca sapı verilmiştir. Kafeslerde sürekli olarak su bulundurulmuş ve hayvanlara içebildikleri kadar (adlibitum) su verilmiştir.

Kadavraların ön ekstremitte kemikleri, diseke 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 kırkırdakları (mavi), büyüme plakları ve kemikleşme odakları (şarap rengi) görülebilir bir duruma getirilmiştir. Materyalden alınan ölçüm, röntgen ve fotoğraflama sonucu, değerlendirilmeye uygun veri tabanı oluşturulmuştur.

Yapılan bütün incelemelerde elde edilen ölçüm değerleri ve rakamsal bulgular grafiklerle görselleştirilmiş, istatistik analizlerle anlamlandırılmıştır.

2. 1. Periyot Belirlenmesi ve Çalışma Grupları

Literatür (Jowsey 1968, Kharmosh ve ark. 1972, Rudicel ve ark. 1985, Hörner ve Drescher 1992) doğrultusunda, başlangıçta sık ve giderek seyrekleşen bir periyot saptanmıştır.

Çalışmada tavşanların ön ekstremita kemikleri 9 grup materyal üzerinde incelenmiştir. Bu 9 gruba ait tavşanların yaşları çizelge 2. 1. de daha ayrıntılı olarak verilmiştir. Yapılan çalışmada, belirtilen 9 yaş grubuna uyan erkek Beyaz Yeni Zelanda tavşanları kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan tavşanların yaş grupları.
Parantez içerisinde, gruplara dahil edilen tavşanların minimum ve maksimum yaşları.

Çalışma Grupları	Tavşan Sayısı	Gruba dahil edilen tavşanların yaşları	
		Hafta	Gün
1.	8	Yenidoğan	0 (0)
2.	8	1	7 (6 – 8)
3.	8	3	21 (20 – 22)
4.	8	6	42 (40 – 44)
5.	8	10	70 (68 – 72)
6.	8	15	105 (103 – 107)
7.	8	21	147 (145 – 149)
8.	8	24	168 (166 – 170)
9.	8	28	196 (194 – 198)

2. 2. Uygulamalar

Çalışmada; anestezi, diseksiyon, boyama ve radyolojik uygulamalar yapılmıştır.

2. 2. 1. Anestezi

Tavşanlar 0,5 mg/kg Xylazin ve 35 mg/kg Ketamin kullanılarak anesteziye alınıp göğüs kafesi açıldıktan sonra kalpleri apex'ten kesilerek kanın boşalması sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan kadavralar %10'luk formol içeren kaplarda gruplar halinde tespit edilerek saklanmıştır.

2. 2. 2. Diseksiyon

Ön ekstremiteler bistüri ve makas yardımıyla gövdeden ayrılmış, bu işlem sırasında musculus cleidocephalicus ile musculus cleidobrachialis arasında yer alan clavicula'nın da ön bacak ile birlikte kalacak şekilde diseke edilmesine özen gösterilmiştir. Ön bacaklar gövdeden ayrıldıktan sonra üzerindeki deri kaldırılarak uzaklaştırılmış ve bacakların makro anatomik özellikleri gözden geçirilerek, edinilen bilgiler kaydedilmiştir. Her bir tavşanın gövdesinden ayrılan bacaklar sağ ve sol çiftler halinde numaralandırıldıktan sonra grubuna uygun olarak saklama kaplarına konulmuştur.

2. 2. 3. Boyama

Diseksiyondan sonra çiftler halinde saklama kaplarında tutulan bacaklar "Double Staining" (alizarin red-S ve alcian blue) tekniği ile boyanmıştır (Cervený, 1972; Erdoğan ve ark., 1995).

Literatüre (Cerveny, 1972; Erdoğan ve ark. 1995) 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 ulaşınca 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.

2. 2. 4. Radyolojik uygulama

Araştırmada, radyolojik görüntüler 24 x 30 'luk filmlere, medial, lateral, dorsal ve plantar yönden alınmış, bu işlem için fakültemiz radyoloji bilim dalından yardım alınarak ekipmanlarından yararlanılmıştır. Radyolojik işlemler sırasında 30 mA gücündeki Schimatzu marka röntgen cihazı kullanılmıştır. Elde edilen röntgen filmleri bir negatoskop yardımıyla incelenmiştir.

2. 3. Ölçme

Epifiz kırıkdağları, kemikleşme merkezleri, kemikleşmiş ve kemikleşmekte olan kısımlar diseksiyon mikroskop altında incelenmiştir. Ölçümlerde digital kumpas (mitutoyo digimatic caliper, 150 mm) kullanılmıştır.

2. 4. Değerlendirme

Radyolojik bulgular, diseksiyon ve boyama sonrası elde edilen bulgularla karşılaştırılıp desteklenmiştir. Aynı yaş grubundaki tavşanların ön bacak kemiklerine ait ölçümler, sistemli olarak kaydedilmiştir. Bu ölçüler üzerinde ortalama değerler alınıp standart sapmaları hesaplanmıştır.

Röntgen görüntüleri, boyama ve ölçüm sonuçları, fotoğraf, tablo ve grafiklerle görselleştirilmiştir. Rakamsal bulgular, yorum ve anlamlarıyla birlikte bölüm 3'te sunulmuştur. Rakamsal veriler üzerinde bilgisayar ortamında Ki-kare Testi, T Testi ve Çoklu Varyans Analizi uygulanmıştır.



3. BULGULAR

Kemikleşmiş olan tüm yapı ve bölümler alizarin red-S ile kırmızıya boyanmıştır. Kıkırdak kısımlar ise, alcian blue ile boyanmış ve mavi renkte görülmüştür (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

Boyamalar sonucu kemikleşmiş kısımlar ile kıkırdak kısımlar birbirinden kesin olarak ayrılmaktadır. Ancak bu sınırlar, kemikleşmekte olan hattın kıkırdak doku içerisine yaptığı çok sayıdaki kısa ipliksi uzantılardan dolayı, büyüteç altında pürüzlü bir yapı göstermektedir.

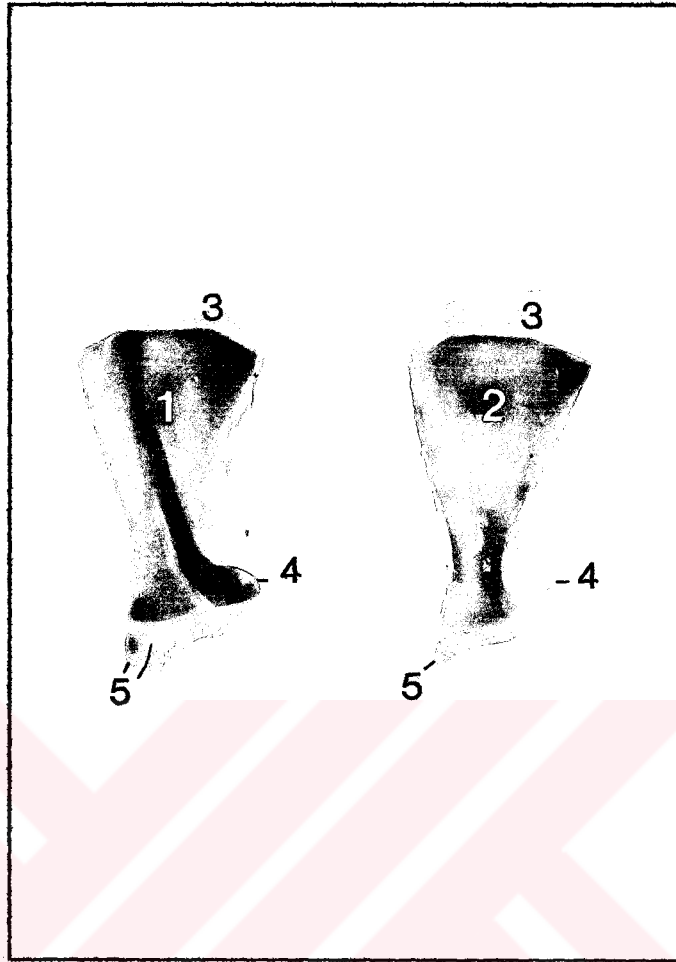
3. 1. Scapula (Kürek kemiği)

3. 1. 1. Scapula'nın Boyama Bulguları

Birinci grupta (0 günlük) primer ossifikasyon merkezi (PM) ve spina scapulae'da kemikleşmenin başlamış olduğu ve kırmızı renkte boyandığı görülmüştür. Scapula'nın proksimalinde, margo dorsalis'in genişliği boyunca uzanan, oldukça geniş cartilago scapulae'nın varlığı gözlenmiştir. Scapula'nın proksimalinde bulunan kıkırdığın yüksekliğinin önden arkaya doğru arttığı görülmüştür. Spina scapulae'nın kemikleşmiş olduğu, ancak, proc. hamatus'un ve proc. suprahamatus'un yerlerinde kıkırdak bir taslağın bulunduğu belirlenmiştir. Scapula'nın distal'inde ise cavitas glenoidalis'i örten, ince bir kıkırdak doku ve aynı bölgenin cranial'inde oldukça belirgin bir kıkırdak çıkıntısı göze çarpmaktadır. Birinci grup scapula'larda gelişim kıkırdaklarının içlerinde sekonder ossifikasyon merkezi (SM) gözlenmemiştir.

İkinci grubun (1 haftalık) scapula'larında (Şekil 2) corpus ve spina scapulae'da kemikleşmenin ilerlediği görülmüştür. Proc. hamatus ve proc. suprahamatus'un da kemikleştiği gözlenmiştir. Her iki çıkıntının da uçlarında kıkırdak kısımların varlığı görülmektedir. Cavitas glenoidalis'i örten kıkırdak doku kalınlaşmıştır. Tuberculum supraglenoidale üzerinde iki adet SM şekillenmiştir. Bunlardan büyük olanı tuberculum supraglenoidale'nin cranial'inde ve proc. coracoideus'un tabanında yer almaktadır. Diğer SM'nin ise, cavitas glenoidalis ile büyük olan sekonder merkez arasında bulunduğu tespit edilmiştir. Birinci hafta'da proc. coracoideus'un kıkırdak dokudan bir taslağının şekillendiği de gözlenmiştir.

Üçüncü grubun (3 haftalık) scapula'larında ikinci gruba ait materyallerdeki tüm yapı ve özellikler gözlenmekle birlikte büyüme ve gelişim devam etmektedir.



Şekil 2. Bir haftalık materyale ait bir scapula (medial'den ve lateral'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.

- 1- Facies lateralis scapulae
- 2- Facies medialis scapulae
- 3- Cartilago scapulae

- 4- Proc. suprahumatus
- 5- Tuberculum supraglenoidale'nin içerisinde bulunan iki SM

Dördüncü grupta (6 haftalık) scapula'nın PM'inde kemikleşmiş bölümün uzunluğu ve kalınlığı'nın arttığı ancak önceki grupta görülen özelliklerini koruduğu saptanmıştır.

Beşinci grupta (10 haftalık) tuberculum supraglenoidale'de bulunan iki SM'nin PM ile kaynaşmak üzere oldukları görülmüştür. Hem bu iki merkez birbiriyle hem de PM ile birleşmiş gibidir. Birleşim yerlerinde ince kıvrımdak dokudan (mavi renkli) bir çizginin var olduğu gözlenmiştir. On haftalık tavşanlarda, proc. hamatus'un gelişim kıvrımda içerisinde yuvarlak bir SM (Şekil 3) görülmüştür. Bu sekonder merkez

daha önceki gruplarda bulunmazken ilk kez beşinci gruptaki scapula'larda ortaya çıkmıştır.



Şekil 3. Beşinci grup materyal'de proc. hamatus'a ait SM (lateral'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.

- 1- Cartilago scapulae
- 2- Fossa infraspinata
- 3- Fossa supraspinata

- 4- Proc. suprahamatus
- 5- Tuberculum supraglenoidale
- 6- Proc. hamatus'a ait SM.

Altıncı grup (15 haftalık) tavşanlarda tuberculum supraglenoidale'de bulunan iki SM'nin PM ile birleşmiş oldukları görülmüştür. Bu iki merkezin birbiriyle ve PM ile birleşim yerlerinde kenarları pürüzlü, koyu kırmızı renkte çizginin varlığı gözlenmiştir. Onbeş haftalık tavşanlarda, proc. hamatus'a ait SM görülmemiştir. Bir önceki gruptaki materyallerde var olan bu merkez hiçbir iz bırakmaksızın acromion ile kaynaşmıştır. Bu nedenle kemikleşmiş belirgin bir proc. hamatus gözlenmektedir.

Yedinci grubun (21 haftalık) scapula'larında, büyüme dışında herhangi bir anatomik değişiklik gözlenmemiştir.

Sekizinci (24 haftalık) ve dokuzuncu grubun (28 haftalık) scapula'larında sekonder merkezlerin kaynaştığı ve kaynaşmamış hiçbir kemikleşme merkezi bulunmadığı görülmüştür. Bu iki grupta tam olarak kemikleşmiş bir PM gözlemlenirken, kıkırdak dokudan ibaret bir cartilago scapulae bir de cartilago articularis glenoidalis bulunmaktadır. Ayrıca bu gruplarda, cartilago scapulae'nin kalınlığında bir azalma olduğu da gözlenmiştir.

3. 1. 2. Scapula'nın Radyolojik Bulguları

İncelenen röntgen filmlerinde scapula'ya ait PM'nin postnatal ilk günden başlayarak görülebilen bir kemikleşmeye sahip olduğu belirlenmiştir. Tuberculum supraglenoidale'de ise ilk kemikleşme bir haftalık'tan itibaren gözlenmiştir.

Scapula'nın proksimal epifizi 28. haftada bile açık iken, distal epifizinin 21. haftada kapanmış olduğu, röntgen ile tespit edilmiştir. Scapula'nın dokuz gruba ait röntgen görüntüleri şekil 19'da verilmiştir.

3. 1. 3. Scapula'nın Dönemsel Ölçümleri

Birinci gruba ait, yeni doğmuş materyallerde, kemikleşmiş olan PM'nin boyu (margo dorsalis'ten angulus ventralis'deki kıkırdak kısma kadar, dorsoventral uzunluğu) ortalama 9.2 mm 'dir. En geniş olduğu yerde (angulus cranialis ile angulus caudalis arasındaki mesafe) 6.1 mm, en dar olduğu yerde (collum scapulae'nin craniocaudal genişliği) ise 1.7 mm ortalama genişlik tespit edilmiştir. Scapula'nın PM'nin ortalama 0.8 mm mediolateral (margo caudalis'ten ölçülmüştür) kalınlığa sahip olduğu görülmüştür. Cartilago scapulae'nin (dorsoventral) en kalın olduğu yerde,

caudal'de 4.02 mm kalınlıkta ve craniocaudal 9.24 mm uzunlukta olduğu belirlenmiştir. Spina scapulae'nın kemikleşmiş acromion uzantısının boyu ölçölmüş ve ortalama 4.5 mm olarak belirlenmiştir. Proc. hamatus'un ve proc. suprahamatus'un kıkırdak taslağının cranial ucu ile caudal ucu arasındaki uzaklık ortalama 4 mm 'dir.

İkinci grupta, kemikleşmiş olan PM'nin boyu ortalama 17.3 mm dir. En geniş olduğu yerde 10.9 mm, en dar olduğu yerde ise 2.6 mm ortalama genişlik tespit edilmiştir. Scapula'nın ortalama 1.08 mm mediolateral kalınlığa sahip olduğu görölmüşür. Cartilago scapulae'nın 5.12 mm kalınlıkta ve 12.65 mm uzunlukta olduğu belirlenmiştir. Acromion uzantısının boyu ortalama 6.1 mm olarak belirlenmiştir. Proc. hamatus ile proc. suprahamatus'un uçları arasındaki uzaklık ortalama 5.95 mm ölçölmüşür. Tuberculum supraglenoidale'de iki SM görölmüşür. Küçük olanın ortalama 0.26 mm çapta olduğu saptanmıştır. Büyük olan sekonder merkezin ise ortalama 1.07 mm (dorsoventral) boyunda, 0.95 mm (craniocaudal) eninde ve pramit şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Üçüncü gruba ait scapula'ların kemikleşmiş kısımlarının boyu ortalama 23.2 mm ölçölmüşür. En geniş olduğu yerde 12.29 mm, en dar olduğu yerde ise 3.25 mm genişlikte olduğu belirlenmiştir. Scapula'nın mediolateral kalınlığı ortalama 1.47 mm olarak ölçölmüşür. Cartilago scapulae'nın 5.82 mm kalınlıkta ve 14.48 mm uzunlukta olduğu belirlenmiştir. Acromion'un ortalama boyu 7.2 mm, proc. hamatus ile proc. suprahamatus'un uçları arasındaki mesafe 7.04 mm olarak tespit edilmiştir. İkinci grupta tuberculum supraglenoidale'de gözlenmiş olan iki SM'nden küçük olanın boyu (dorsoventral) ortalama 1.59 mm, eni (craniocaudal) 1.22 mm'ye ulaşmıştır. Büyük olan sekonder merkez ise ortalama 2.07 mm boyunda ve 1.85 mm eninde görölmüşür.

Dördüncü grupta yer alan materyallere ait scapula'nın kemikleşmiş olan kısmının boyu ortalama 31.97 mm dir. En geniş olduğu yerde 18.63 mm, en dar olduğu yerde ise 3.92 mm ortalama genişlik tespit edilmiştir. Scapula'nın ortalama

1.87 mm mediolateral kalınlıĝa sahip olduĝu görülmüştür. Cartilago scapulae'nın 7.6 mm kalınlıkta ve 23.41 mm uzunlukta olduĝu belirlenmişt r. Acromion uzantısının boyu ortalama 11.32 mm olarak saptanmıştır. Proc. hamatus ile proc. suprahamatus'un uçları arasındaki uzaklık ortalama 8.68 mm ölçülmüştür. Tuberculum supraglenoidale'de bulunan iki SM'nin gelişimleri sürmektedir. Küçük olanı 3.34 mm boyda ve 1.37 mm ende görülmüştür. Cranial'de yer alan ise 3.56 mm boya, 2 mm ene ve 2.83 mm (mediolateral) kalınlıĝa sahip olup medial'e doĝru belirgin biçimde uzamıştır.

Beşinci gruba ait kemikleşmiş scapula'ların boyu ortalama 41 mm olarak belirlenmişt r. En geniş olduĝu yerde 23.37 mm, en dar olduĝu yerde ise 5.05 mm genişlikte olduĝu saptanmıştır. Scapula'nın mediolateral kalınlıĝı ortalama 2.54 mm olarak ölçülmüştür. Cartilago scapulae'nın 8.19 mm kalınlıkta ve 27.06 mm uzunlukta olduĝu belirlenmişt r. Acromion'un ortalama boyu 15.13 mm, proc. hamatus ile proc. suprahamatus'un uçları arasındaki mesafe 10.55 mm olarak tespit edilmiştir. Tuberculum supraglenoidale'de gözlenen SM'lerden küçük olanın boyu ortalama 3.83 mm, eni 2.29 mm dir. B   k olan sekonder merkez ise ortalama 4.53 mm boyunda ve 3.57 mm enindedir. Bu iki kemikleşme merkezi arasında ve bu merkezlerle scapula'nın PM arasında ortalama 0.1 mm kalınlıĝında kıkırdak bir hattın bulunduĝu görülmüştür. Proc. hamatus'ta ortaya çıkan SM'nin 0.25 mm çapında olduĝu belirlenmiştir.

Altıncı gruba ait scapula'ların boyu ortalama 54.18 mm olarak ölçülmüştür. En geniş olduĝu yerde 28.24 mm, en dar olduĝu yerde ise 5.4 mm genişlikte olduĝu belirlenmiştir. Scapula'nın mediolateral kalınlıĝı ortalama 2.72 mm olarak ölçülmüştür. Cartilago scapulae'nın 10.5 mm kalınlıkta ve 33.2 mm uzunlukta olduĝu belirlenmiştir. Acromion'un ortalama boyu 16.18 mm, proc. hamatus ile proc. suprahamatus'un uçları arasındaki mesafe 13.3 mm olarak tespit edilmiştir.

Yedinci grup materyallerin scapula'sının boyu ortalama 59.3 mm olarak tespit edilmiştir. Scapula en geniş olduĝu yerde 28.53 mm, en dar olduĝu yerde ise 5.58

mm genişliktedir. Scapula'nın kalınlığı ortalama 3.02 mm olarak ölçülmüştür. Cartilago scapulae'nın kalınlığının 12.29 mm, uzunluğunun ise 36.88 mm olduğu görülmüştür. Acromion'un boyu 18.50 mm, proc. hamatus ile proc. suprahamatus'un uçları arasındaki mesafe 14.23 mm olarak tespit edilmiştir.

Sekizinci grup tavşanlarda scapula'nın boyu ortalama 61.51 mm, en geniş kısımdan yapılan ölçümlerde eni ortalama 30.24 mm, collum scapulae'dan yapılan ölçümlerde eni 5.95 mm olarak belirlenmiştir. Scapula'nın kalınlığının ise 3.1 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu gruba ait cartilago scapulae, 11.02 mm kalınlığa, 38 mm uzunluğa sahiptir. Acromion 21 mm boyunda iken, proc. hamatus ile proc. suprahamatus'un uçları arasındaki mesafe 15.1 mm olarak tespit edilmiştir.

Dokuzuncu gruptaki scapula'ları uzunluğu ortalama 63.78 mm, en geniş yerinde eni 31.22 mm, en dar kısmında ise 6.8 mm olarak saptanmıştır. Scapula'nın kalınlığı ortalama 3.26 mm olarak ölçülmüştür. Cartilago scapulae'nın kalınlığının 9.98 mm, uzunluğunun ise 39.74 mm olduğu görülmüştür. Acromion'un boyu 22 mm, proc. hamatus ile proc. suprahamatus'un uçları arasındaki mesafe 15.45 mm olarak tespit edilmiştir.

3. 2. Clavicula (Köprücük Kemigi)

Clavicula'nın articulatio humeri'nin hemen önünde, kaslara gömülü olduğu gözlenmiştir. İnce uzun ve 'S' harfi şeklinde kıvrımlı bir yapı göstermektedir.

3. 2. 1. Clavicula'nın Boyama Bulguları

Yeni doğmuş (1.grup) materyalde, ince fakat neredeyse tamamı kemikleşmiş bir corpus (diyafiz) görülmüştür. Clavicula'nın her iki ucunun (epifiz) da gelişim kıkırdığı ile örtülü olduğu gözlenmiştir.

Bir (2.grup) ve üç haftalık (3.grup) materyallerde, clavicula'nın boyunun ve kalınlığının artması dışında şeklinde bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Altı (4.grup), on (5.grup), onbeş (6.grup) (Şekil 4) ve yirmibir (7.grup) haftalık tavşanların clavicula'larında boy ve kalınlık artışı olduğu gözlenmiştir. Omuza yakın olan (caudolateral) uçtaki kıkırdak yassı, omuzdan uzak olan (craniomedial) uçtaki kıkırdak ince uzun ve kıvrık olarak görülmüştür. Caudolateral uçtaki kıkırdağın genişlemeye, craniomedial uçtakinin ise uzamaya devam ettiği tespit edilmiştir. Yedinci gruptaki tavşanların clavicula'larında caudolateral uça bulunan kıkırdak içerisinde nokta tarzında bir SM'nin varlığı saptanmıştır.



Şekil 4. Onbeş haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'nda sağ clavicula (cranial'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x3.

1- Corpus claviculae

3- Caudolateral epifiz kıkırdağı

2- Craniomedial epifiz kıkırdağı

Yirmidört (8.grup) ve yirmisekiz (9.grup) haftalık materyallerin clavicula'larında her iki uça da kıkırdak kısımların olduğu ancak yedinci grupta gözlenen SM'nin corpus ile kaynaştığı gözlenmiştir.

3. 2. 2. Clavicula'nın Radyolojik Bulguları

İncelenen röntgen filmlerinde postnatal ilk günden başlayarak, clavicula'nın tek PM'den kemikleşmekte olduğu görülmüştür. Clavicula'nın her iki ucunda da epifizin 28. haftada kapanmamış olduğu, röntgen ile tespit edilmiştir.

3. 2. 3. Clavicula'nın Dönemsel Ölçümleri

Birinci gruba ait tavşanlarda kemikleşmiş olan corpus claviculae'nın boyu ortalama 5.3 mm olarak belirlenmiştir. Clavicula'nın uzunluğu ortasından yapılan ölçümlerde kalınlığı ortalama 0.3 mm bulunmuştur. Her iki ucunun da ortalama 0.2 mm kalınlığında gelişim kıkırdığı ile örtüldüğü tespit edilmiştir.

İkinci gruba ait tavşanlarda corpus claviculae'nın boyunun ortalama 8.23 mm olduğu tespit edilmiştir. Clavicula'nın kalınlığı ortalama 0.71 mm dir. Clavicula'nın her iki ucunu da örten ortalama 0.5 mm kalınlığında kıkırdak dokunun varlığını sürdürdüğü tespit edilmiştir.

Üçüncü gruba ait tavşanlarda kemikleşmiş olan corpus claviculae'nın boyu ortalama 9.17 mm olarak belirlenmiştir. Clavicula'nın uzunluğu ortasından yapılan ölçümlerde kalınlığı ortalama 0.85 mm bulunmuştur. Her iki ucunun da ortalama 1 mm kalınlığında gelişim kıkırdığı ile örtüldüğü tespit edilmiştir.

Dördüncü grup materyallerde clavicula'nın boyu 15.49 mm, kalınlığı ise 1.05 mm olarak ölçülmüştür. Clavicula'nın craniomedial ucundaki kıkırdak kısım 3.41 mm, diğer ucundaki kıkırdak ise 1.87 mm uzunluğunda bulunmuştur.

Beşinci grup materyallerin clavícula'larının boyu 17.56 mm, kalınlığı ise 1.12 mm olarak ölçülmüştür. Clavícula'nın craniomedial ucundaki kıkırdak kısım 4.31 mm, diğer ucundaki kıkırdak ise 2.15 mm uzunluğunda bulunmuştur.

Altıncı grup materyallerde clavícula'nın 18.62 mm boyunda ve 1.44 mm kalınlığında olduğu belirlenmiştir. Clavícula'nın gelişim kıkırdaklarından, craniomedial uçtaki kıkırdak kısım 6.05 mm, caudolateral uçtaki kıkırdak ise 2.98 mm olarak ölçülmüştür.

Yedinci gruptaki tavşanların clavícula'ları 19.59 mm uzunlukta ve 1.7 mm kalınlıkta görülmüştür. Craniomedial uçtaki kıkırdak kısım 6.26 mm, caudolateral uçtaki kıkırdak kısım ise 2.89 mm olarak ölçülmüştür. Caudolateral uca kıkırdak içerisinde bulunan SM'nin çapı 0.45 mm olarak belirlenmiştir.

Sekizinci grup materyallerin clavícula'larında yapılan ölçümlerde, boyunun ortalama 21.85 mm, kalınlığının ise 1.81 mm olduğu görülmüştür. Clavícula'nın uçlarındaki craniolateral kıkırdağın 4.53 mm çapında olduğu, caudomedial kıkırdağın ise 2.78 mm uzunluğunda olduğu belirlenmiştir.

Dokuzuncu grupta clavícula'nın boyu 22.5 mm, kalınlığı 1.9 mm ölçülmüştür. Uçlarındaki kıkırdakların daha da küçüldüğü ve craniomedial'dekinin çapının 5.77 mm, caudolateral'dekinin uzunluğunun ise 2.54 mm olduğu tespit edilmiştir.

3. 3. Os Coracoides

Os coracoides, scapula'nın distal ucunun medial yüzünde belirgin bir çıkıntı olarak görülmüştür.

3. 3. 1. Os Coracoides'in Boyama Bulguları

Birinci gruptaki tavşanlarda scapula'nın distal'indeki gelişim kıkırdağının medial yüzünde yer alan silik bir kabartı şeklinde gözlenmiştir. Bütünüyle kıkırdak dokudan oluştuğu görülmüştür. Bu gruptaki materyalde proc. coracoideus'un kıkırdak yapısında hiçbir kemikleşme belirtisi gözlenmemiştir. Proc. coracoideus'a ait SM görülmemiştir.

İkinci grupta bulunan tavşanlarda proc. coracoideus'un daha belirgin bir çıkıntı halini almış olduğu görülmektedir. Tamamen kıkırdak yapıda olan bu çıkıntı ile cavitas glenoidalis arasında bir oluğun varlığı gözlenmiştir. Proc. coracoideus'u kemikleştirecek olan SM'nin (coracoidal merkez), 1 haftalık materyalde de henüz şekillenmediği tespit edilmiştir.

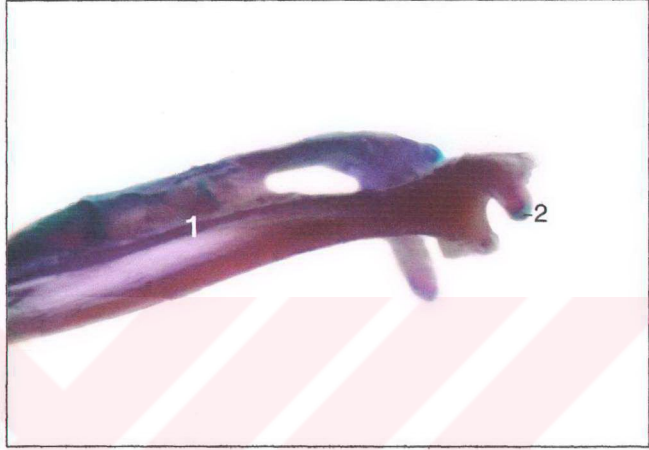
Üçüncü gruba ait materyalde proc. coracoideus'un büyüklüğünün artmakla birlikte halen kıkırdak yapıda olduğu göze çarpmaktadır. Proc. coracoideus'a ait taslağın kare şeklinde olduğu görülmüştür.

Dördüncü ve beşinci grubun proc. coracoideus'larının tabanını glenoidal merkezlerden cranial'de olanı medial'e doğru gelişerek desteklemektedir. Bu taban çıkıntısı özellikle beşinci grupta belirginleşmiş olarak gözlenmiştir. Gelişim kıkırdağı bu kabartının üzerinde medial'e doğru uzanmıştır.

Altıncı grup materyallerde proc. coracoideus'un gelişim kıkırdağı içerisinde oval bir SM (Şekil 5) ortaya çıkmıştır. Proc. coracoideus'a ait olan bu merkez daha önceki gruplarda bulunmazken ilk kez altıncı grup materyallerde görülmüştür.

Yedinci grup materyallerin proc. coracoideus'unun gelişim kıkırdağı içerisindeki SM'nin büyüdüğü fakat corpus ile kaynaşmadığı gözlenmiştir.

Sekizinci ve dokuzuncu grup scapula'larda proc. coracoideus'un SM'nin corpus ile kaynaştığı gözlenmiştir. Sekizinci grupta daha belirgin olmak üzere birleşim yeri koyu kırmızı renkte bir çizgi halindedir.



Şekil 5. Onbeş haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'nda sağ ekstremitedeki proc. coracoideus'a ait SM. (craniomedial'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x3.

1- Scapula

2- Proc. coracoideus'a ait SM.

3. 3. 2. Os Coracoides'in Radyolojik Bulguları

Röntgen filmlerinde proc. coracoideus'un postnatal ilk günden başlayarak görülebilen bir kemikleşmeye sahip olduğu belirlenmiştir. Clavicula'nın proksimal epifizinin 24. haftada kapanmış olduğu ve scapula ile kaynaştığı tespit edilmiştir.

3. 3. 3. Os Coracoides'in Dönemsel Ölçümleri

İlk grubun proc. coracoideus'u oldukça küçüktür. Bu nedenle anlamlı bir ölçüm yapılması mümkün olmamıştır.

İkinci grupta da kıkırdak yapıda olan *proc. coracoideus*'un yüksekliği ortalama 0.4 mm olarak ölçülmüştür. Aynı grupta *proc. coracoideus*'un kalınlığının ortalama 0.7 mm olduğu belirlenmiştir.

Üçüncü grupta bütünüyle kıkırdak yapısını muhafaza eden *proc. coracoideus*'un ortalama 1.03 mm yüksekliği, ortalama 1.47 mm kalınlığı olduğu tespit edilmiştir.

Dördüncü grubun *proc. coracoideus*'lerinin da yapısı tamamen kıkırdak olup, yüksekliği 1.23 mm, kalınlığı ise 1.55 mm olarak ölçülmüştür.

Beşinci gruptaki *proc. coracoideus*'ların yüksekliğinin 1.47 mm, kalınlığının da 1.95 mm olduğu belirlenmiştir.

Altıncı grup materyallerde varlığı gözlenen SM 0.53 mm mediolateral, 0.93 mm dorsoventral çapa sahiptir. *Proc. coracoideus*'un kıkırdak taslağının yüksekliği 1.64 mm, kalınlığı da 2.23 mm olarak belirlenmiştir.

Yedinci grup materyallerde *proc. coracoideus*'un SM 1.08 mm mediolateral, 1.52 mm dorsoventral çapa sahiptir. Corpus ile aralarında ortalama 0.25 mm 'lik bir kıkırdak bölüm bulunmaktadır.

Dokuzuncu grup scapula'larda *proc. coracoideus*'un mediolateral boyu 4.48 mm, dorsoventral eni 3.1 mm ve craniocaudal kalınlığı 1.67 mm olarak belirlenmiştir.

Sekizinci grup scapula'larda ise *proc. coracoideus*'un mediolateral boyu 5.74 mm, dorsoventral eni 3.42 mm ve craniocaudal kalınlığı 1.75 mm olarak belirlenmiştir.

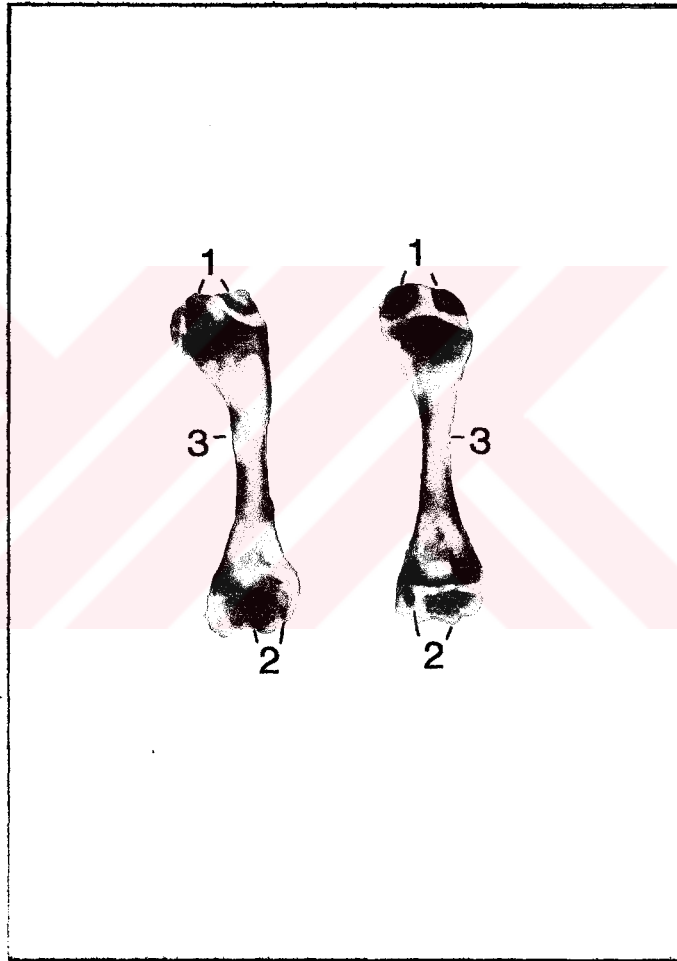
3. 4. Skeleton Brachii (Humerus - Brachium - Kol kemiği)

3. 4. 1. Humerus'un Boyama Bulguları

Yapılan boyamalar sonucunda yeni doğan (0 günlük) tavşanlarda humerus'un corpus'unun (diyafiz) kırmızı renk aldığı yani kemikleştiği belirlenmiştir. Corpus humeri'nin distal ve proksimal uçlara doğru giderek kalınlaştığı görülmüştür. Humerus'un proksimal ve distal uçlarında (epifiz) mavi renkte, kübik, kıkırdak kısımların bulunduğu gözlenmiştir. Proksimalde yer alan tek parça kıkırdak, caput humeri, tuberculum majus ve tuberculum minus'a benzeyen çıkıntılara sahiptir. Distal'de bulunan kıkırdağın şekli ise trochlea humeri'ye benzemektedir. Proksimal kıkırdak içerisinde ve kıkırdağın proksimal yüzeyinin hemen altında konumlanmış iki SM bulunduğu görülmüştür. Her iki merkez de kırmızı renktedir. İnce uzun ve proksimale dönük bir dışbükeylik gösteren merkezlerin, craniocaudal yönde uzandıkları görülmüştür. Kesin sınırlara sahip bu merkezlerden biri craniolateral'de, diğeri ise caudomedial'de yer almaktadır. Caudomedial'de bulunan merkez, craniolateral'de yer alan merkezden daha uzundur. Ayrıca, proksimal kıkırdağın corpus ile temas halinde bulunan kısımlarında ince bir hat halinde girintili çıkıntılı kemikleşme alanı gözlenmiştir. Bu hat girintili çıkıntılı, pürüzlü bir görünüm sergilemektedir. Distal kıkırdak içerisinde, lateral condylus'da bir adet SM gözlemlenmiştir. Bu SM'nin de proksimal epifiz kıkırdağındaki sekonder merkezler gibi ince uzun ve dışbükey olduğu görülmüştür. Fakat, bu merkez hem daha derinde bulunmaktadır, hem de dışbükeyliğin yönü distal'e dönüktür. Ek olarak, bu merkezin cranial ucunun medial'e, caudal ucunun ise lateral'e uzanmakta, yani oblik bir yerleşimde olduğu görülmüştür. Kısacası birinci grup tavşanlarda humerus'un kemikleşme tablosunu, kemikleşmiş bir corpus'un ve ikisi proksimal epifizde biri distal epifizde olmak üzere sınırlı üç SM'nin oluşturduğu görülmüştür.

İkinci grupta (1 haftalık) humerus'un (Şekil 6) proksimalinde yer alan tek parça kıkırdak içerisinde konumlanan SM'lerinin büyüdüğü ve birer disk şeklini aldığı görülmüştür. Caudomedial'deki sekonder merkezin cranial'e doğru uzanan bir

boğum yaptığı belirlenmiştir. Distal kıkırdak içerisinde gözlenen sekonder merkezin de oldukça büyüdüğü ve her yönde yayıldığı gözlenmiştir. SM'nin trochlea şeklini aldığı belirlenmiştir. Bu SM'nin dışında ve distal kıkırdağın caudomedial'inde bir başka kemikleşme odağının da ortaya çıktığı görülmüştür. Bu ikinci OM birinci grup materyalde belirlenememiştir. İkinci grup tavşanlarda kemikleşmiş bir corpus'un yanında, ikisi proksimal epifizde ikisi de distal epifizde olmak üzere dört yaygın kemikleşme merkezinin bulunduğu görülmüştür.



Şekil 6. Bir haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'na ait humerus (dorsal'den ve palmar'dan görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.

1- Proksimal epifiz kıkırdağı içindeki iki SM. 2- Distal epifiz kıkırdağı içindeki iki SM.
3- Corpus humeri

Üçüncü (3 haftalık), dördüncü (6 haftalık) ve beşinci (10 haftalık) grupta humerus'un şeklini koruyarak büyüdüğü ve gelişimine devam ettiği saptanmıştır. Kemikğin büyümesi, kalınlaşma ve uçlara doğru uzama biçiminde gözlenmiştir.

Gelişimi ise her iki uçta yer alan dört SM'nin de genişleyerek yayılması şeklinde ortaya çıkmıştır. Dördüncü gruptaki humerus'ların distal ucundaki SM'lerden medial'de olanın şekli dikdörtgen prizmasını andırmaktadır. Beşinci grupta sekonder merkezler arasında ve corpus humeri ile aralarında sadece çizgi şeklinde bir epifiz kırıkdağı kaldığı gözlenmiştir.

Altıncı grupta (15 hafta) SM'lerin birbirlerine ve corpus humeri'ye kaynaşmış oldukları belirlenmiştir. Proksimal ve distal epifizde oldukça ince, koyu kırmızı bir hattın varlığı gözlenmiştir.

Yedinci (21 haftalık) ve sekizinci grup (24 haftalık) tavşanlarda humerus'ların eklem yüzlerinin, tuberculum majus ve tuberculum minus'un üzerlerindeki kırıkdağlar haricinde bütünüyle kemikleşmiş olduğu görülmüştür.

Dokuzuncu grup (28 hafta) tavşanların humerus'larında ise eklem yüzlerindeki kırıkdağ kısımlar haricinde hiçbir kırıkdağ yapı kalmamıştır.

3. 4. 2. Humerus'un Radyolojik Bulguları

Radyolojik incelemelerde corpus humeri'nin postnatal ilk günden başlayarak görülebilen bir kemikleşmeye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca caput humeri, tuberculum majus ve condylus lateralis'in de çok küçük olmakla birlikte fark edilen birer kemikleşmeye sahip olduğu gözlenmiştir. Condylus medialis ve epicondylus medialis'te ise ilk kemikleşme bir haftalık materyallerin röntgen filmlerinde tespit edilmiştir.

Humerus'un proksimal epifizi 28. haftada, distal epifizi ise 21. haftada kapanmış olarak görülmektedir. Humerus'un dokuz döneme ait röntgen görüntüleri şekil 20'de verilmiştir.

3. 4. 3. Humerus'un Dönemsel Ölçümleri

Birinci gruptaki (0 günlük) tavşanlarda corpus humeri'nin uzunluğunun ortalama 10 mm, genişliğinin ise (ölçüm uzunluğu ortasından yapılmıştır) ortalama 1.4 mm olduğu belirlenmiştir. Humerus'un proksimalindeki kıkırdakın ortalama büyüklüğü; eni (mediolateral) 4 mm, boyu (craniocaudal) 2 mm, yüksekliği 3.5 mm dir. Proksimal kıkırdak içerisindeki SM'lerden caudomedial'de bulunan merkez'in ortalama 1.25 mm, craniolateral'de yer alan ise ortalama 1 mm uzunluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Distal ucundaki kıkırdak kısmın ortalama 4.5 mm eninde (mediolateral), 2.4 mm boyunda (craniocaudal), 2.1 mm yüksekliğinde (dorsoventral) olduğu tespit edilmiştir. Distal kıkırdakta yer alan SM'nin uzunluğunun ortalama 1 mm olduğu belirlenmiştir.

İkinci grup (1 haftalık) tavşanlarda corpus humeri'nin uzunluğunun ortalama 19.3 mm, genişliğinin ise ortalama 2.4 mm olduğu belirlenmiştir. Humerus'un proksimal ucunun eni ortalama 5.6 mm olarak ölçülmüştür. Proksimal kıkırdak içerisindeki SM'lerden caudomedial'de bulunan merkez'in ortalama 3.5 mm, craniolateral'de yer alanın ise ortalama 3 mm çapta olduğu belirlenmiştir. Humerus'un distal ucunun ise ortalama 6.4 mm eninde olduğu tespit edilmiştir. Bu uç üzerinde, lateral'de yer alan SM'nin ortalama 3.3 mm eninde, 4.2 mm boyunda ve 2 mm kalınlığında olduğu belirlenmiştir. Medial'de beliren kemikleşme merkezi ise ortalama 1.8 mm çapında, disk benzeri bir şekilde görülmüştür.

Üçüncü gruba ait (3 haftalık) kemikleşmiş olan corpus humeri'nin ortalama 23.50 mm boyu, 3.26 mm eni olduğu tespit edilmiştir. Humerus'un proksimal ucunun eni ortalama 8.03 mm olarak ölçülmüştür. Proksimal kıkırdak içerisindeki SM'lerinden caudomedial'de bulunan merkez'in ortalama 5.56 mm, craniolateral'de yer alanın ise ortalama 4.24 mm çapa ulaştığı belirlenmiştir. Humerus'un distal ucunun eni ise ortalama 8.23 mm olarak ölçülmüştür. Bu uç üzerinde, lateral'de yer alan SM'nin 3 haftalık tavşanlarda ortalama 4.3 mm eninde, 5.57 mm boyunda ve

2.64 mm kalınlığında olduğu belirlenmiştir. Medial'deki kemikleşme merkezinin ise ortalama 2.09 mm çapında olduğu görülmüştür.

Dördüncü grup (6 haftalık) materyallerde corpus humeri'nin boyu ortalama 34.25 mm , eni ise 3.78 mm olarak tespit edilmiştir. Humerus'un proksimal ucunun eni ortalama 10.44 mm olarak ölçülmüştür. Proksimal kıkırdak içerisindeki SM'lerden caudomedial'de bulunan merkez'in ortalama 6.61 mm, craniolateral'de yer alanın ise ortalama 5.21 mm çapa ulaştığı belirlenmiştir. Humerus'un distal ucunun eni ise ortalama 8.64 mm 'dir. Distal uçtaki lateral SM'nin ortalama 5.94 mm eninde, 6.01 mm boyunda ve 3.16 mm kalınlığında olduğu belirlenmiştir. Medial'deki kemikleşme merkezinin ise ortalama 2.14 mm eninde ve 3.21 mm kalınlığında olduğu görülmüştür.

Beşinci grup (10 haftalık) materyallerde corpus humeri'nin boyu ortalama 52.85 mm, eni ise 4.60 mm olarak tespit edilmiştir. Humerus'un proksimal ucunun eni ortalama 12.05 mm olarak ölçülmüştür. Humerus'un distal ucunun eni ise ortalama 10.26 mm 'dir.

Altıncı grup (15 haftalık) materyallerde corpus humeri'nin ortalama 60.6 mm boyda ve 5.38 mm ende olduğu görülmüştür. Humerus'un proksimal ucunun ortalama 13.46 mm, distal ucunun ise ortalama 11.25 mm ene sahip olduğu belirlenmiştir.

Yedinci grup (21 haftalık) tavşanlarda corpus humeri'nin boyu ortalama 67.34, eni ise 5.4 mm olarak tespit edilmiştir. Tuberculum majus ve tuberculum minus üzerinde proximolateral'de ortalama 2 mm kalınlığında kıkırdak doku bulunmaktadır. Humerus'un proksimal ucunun eni ortalama 13.06 mm olarak ölçülmüştür. Humerus'un distal ucunun eni ise ortalama 11.62 mm dir.

Sekizinci grup (24 haftalık) materyal'de corpus humeri'nin boyu ortalama 69.67, eni ise 6.29 mm olarak tespit edilmiştir. Tuberculum majus ve tuberculum

minus üzerinde proximolateral'de ortalama 1 mm kalınlığında kıkırdak doku bulunmaktadır. Humerus'un proksimal ucunun eni ortalama 14.7 mm olarak ölçülmüştür. Humerus'un distal ucunun eni ise ortalama 11.98 mm dir.

Dokuzuncu grup (28 haftalık) materyallerde corpus humeri'nin boyu ortalama 70.79, eni ise 6.31 mm olarak tespit edilmiştir. Humerus'un proksimal ucunun eni ortalama 14.91 mm olarak saptanmıştır. Humerus'un distal ucunun eni ise ortalama 12.31 mm 'dir.

3. 5. Skeleton Antebrachii (Antebrachium – Ön Kol Kemikleri)

Radius ve ulna'nın, proksimalden ve distal'den eklemlenen, birbirinden bağımsız iki kemik olduğu görülmüştür. İncelenen yaş gruplarının hepsinde, ulna'nın radius'tan daha uzun ve güçlü olarak şekillendiği gözlenmiştir.

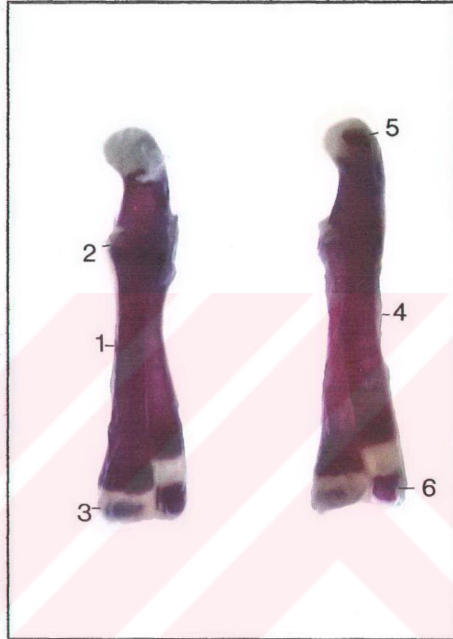
3. 5. 1. Radius (Ön Kol Kemiği)

3. 5. 1. 1. Radius'un Boyama Bulguları

İlk grubun boyamaları sonucunda, corpus radii'nin kemikleşmiş olduğu ve her iki ucunda gelişim kıkırdaklarının varlığı belirlenmiştir. Kemikleşmiş olan corpus silindirik ve uçlara doğru biraz kalınlaşmaktadır. Aynı zamanda radius'un caudal'e dönük hafif içbükey olduğu da dikkati çekmektedir. Proksimal ve distal uçlarda yer alan gelişim kıkırdakları içerisinde SM görülmemiştir.

İkinci gruba ait radius'larda (Şekil 7) corpus'un büyümesinin devam ettiği gözlenmiştir. Distal ve proksimal gelişim kıkırdakları içerisinde epifiz

kemikleşmesinin başladığı görülmüştür. Hem proksimal hem de distal uçta birer SM'nin varlığı belirlenmiştir.



Şekil 7. Bir haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'na ait skeleton antebrachii (cranial'den ve caudal'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x2.

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1- Corpus radii. | 4- Corpus ulna. |
| 2- Radius'un proksimal SM. | 5- Ulna'nın proksimal SM. |
| 3- Radius'un distal SM. | 6- Ulna'nın distal SM. |

Üçüncü grupta da corpus'un büyümesinin devam ettiği, proksimaldeki ve distal'deki SM'lerinin yayılarak geliştikleri gözlenmiştir.

Dördüncü grup radius'ların proksimal ve distal epifizide daralmış, proksimal SM'leri disk, distal'dekiler ise dikdörtgen prizması şeklini almıştır.

Beşinci grubun radius'larında hem proksimal hem de distal SM'leri corpus ile ince bir epifiz çizgisi aracılığıyla ayrılmış olarak gözlenmiştir.

Altıncı ve yedinci grubun radius'ları, SM'leri her iki uçta da corpus ile kaynaşmış ve birleşim yerinde koyu kırmızı renkte bir hat bulunan bir tablo ortaya koymuştur. Bu epifiz hatları dışarıdan ince ve sık bir oluk şeklinde görülmüştür. Eklem kıkırdaklarını da bu oluklar sınırlamaktadır.

Sekizinci ve dokuzuncu grup materyallerin radius'larının bütünüyle kemikleşmiş olduğu gözlenmiştir. Sekizinci gruba ait tavşanların radius'larında SM'nin kaynaşma çizgisi varlığını korumaktadır.

3. 5. 1. 2. Radius'un Radyolojik Bulguları

İncelenen röntgen filmlerinde corpus radii'nin postnatal ilk günden başlayarak görülebilen bir kemikleşmeye sahip olduğu, caput radii ve trochlea radii'de ise ilk kemikleşmenin bir haftalık'tan itibaren başladığı gözlenmiştir.

Radius'da proksimal epifizin ve distal epifizin 28. haftada kapanmış olduğu röntgen ile tespit edilmiştir. Skeleton manus'un dokuz gruba ait röntgen görüntüleri şekil 21'de verilmiştir.

3. 5. 1. 3. Radius'un Dönemsel Ölçümleri

İlk grupta corpus radii'nin kemikleşmiş olduğu ve her iki ucunda gelişim kıkırdaklarının varlığı saptanmıştır. Proksimal ve distal uçlarda SM görülmemiştir. Yeni doğmuş tavşanlarda radius'un kemikleşmiş diyafiz kısmının uzunluğu ortalama 9.03 mm olarak belirlenmiştir. Uzunluğu ortasından yapılan ölçümlerde eninin ortalama 0.84 mm olduğu tespit edilmiştir. Kemikleşmiş olan diyafizin distal ucunun

0.9 mm, proksimal ucunun ise 1.1 mm ortalama kalınlıkta olduğu belirlenmiştir. Diyafizin her iki ucunda bulunan gelişim kıkırdaklarının proksimalde dorsoventral kalınlığı ortalama 1.8 mm, distal’de ise 1.7 mm olarak tespit edilmiştir.

İkinci gruba ait radius’larda proksimal ve distal uçta birer SM’nin varlığı belirlenmiştir. Bu grupta radius’un diyafiz kısmının uzunluğu ortalama 16.94 mm olarak belirlenmiştir. Diyafizin, uzunluğu ortasında eni ortalama 1.55 mm ölçülmüştür. Radius’un distal ucunun 3 mm, proksimal ucunun ise 3.1 mm ortalama kalınlıkta olduğu belirlenmiştir. Diyafizin her iki ucunda bulunan gelişim kıkırdaklarının proksimalde ortalama 1.52 mm, distal’de ise 2.36 mm kalınlığa sahip oldukları görülmüştür. Proksimal gelişim kıkırdağı içerisinde 0.5 mm, distal gelişim kıkırdağı içerisinde ise 0.8 mm ortalama kalınlıkta SM’ler gözlenmiştir.

Üçüncü grup tavşanlarda radius’un diyafiz kısmının uzunluğu ortalama 22.32 mm olarak ölçülmüştür. Diyafizin eni ortalama 1.97 mm iken radius’un distal ucunun 4.32 mm, proksimal ucunun ise 4.15 mm ortalama kalınlıkta olduğu belirlenmiştir. Proksimaldeki gelişim kıkırdağının ortalama 1.93 mm, distal’dekinin ise 2.85 mm kalınlıkta oldukları görülmüştür. Bu dönemde proksimal gelişim kıkırdağı içerisindeki SM 0.66 mm, distal gelişim kıkırdağı içerisindeki ise 1.36 mm ortalama kalınlığa sahiptir.

Dördüncü grup materyallerde radius’un diyafizinin uzunluğu ortalama 32.87 mm olarak ölçülmüştür. Diyafizin eni ortalama 3.01 mm iken radius’un distal ucunun 4.32 mm, proksimal ucunun ise 4.15 mm ortalama eni olduğu belirlenmiştir. Proksimaldeki gelişim kıkırdağının ortalama 1.26 mm, distal’dekinin ise 2.38 mm kalınlıkta oldukları görülmüştür. Bu dönemde proksimal gelişim kıkırdağı içerisindeki SM 0.93 mm, distal gelişim kıkırdağı içerisindeki ise 1.67 mm ortalama kalınlığa sahiptir.

Beşinci grup tavşanlarda radius’un diyafizinin uzunluğu ortalama 45.21 mm olarak ölçülmüştür. Diyafizin eni ortalama 3.60 mm iken radius’un distal ucunun

6.25 mm, proksimal ucunun ise 4.61 mm ortalama eni olduğu belirlenmiştir. Proksimaldeki gelişim kıkırdığının ve içerisindeki SM ortalama 1.82 mm, distal'dekinin ise 2.50 mm kalınlıkta oldukları görülmüştür.

Altıncı grup materyallerde radius'un uzunluğu ortalama 64.39 mm, eni ise ortalama 4.48 mm olarak ölçülmüştür. Radius'un distal ucunun 6.65 mm, proksimal ucunun ise 6.93 mm ortalama eni olduğu görülür.

Yedinci grup materyallerin radius'larının boyu ortalama 66.14 mm, eni ise proksimal uçta 7.38 mm, distal uçta 6.78 mm ve uzunluğu ortasında 4.76 mm olarak ölçülmüştür.

Sekizinci grup tavşanlarda radius'un 66.28 mm boyu, 7.65 mm proksimal uçtaki eni, 6.94 mm distal uçtaki eni ve 4.46 mm uzunluğu ortasındaki eni olduğu belirlenmiştir.

Dokuzuncu grup tavşanların radius'unun ölçüleri, 67.34 mm boy, 7.9 mm proksimal uçtaki en, 7.24 mm distal uçtaki en ve 4.8 mm uzunluğu ortasındaki en olarak tespit edilmiştir.

3. 5. 2, Ulna (Dirsek kemiği)

3. 5. 2. 1. Ulna'nın Boyama Bulguları

Birinci grup tavşanlarda ulna'nın corpus'u kemikleşmiş olduğu halde extremitas proximalis'in ve extremitas distalis'in kıkırdak yapıda olduğu görülmüştür. Corpus ulna da corpus radii gibi uçlara doğru gittikçe kalınlaşmaktadır. Proksimal gelişim kıkırdığı üzerinde, olecranon, proc. anconeus ve incisura trochlearis benzeri girinti ve çıkıntıların varlığı tespit edilmiştir. Yapılan incelemelerde 0 günlük ulna'ların

proksimalde ve distal'de bulunan her iki gelişim kıkırdığı içerisinde de SM'ne rastlanılmamıştır.

İkinci grup, bir haftalık tavşanlarda da ulna'nın (Şekil 7) corpus'u her yönde büyümeye devam etmektedir. Corpus'un proksimalde incisura trochlearis'in ortalarına kadar kemikleştiği görülmüştür. Proc. anconeus ve olecranon'un, bu dönemde de mavi renkte boyandıkları ve kıkırdak yapıda oldukları gözlenmiştir. Fakat, proksimalde bulunan gelişim kıkırdığı içerisinde tuber olecrani'yi şekillendirecek olan SM kemikleşmeye başlamıştır. Distal'de de gelişim kıkırdığı içinde bir adet SM şekillendiği görülmüştür.

Üçüncü, dördüncü ve beşinci grup materyallerde ulna'ların diyafiz büyümesi devam ettiği ve olecranon'a kadar ulaştığı gözlenmiştir. Bu gruplarda ulna'nın proksimal ve distal gelişim kıkırdakları içerisindeki OM'leri yayılmış olarak görülmüştür. Beşinci grupta her iki SM de gelişim kıkırdığının tamamını doldurmuş, aynı zamanda diyafize de yaklaşarak kaynaşmak üzere olduğu belirlenmiştir.

Altıncı grup ulna'ların proksimal ve distal epifizi iyice daralmış ve bir çizgi haline gelmiştir.

Yedinci grubun ulna'larında SM'leri her iki uçta da corpus ile kaynaşmış ve birleşim yerinde koyu kırmızı renkte bir hat şekillenmiştir.

Sekizinci ve dokuzuncu grup materyallerde ulna'ların radius'lar gibi bütünüyle kemikleşmiş ve tek parça halinde olduğu gözlenmiştir. Sekizinci gruba ait ulna'ların SM'leriyle corpus'ların birleşim yerlerinde halen koyu renkli bir hattın bulunduğu gözlenmiştir.

3. 5. 2. 2. Ulna'nın Radyolojik Bulguları

Corpus ulna'nın doğumdan sonraki ilk günde bile net bir röntgen görüntüsüne sahip, kemikleşmiş bir PM olduğu belirlenmiştir. Tuber olecrani ve caput ulnae'da ise ilk kemikleşmenin varlığı bir haftalık tavşanlarda gözlenmiştir.

Ulna'nın proksimal ve distal epifizinin 28. haftada kapanmış olduğu, röntgen ile tespit edilmiştir. Ulna'nın dokuz gruba ait röntgen görüntüleri şekil 21'de verilmiştir.

3. 5. 2. 3. Ulna'nın Dönemsel Ölçümleri

Birinci grup materyallerin ulna'ları üzerinde yapılan ölçümlerin ortalaması alındığında; kemikleşmiş olan corpus'un uzunluğu 10.48 mm, uzunluğu ortasında kalınlığı ise 0.93 mm bulunmuştur. Ayrıca, corpus'un proksimal uçtaki kalınlığı 1.6 mm, distal ucunda ise 0.9 mm olarak tespit edilmiştir. Ulna'nın proksimal ucunda bulunan gelişim kıkırdağının uzunluğunun ortalama 3 mm olduğu gözlenmiştir. Distal uçtaki gelişim kıkırdağı ise ortalama 2 mm kadardır.

İkinci grup materyallerin ulna'larında ortalama corpus uzunluğu 20.69 mm, kalınlığı ise 1.8 mm bulunmuştur. Ayrıca, corpus'un proksimal uçtaki kalınlığı 3.9 mm, distal ucunda ise 2.8 mm olarak tespit edilmiştir. Ulna'nın proksimal ucunda bulunan gelişim kıkırdağının dorsoventral kalınlığı ortalama 2.3 mm olarak ölçülmüştür. Bu kıkırdak içerisinde ortalama 1.2 mm uzunluğa sahip, oval bir kemikleşme merkezinin varlığı belirlenmiştir. Distal uçtaki gelişim kıkırdağı ise ortalama 3.8 mm kadardır. Bu kıkırdak içerisinde ise 2.4 mm dorsoventral kalınlığı olan disk şeklinde bir SM görülmüştür.

Üçüncü grup materyallerde ulna'nın ortalama corpus uzunluğu 25.72 mm, kalınlığı ise 2.7 mm bulunmuştur. Ulna'nın proksimal ucunda bulunan gelişim

kıkırdağı içerisindeki kemikleşme merkezi genişlemiş ve ortalama 3.52 mm kalınlığa, 4.37 mm uzunluğa ulaşmıştır. Distal uçtaki gelişim kıkırdağı içerisindeki SM'nin ise 4.54 mm dorsoventral kalınlığı, 2.73 mm mediolateral genişliği olduğu saptanmıştır.

Dördüncü grup materyallerde corpus ulnae'nın uzunluğu 40.04 mm, kalınlığı da 3.43 mm olarak belirlenmiştir. Ulna'nın proksimal SM ortalama 4.05 mm kalınlığa, 4.5 mm uzunluğa sahiptir. Distal SM'nin ise 5.14 mm kalınlığı ve 3.5 mm genişliği olduğu belirlenmiştir.

Beşinci gruptaki tavşanlarda corpus ulnae'nın uzunluğu 56.19 mm, kalınlığı da 4.19 mm olarak belirlenmiştir. Ulna'nın proksimal SM ortalama 4.25 mm kalınlığa, 5.13 mm uzunluğa sahiptir. Distal SM'nin ise 6.6 mm kalınlığı ve 4 mm genişliği olduğu görülmüştür.

Altıncı grup materyallerde corpus ulnae'nın uzunluğu 75.83 mm, kalınlığı da 5.24 mm olarak belirlenmiştir. Yedinci grup 21 haftalık tavşanlarda corpus ulnae'nın uzunluğunun 78.13 mm, kalınlığının da 5.96 mm olduğu tespit edilmiştir. Sekizinci grup 24 haftalık materyallerin corpus ulnae'larının uzunluğu 79.81 mm, kalınlığı 6.59 mm olarak belirlenmiştir. Dokuzuncu grup 28 haftalık materyallerde corpus ulnae'nın uzunluğu 80.78 mm, kalınlığı ise 6.57 mm olarak belirlenmiştir.

3. 6. Skeleton Manus (Ön Ayak İskeleti)

Yeni Zelanda Tavşanı'nın ön ayak iskeleti'ni, ön ayak bilek kemikleri (9 adet), ön ayak tarak kemikleri (5 adet) ve ön ayak parmak (5adet) kemiklerinin oluşturduğu görülmüştür.

3. 6. 1. Ossa Carpi - Carpus (Ön Ayak Bilek Kemikleri)

İki sıra, toplam dokuz küçük kemikten oluştuğu belirlenmiştir. Proksimal sırada dört, distal sırada beş adet kemik olduğu görülmüştür.



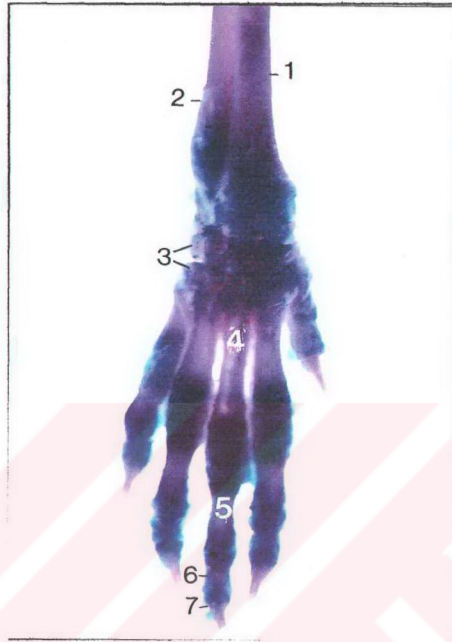
Şekil 8. Yeni doğmuş materyal'de sağ ön ekstremiteye ait skeleton manus (dorsal'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x9.

- 1- Radius'a ait PM
- 2- Ulna'ya ait PM
- 3- MC III'e ait PM

- 4- Php'e ait PM
- 5- Phm'ya ait PM
- 6- Phd'e ait PM

3. 6. 1. 1. Ossa Carpi'nin Boyama Bulguları

Birinci gruptaki materyalin bileğinde herhangi bir kemikleşme odağı (PM ve SM) görülememiştir (Şekil 8). Buna rağmen bölgede karpal kemiklere ait mavi renkte kıvrımdak taslakların varlığı gözlenmiştir.



Şekil 9. Altı haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'nda sağ ön ekstremiteye ait skeloton manus (dorsal'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x3.

- 1- Radius
- 2- Ulna
- 3- Ossa Carpi
- 4- MC III

- 5- Php
- 6- Phm
- 7- Phd

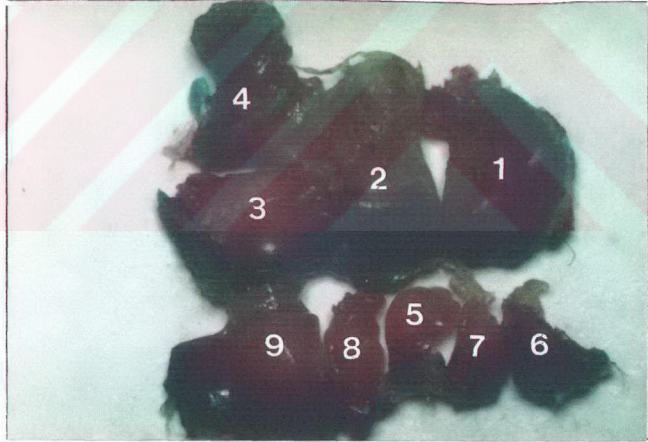
İkinci grubun bilek kemiklerine ait kırkırdak taslaklarının altı tanesinde oval ya da yuvarlak şekilli PM'lerin meydana geldiği gözlenmiştir. Proksimal sıradaki dört kırkırdak taslakta ve distal sıradaki taslakların ikisinde (OCL I ve OCL IV) kemikleşme şekillenmiştir. Ancak, distal sıradaki OCL II, OC centrale ve OCL III'te kemikleşmeye rastlanmamıştır.

Üçüncü grupta OC centrale hariç bilek kemiklerine ait kırkırdak taslaklarının tamamında kemikleşme odaklarının varlığı saptanmıştır. İkinci grupta kemikleşme gözlenmeyen fakat üçüncü grupta henüz kemikleşmeye başladıkları tespit edilen

OCL II ve OCL III'ün oldukça küçük ve noktasal OM'lerinin bulunduğu görülmüştür. Bu gruptaki tavşanlarda OC centrale'ye ait herhangi bir kemikleşme merkezi gözlenememiştir.

Dördüncü grup materyal'de, şimdiye kadarki dönemlerde kemikleşmeleri başlamış olan ossa carpi'de kemikleşmenin genişlediği ve büyüdüğü (Şekil 9) belirlenmiştir. Bu dönemdeki bilek iskeletinde OC centrale'nin de kemikleşmeye başladığı tespit edilmiştir. Dördüncü grup materyaldeki ossa carpi'nin proximal'den görünüşü şekil 10 'da verilmiştir.

Beşinci gruba ait materyallerde ossa carpi'nin dokuzunda da kemikleşme yayılmış ve kemikleşmiş olan kısımların üzerinde bir zar kadar ince kıkırdak dokunun bulunduğu gözlenmiştir. Bu ince kıkırdak dokunun kemiklerin uç ve kenar kısımlarında yer yer toplu iğne başı şeklinde kalınlaşmalar yaptığı da belirlenmiştir.



Şekil 10. Altı haftalık Yeni Zelanda Tavşanı'na ait ossa carpi (proksimalden görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x9.

- 1- OC radiale
- 2- OC intermedium
- 3- OC ulnare
- 4- OC accessorium
- 5- OC centrale

- 6- OCL I
- 7- OCL II
- 8- OCL III
- 9- OCL IV

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.

3. 6. 1. 2. Ossa Carpi'nin Radyolojik Bulguları

Postnatal ilk grupta gözlenmeyen ossa carpi, daha sonraki dönemlere ait röntgen filmlerinde farklı zamanlarda görülmüştür. OC radiale, OC intermedium, OC ulnare, OCL I ve OCL IV, bir haftalık materyallerin röntgen filmlerinde tespit edilmiştir. OC accessorium, OCL II ve III, ilk olarak üç haftalık tavşanlara ait röntgen filmlerinde belirlenmiştir. OC centrale ise ilk kez 6. haftada görülmüştür.

Ossa carpi'nin proksimal epifizi 21. – 24. haftada kapanmış olarak görüntülenmiştir. Distal epifiz ise 15. – 21. haftalarda kaybolmuştur. Ossa carpi'nin dokuz gruba ait röntgen görüntüleri şekil 21'de verilmiştir.

3. 6. 1. 3. Ossa Carpi'nin Dönemsel Ölçümleri

Yeni doğmuş materyalde ossa carpi'nin kıkırdak taslaklarının, ortalama 0.5 - 1 mm arasında değişen kenar uzunluklarına sahip kübik yapılar olduğu belirlenmiştir.

İkinci grupta OC radiale'nin kıkırdak taslağının ortalama 0.9 mm kalınlıkta (proximodistal) ve 1.7 mm genişlikte (mediolateral) olduğu belirlenmiştir. İçerisinde ortalama 0.4 mm çapında bir kemikleşme merkezi bulunduğu görülmüştür. OC intermedium'un kalınlığı 1.5 mm, genişliği ise 2 mm olarak tespit edilmiştir. Bunun içerisinde 0.8 mm çapında bir PM şekillendiği saptanmıştır. OC ulnare'nin 1.2 mm kalınlığında, 2.5 mm genişliğinde ve kemikleşen kısmın şeklinin oval olduğu

görülmüştür. PM'nin kısa ekseninin 1 mm, uzun ekseninin ise 1.6 mm uzunluğunda olduğu belirlenmiştir. OC accessorium'un kalınlığı ortalama 2 mm ve genişliği 1.58 mm olarak ölçülmüştür. Bu kıkırdak taslağın içerisinde ortalama 0.4 mm çapında bir kemikleşme merkezi bulunduğu görülmüştür. OCL I 1,43 mm kalınlığa sahip bir kıkırdak taslak ve içerisinde 0.8 mm kalınlıkta, üçgen şeklindeki bir kemikleşme merkezinden oluşur. OCL II, OC centrale ve OCL III ossifiye olmamışken OCL IV, 0.7 x 1.1 mm ölçülerde kemikleşmiş 1.2 mm kalınlığında, 2.3 mm genişliğinde kıkırdak bir taslak göstermektedir.

Üçüncü grupta OC radiale'nin kıkırdak taslağı içerisinde ortalama 1.55 mm genişlikte, 2.05 mm uzunlukta ve 0.85 mm kalınlıkta bir kemikleşme merkezi bulunduğu görülmüştür. OC intermedium'un PM'nin genişliği 1.33 mm, uzunluğu 1.78 mm ve kalınlığı 1 mm olarak tespit edilmiştir. OC ulnare'nin 2.4 mm genişliğinde, 1.95 mm uzunluğunda ve 0.73 mm kalınlığında kemikleşmiş olduğu görülmüştür. OC accessorium'un genişliği 1.86 mm, uzunluğu 1.81 mm ve kalınlığı ortalama 1.67 mm olan bir kemikleşmiş yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Bu dönemde kemikleşmiş olan OCL I'in gövdesi 1.3 mm uzunluğa, 1.3 mm genişliğe ve 1,25 mm kalınlığa sahiptir. OCL II ve OCL III'te 0.4 mm çapında küresel kemikleşmiş alan gözlenmiştir. OC centrale ise 0.77 mm çapında ossifiye gövdeye sahiptir. OCL IV'ün 2.3 mm genişliğinde, 1.9 mm uzunluğunda ve 0.94 mm kalınlığında kemikleşmiş olduğu görülmüştür. Aynı dönemde OC ulnare ve OCL IV'ün kemikleşmiş gövdelerinin lateral kenarlarından lateral'e doğru uzanan ortalama 1 mm'lik birer kıkırdak uzantıya sahip oldukları gözlenmiştir.

Dördüncü grupta OC radiale'nin taslağı içinde ortalama 2.41 mm genişlikte, 3.74 mm uzunlukta ve 1.65 mm kalınlıkta bir kemikleşme merkezi bulunduğu görülmüştür. OC intermedium'un PM'nin genişliği 2.56 mm, uzunluğu 3.66 mm ve kalınlığı 1.67 mm olarak tespit edilmiştir. OC ulnare'nin 4.37 mm genişliğinde, 2.53 mm uzunluğunda ve 2.35 mm kalınlığında kemikleşmiş olduğu görülmüştür. OC accessorium'un genişliği 2.26 mm, uzunluğu 2.12 mm ve kalınlığı ortalama 2.25 mm olan kemikleşmiş bir yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. OCL I'in gövdesi 2.38 mm uzunluğa, 2.23 mm genişliğe ve 2.23 mm kalınlığa sahiptir. OCL II'nin 0.94 mm

kalınlığa, 1.3 mm genifliğe ve 2.68 mm uzunluğa sahip olduğu belirlenmiştir. OCL III'te ise 1.16 mm çapında küresel bir kemikleşme alanı gözlenmiştir. OC centrale 1.4 mm çapında ossifiye gövdeye sahiptir. OCL IV'ün ise 4.28 mm genifliğinde, 3.11 mm uzunluğunda ve 2.09 mm kalınlığında kemikleşmiş olduğu grlmştir.

Beşinci grupta ossa carpi'nin dorsopalmar uzunlukları 3,5 – 4 mm arasında değişmektedir. OC radiale'nin genifliği ortalama 2.6 mm, kalınlığı ise 1.87 mm olarak belirlenmiştir. OC intermedium'un genifliği 2.80 mm, kalınlığı 2.3 mm olarak tespit edilmiştir. OC ulnare'nin 4.59 mm genifliğinde, 2.72 mm kalınlığında olduğu grlmştir. OC accessorium'un genifliğinin 2.36 mm, kalınlığının ise ortalama 2.61 mm olduğu gözlenmiştir. OCL I'in ortalama 2.35 mm genifliğe ve kalınlığa sahip olduğu grlmştir. OCL II'nin 1.27 mm kalınlığa ve 1.21 mm genifliğe sahip olduğu belirlenmiştir. OCL III ise 1.29 mm çapında kemikleşmiş olarak gözlenmiştir. OC centrale 1.94 mm çapında ossifiye gövdeye sahip bir disk şeklini almıştır. OCL IV'ün ise 5.12 mm genifliğinde ve 2.85 mm kalınlığında kemikleşmiş yapıyla en gelişmiş bilek kemiği olduğu grlmştir.

Altıncı grupta ossa carpi'nin dorsopalmar uzunlukları 4 – 4.5 mm arasında değişmektedir. OC radiale'nin genifliği ortalama 3.32 mm, kalınlığı ise 2.43 mm olarak belirlenmiştir. OC intermedium'un genifliği 3.1 mm, kalınlığı 2.58 mm olarak tespit edilmiştir. OC ulnare'nin 5.39 mm genifliğinde, 2.82 mm kalınlığında olduğu grlmştir. OC accessorium'un genifliğinin 2.6 mm, kalınlığının ise ortalama 3.65 mm olduğu gözlenmiştir. OCL I'in ortalama 2.63 mm genifliğe ve kalınlığa sahip olduğu grlmştir. OCL II'nin 1.46 mm kalınlığa ve 1.42 mm genifliğe sahip olduğu belirlenmiştir. OCL III ise 2.09 mm çapında kemikleşmiş olarak gözlenmiştir. OC centrale 2.25 mm çapında ossifiye gövdeye sahip bir disk şeklini almıştır. OCL IV'ün ise 6.54 mm genifliğinde ve 2.9 mm kalınlığında kemikleşmiş yapıyla en gelişmiş bilek kemiği olduğu grlmştir.

Yedinci gruba ait materyallerde de ossa carpi'nin dorsopalmar uzunlukları 4 – 4.5 mm arasında değişmektedir. OC radiale'nin genifliği 3.86 mm, kalınlığı ise

2.17 mm olarak belirlenmiştir. OC intermedium'un genişliği 3.1 mm, kalınlığı 2.48 mm olarak tespit edilmiştir. OC ulnare'nin 4.85 mm genişliğinde, 2.84 mm kalınlığında olduğu görülmüştür. OC accessorium'un genişliğinin 2.78 mm, kalınlığının ise ortalama 3.86 mm olduğu gözlenmiştir. OCL I'in ortalama 2.74 mm genişliğe ve 2.9 mm kalınlığa sahip olduğu görülmüştür. OCL II'nin 1.52 mm kalınlığa ve 1.58 mm genişliğe sahip olduğu belirlenmiştir. OCL III ise 2.49 mm çapında kemikleşmiş olarak gözlenmiştir. OC centrale 2.92 mm çapında ossifiye gövdeye sahip bir disk şeklini almıştır. OCL IV'ün ise 5.88 mm genişliğinde ve 3.03 mm kalınlığında kemikleşmiş yapısıyla bu grubun da en gelişmiş üyesi olduğu görülmüştür.

Sekizinci grupta ossa carpi'nin dorsopalmar uzunlukları 4.5 - 5 mm arasında değişmektedir. OC radiale'nin genişliği 4.64 mm, kalınlığı ise 2.4 mm olarak belirlenmiştir. OC intermedium'un genişliği 3.16 mm, kalınlığı 2.81 mm olarak tespit edilmiştir. OC ulnare'nin 4.99 mm genişliğinde, 3.11 mm kalınlığında olduğu görülmüştür. OC accessorium'un genişliğinin 2.9 mm, kalınlığının ise ortalama 4.2 mm olduğu gözlenmiştir. OCL I'in ortalama 2.8 mm genişliğe ve 2.95 mm kalınlığa sahip olduğu görülmüştür. OCL II'nin 1.67 mm kalınlığa ve 1.82 mm genişliğe sahip olduğu belirlenmiştir. OCL III ise 2.49 mm çapında kemikleşmiş olarak gözlenmiştir. OC centrale 3 mm çapa sahiptir. OCL IV'ün ise 6.12 mm genişliğinde ve 3.06 mm kalınlığında kemikleşmiş yapısıyla bu grubun da en gelişmiş üyesi olduğu görülmüştür.

Dokuzuncu (28 haftalık) grupta ossa carpi'nin sekizinci grupta olduğu gibi dorsopalmar uzunlukları 4.5 - 5 mm arasında değişmektedir. OC radiale'nin genişliği 4.7 mm, kalınlığı ise 2.52 mm olarak belirlenmiştir. OC intermedium'un genişliği 3.19 mm, kalınlığı 2.93 mm olarak tespit edilmiştir. OC ulnare'nin 5.1 mm genişliğinde, 3.25 mm kalınlığında olduğu görülmüştür. OC accessorium'un genişliğinin 3.3 mm, kalınlığının ise ortalama 4.43 mm olduğu gözlenmiştir. OCL I'in ortalama 2.9 mm genişliğe ve 2.96 mm kalınlığa sahip olduğu görülmüştür. OCL II'nin 1.70 mm kalınlığa ve 1.85 mm genişliğe sahip olduğu belirlenmiştir. OCL III

ise 2.66 mm çapında kemikleşmiş olarak gözlenmiştir. OC centrale 3 mm çapındadır. OCL IV'ün ise 6.11 mm genişliğinde ve 3.02 mm kalınlığında olduğu görülmüştür.

3. 6. 2. Ossa Metacarpalia (I - V) - Metacarpus (Ön ayak tarak kemikleri)

Tavşanda ossa metacarpalia'nın beş adet silindirik kemikten oluştuğu görülmüştür. İçlerinden boyu en kısa olanın MC I, en uzun olanın ise MC III olduğu tespit edilmiştir.

3. 6. 2. 1. Ossa Metacarpalia (I - V)'nın Boyama Bulguları

Birinci gruba ait 16 ön ekstremitte üzerinde yapılan boyamalarda, tavşanın ossa metacarpalia'sında diyafizlerin kemikleşmeye başlamış oldukları belirlenmiştir (Şekil 8). Bu kemiklere ait kırkırdak taslakların hepsinde, uzunluğu ortasında ve her birinde farklı düzeyde kemikleşmeler gözlenmiştir. Kemikleşme en çok MC III'te şekillenirken, MC II, MC IV, MC V 'te kemikleşmenin düzeyi giderek azalmaktadır. MC I ise nokta tarzındaki kemik diyafizi ile kemikleşmenin en az olduğu metakarpal kemiktir.

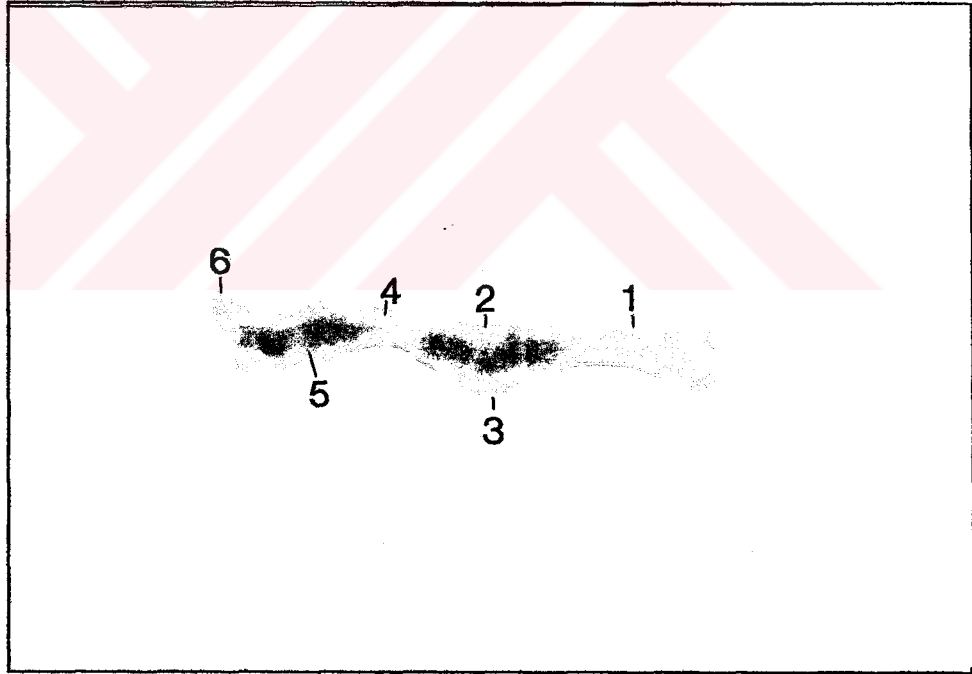
İkinci grupta bulunan metakarpus'ların büyümeleri ve gelişimleri devam etmektedir. En gelişmiş olan MC III olarak görülmüştür. Ossa metacarpalia'nın distal gelişim kırkırdakları içerisinde SM'leri kemikleşmeye başlamıştır.

Üçüncü grup metakarpus'ların uzunlukları ve kalınlıkları artarken distal'deki PM'lerinin de büyüdüğü görülmüştür. Metakarpal kemiklerin proksimal uçlarında, kenarlarda (kalınlaşan) distal'e doğru uzanan, merkezde ince olan epifiz kırkırdaklarının yer alması dikkat çekmektedir.

Dördüncü grup materyalde metakarpus'ların (Şekil 9) proksimal uçlarının her iki kenarında kıkırdak dokunun bulunduğu gözlenmiştir. Distal'deki SM'leri bir yandan diafiz'lere doğru yaklaşmış, diğer taraftan eklem yüzlerini şekillendirmiştir.

Beşinci grup tavşanlara ait metakarpus'larda proksimal uçların bütünüyle kemikleştiği görülmüştür. Distal uçlarda ise, PM ve SM'lerin ince bir epifiz plağı ile birbirinden ayrıldığı belirlenmiştir.

Altıncı grup metakarpus'larda proksimal uçların sonradan kemikleşen kısımları hem komşuluk ettikleri diğer metakarpallerle birbirine uyan girinti ve çıkıntılara dönüşmüş hem de kas yapışmalarına yarayan pürüzlü bölgeler oluşturmuştur. Distal uçlarda kıkırdak yapıdaki epifiz plağının çok daralmış olduğu ve çizgi şeklinde koyu kırmızı renkli bir hattın bulunduğu görülmüştür.



Şekil 11. Altı haftalık materyale ait MC III ve üçüncü parmağın kemikleri (lateral'den görünüş). Alizarin red-S ve alcian blue. x3.

- 1- MC III'ün diyafizi
- 2- MC III'ün distal epifiz
- 3- Os sesamoideun proximale

- 4- Php
- 5- Phm
- 6- Phd

Yedinci, sekizinci ve dokuzuncu gruba ait metakarpus'larda epifizler gözlenemezken, kemikleşmenin büyüme şeklinde devam ettiği tespit edilmiştir.

3. 6. 2. 2. Ossa Metacarpalia (I - V)'nın Radyolojik Bulguları

Ossa metacarpalia, röntgen filmlerinde bir haftalıktan itibaren görülmüştür. Ossa metacarpalia'nın proksimal epifizleri 10. – 15. haftalar arasında kapanmış, distal epifizleri ise 15. – 21. haftalarda alınan röntgen filmlerinde gözlenmemiştir. Ossa metacarpalia'nın dokuz gruba ait röntgen görüntüleri şekil 21'de verilmiştir.

3. 6. 2. 3. Ossa Metacarpalia (I - V)'nın Dönemsel Ölçümleri

Yeni doğmuş (0 günlük) tavşanların ilk gün sahip oldukları ossa metacarpalia'ya ait ölçüm sonucunda kemikleşmiş kısımların ebatları ortaya konmuştur. MC I'in eni ortalama 0.5 mm, boyu ortalama 0.4 mm olarak belirlenmiştir. MC II'nin eninin ortalama 1.1 mm, boyunun ortalama 1.6 mm olduğu tespit edilmiştir. MC III'ün eni ortalama 1.2 mm, boyu ortalama 1.7 mm olarak belirlenmiştir. MC IV'ün eni ortalama 1 mm, boyu ortalama 1.2 mm olarak ölçülmüştür. MC V'in ise eni ortalama 0.7 mm iken boyunun ortalama 0.6 mm olduğu görülmüştür.

Bir haftalık materyallerde MC I 'e ait kemikleşmiş kısmın uzunluğu (proximodistal) 2mm iken, MC II 5.3 mm, MC IV 4mm, MC V 2.1 mm uzunluğunda ölçülmüştür. MC III ise ortalama 6 mm lik ossifiye uzunluğuyla bu döneme ait metakarpal kemiklerin de en fazla kemikleşmiş olanıdır. Metakarpal kemiklerin mediolateral genişliklerinin ortalama 1.3 mm olduğu belirlenmiştir. Bir haftalık bu döneme ait metakarpal kemiklerin distal gelişim kıkırdaklarının içlerinde ortalama 0.4 mm proximodistal kalınlığı, 1mm mediolateral genişliği olan SM'ler gözlenmiştir.

Üç haftalık tavşanlarda MC I'in boyu ortalama 2.8 mm iken, MC II 6.4 mm, MC III 7.62 mm, MC IV 5.95 mm, MC V 3 mm uzunluğundadır. Metakarpal kemiklerin mediolateral genişliklerinin ortalama 1.6 mm olduğu belirlenmiştir. Bu döneme ait metakarpal kemiklerin distal gelişim kıkırdaklarında bulunan SM'leri ortalama 1.3 mm proximodistal kalınlığa, 1.5 mm mediolateral genişliğe ulaşmıştır.

Altı haftalık materyallerde MC I'in boyu ortalama 3.28 mm, MC II 7.05 mm, MC III 10.38 mm, os metacarpela IV 9.03 mm, MC V 4.71 mm olarak belirlenmiştir. Bu grupta metakarpal kemiklerin mediolateral genişliklerinin ortalama 1.9 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu döneme ait metakarpal kemiklerin distal gelişim kıkırdaklarında bulunan SM'leri ortalama 2.24 mm proximodistal kalınlığa, 2.43 mm mediolateral genişliğe ulaşmıştır.

On haftalık tavşanlarda MC I'in boyu ortalama 4.66 mm iken, MC II 15.12 mm, MC III 17.31 mm, MC IV 14.1 mm, MC V 8.67 mm uzunluğundadır. Metakarpal kemiklerin mediolateral genişliklerinin ortalama 2.35 mm olduğu belirlenmiştir. Bu ve bundan sonraki döneme ait metakarpal kemiklerin boyu proksimal uçtan distal uca, bir bütün olarak ölçülmüştür.

Onbeş haftalık gruptaki tavşanlarda MC I'in boyu ortalama 4.81 mm, MC II 17.49 mm, MC III 20.95 mm, MC IV 16.40 mm, MC V 10.79 mm uzunluğundadır. Metakarpal kemiklerin mediolateral genişliklerinin ortalama 2.53 mm olduğu belirlenmiştir.

Yirmibir haftalık materyallerde MC I'in boyu ortalama 4.9 mm iken, MC II 17.53 mm, MC III 21.02 mm, MC IV 17.1 mm, MC V 11.24 mm uzunluğundadır. Bu döneme ait metakarpal kemiklerin mediolateral genişliklerinin ortalama 2.8 mm olduğu belirlenmiştir.

Yirmidört haftalık tavşanlarda MC I'in boyu ortalama 5.32 mm, MC II 19.38 mm, MC III 22.17 mm, MC IV 17.49 mm, MC V 12.04 mm uzunluğundadır. Bu

grupta metakarpal kemiklerin mediolateral genişliklerinin ortalama 2.98 mm olduğu belirlenmiştir.

Yirmisekiz haftalık materyallerde MC I'in boyu ortalama 6.13 mm iken, MC II 20.5 mm, MC III 23.68 mm, MC IV 19.2 mm, MC V 13.35 mm uzunluğundadır. Bu döneme ait metakarpal kemiklerin mediolateral genişliklerinin ortalama 3.12 mm olduğu belirlenmiştir.

3. 6. 3. Ossa Digitorum Manus (Ön Ayak Parmak Kemikleri)

Yeni Zelanda Tavşanı'nın ön ayağında beş adet parmak olduğu ve bu parmakların birincisi hariç üçer adet phalanx'tan oluştuğu gözlenmiştir. Birinci parmakta ise iki phalanx'ın varlığı saptanmıştır.

3. 6. 3. 1. Ossa Digitorum Manus'un Boyama Bulguları

Yapılan boyamalar sonucunda, birinci grupta (Şekil 8) Php'lerin kıkırdak taslaklarında distal kısımların kemikleşmiş olduğu ve bu kemikleşmenin, taslakların uzunluğunun yarısına kadar ulaştığı gözlenmiştir. Birinci parmak hariç diğer dört parmakta, Phm'lara ait taslaklar üzerinde ve distal uçta birer kemikleşme odağı olduğu belirlenmiştir. Birinci parmakta Phm'ya ait kıkırdak bir taslak ya da kemikleşmiş bir yapı gözlenmemiştir. Phd'lerin ise ilk grupta kemikleşmiş olduğu görülmüştür.

İkinci grup tavşanlarda phalanx'ların PM'lerinde kemikleşme devam ettiği ve distal uca daha yakın olduğu görülmüştür. Bu döneme ait phalanx'ların Phd'ler hariç, proksimal gelişim kıkırdaklarının içerisinde kemikleşmeye başlamış birer nokta dikkati çekmektedir. Bunlar proksimalde yer alan SM'lerdir.

Üçüncü grup, üç haftalık tavşanların phalanx'ların da proksimalde bir gelişim kıkırdığı ve onun içerisinde bir adet SM bulunduğu gözlenmiştir.

Dördüncü grup, altı haftalık materyallerin parmak kemiklerinde (Şekil 9) proksimal SM'ler disk şeklini almış, PM ile yakınlaşmış ve proksimalleri iç bükey olarak görülmüştür.

Beşinci grup, on haftalık tavşanlarda phalanx'ların çizgi şeklindeki bir kıkırdak doku ile ayrılmış PM ve SM'lerinin büyümeye devam ettikleri gözlenmiştir.

Altıncı grup, onbeş haftalık materyallerin phalanx'ları bir bütün halinde ve kemikleşmiş olarak görülmüştür. Epifiz plağının yerinde koyu kırmızı renkte bir çizginin varlığı gözlenmektedir.

Yedinci, sekizinci ve dokuzuncu grup'larda phalanx'ların epifiz çizgisinin de ortadan kalktığı, kemikleşmenin uzama ve kalınlaşma şeklinde devam ettiği belirlenmiştir.

3. 6. 3. 2. Ossa Digitorum Manus'un Radyolojik Bulguları

Php ve Phm ilk kez bir haftalık materyallerde görüntülenmiştir. Phd'ler radyolojik olarak doğumdan itibaren görülebilir durumdadır. Ossa digitorum manus'un dokuz gruba ait röntgen görüntüleri şekil 21'de verilmiştir.

3. 6. 3. 3. Ossa Digitorum Manus'un Dönemsel Ölçümleri

Yeni doğmuş materyal üzerinde yapılan ölçümlerde Php'lerin ortalama 0.7 mm uzunlukta oldukları görülmüştür. Phm'lar 0.3 mm, Phd'ler ise ortalama 0.9 mm

uzunluğunda kemikleşmiş yapılar olarak gözlenmiştir. Php'lerin ortalama 0.4 mm'lik, Phm'ların ortalama 0.3 mm'lik ve Phd'lerin de ortalama 0.5 mm'lik proksimal gelişim kıkırdığına sahip oldukları tespit edilmiştir.

İkinci gruba ait, bir haftalık materyal üzerinde yapılan ölçümlerde Php'lerin ortalama 2.1 mm, Phm'ların 0.95 mm, Phd'lerin ise ortalama 1.75 mm uzunlukta oldukları görülmüştür.

Üçüncü gruba ait materyal üzerinde yapılan ölçümlerde Php'ler ortalama 3.5 mm, Phm'lar 2.02 mm, Phd'ler ise ortalama 1.9 mm uzunlukta kemikleşmiş yapılar olarak gözlenmiştir. Php'lerin ortalama 0.74 mm, Phm'ların ortalama 0.61 mm ve Phd'lerin ortalama 0.49 mm kalınlıkta proksimal gelişim kıkırdığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Proksimal gelişim kıkırdakları içerisinde bu dönemde, Php'lerin ortalama 0.52 mm, Phm'ların ortalama 0.45 mm kalınlıkta ve Phd'lerin ise nokta tarzında SM'lerine sahip oldukları görülmüştür.

Dördüncü grup materyal üzerinde yapılan ölçümlerde Php'lerin ortalama 6.67 mm uzunlukta oldukları görülmüştür. Phm'lar 3.04 mm, Phd'ler ise ortalama 4.39 mm uzunluğunda kemikleşmiş yapılar olarak gözlenmiştir. Php'lerin ortalama 1.93 mm, Phm'ların ortalama 1.75 mm ve Phd'lerin ortalama 1.27 mm kalınlığa sahip oldukları tespit edilmiştir.

Beşinci grup tavşanların Php'lerinin ortalama 8.42 mm uzunlukta oldukları görülmüştür. Phd'lerinin ortalama 5.73 mm, Phm'lar ise 4.15 mm uzunluğunda kemikleşmiş yapılar olarak gözlenmiştir. Php'lerin ortalama 2.31 mm, Phm'ların ortalama 2.15 mm ve Phd'lerin ortalama 1.96 mm kalınlıkta oldukları tespit edilmiştir.

Altıncı grup materyallerin Phd'lerinin ortalama 6.18 mm uzunlukta oldukları görülmüştür. Phm'lar 4.65 mm, Php'ler de ortalama 9.22 mm uzunluğunda kemikleşmiş yapılar olarak gözlenmiştir. Php'lerin ortalama 2.59 mm, Phm'ların

ortalama 2.57 mm ve Phd'lerin ortalama 2.06 mm kalınlığa sahip oldukları tespit edilmiştir.

Yedinci grup tavşanlarda Php'lerin ortalama 10.34 mm uzunlukta oldukları görülmüştür. Phm'lar 5.37 mm, Phd'ler ortalama 6.43 mm uzunluğunda kemikleşmiş yapılar olarak gözlenmiştir. Php'lerin ortalama 2.65 mm, Phm'ların ortalama 2.6 mm ve Phd'lerin ortalama 2.49 mm kalınlıkta oldukları tespit edilmiştir.

Sekizinci grup materyallerde Php'ler 10.92 mm, Phm'lar 6.53 mm, Phd'ler ise ortalama 7.96 mm uzunluğunda kemikleşmiş yapılar olarak gözlenmiştir. Php'lerin ortalama 2.7 mm, Phm'ların ortalama 2.74 mm ve Phd'lerin ortalama 2.56 mm kalınlıkta oldukları tespit edilmiştir.

Dokuzuncu gruba ait tavşanlarda Php'lerin ortalama 11.4 mm uzunlukta oldukları görülmüştür. Phm'lar 7.45 mm, Phd'ler ortalama 8.29 mm uzunluğunda kemikleşmiş yapılar olarak gözlenmiştir. Php'lerin ortalama 2.81 mm, Phm'ların ortalama 2.83 mm ve Phd'lerin ortalama 2.76 mm kalınlıkta oldukları tespit edilmiştir.

3. 7. Ön Ekstremitede Bulunan Susam Kemikleri (Ossa Sesamoidea)

3. 7. 1. Ossa Sesamoidea'nın Boyama Bulguları

Yeni doğmuş materyallerin ön bacaklarında, susam kemiği ya da bu kemiklere ait kıkırdak bir taslağa rastlanamamıştır.

İkinci gruptaki materyallerin ön ekstremitelerinde de susam kemiklerine ait herhangi bir kemikleşme ya da kıkırdak yapı gözlenmemiştir.

Üçüncü grup ve daha sonraki dönemlerde articulatio metacarpophalangea ve articulatio interphalangea distalis'in palmar'ında ve giderek büyüyen susam kemikleri görülmüştür.

3. 7. 2. Ossa Sesamioidea'nın Radyolojik Bulguları

Yeni doğmuş ve bir haftalık materyallerin ön bacaklarında susam kemikleri radyolojik olarak gözlenmemiştir.

Susam kemikleri ilk kez üçüncü grupta bulunan materyallerin, articulatio metacarpophalangea ve articulatio interphalangea'nın palmar'ında, noktasal yapılar şeklinde görüntülenmiştir.

3. 7. 3. Ossa Sesamoidea'nın Dönemsel Ölçümleri

İlk iki grupta, susam kemikleri adına ölçülebilir bir yapı bulunamamıştır. Üçüncü grupta bulunan materyallerin articulatio metacarpophalangea'sının palmar yüzünde ortalama 0.4 mm çapında kıkırdak yapılar gözlenmiştir. Bu yapılardan bu dönemde articulatio interphalangea distalis'in palmar'inde de bulunmaktadır.

Dördüncü grupta bulunan materyallerin articulatio metacarpophalangea'sının palmar yüzünde ortalama 1.9 mm çapında, oval, iki adet kemikleşmiş yapı gözlenmiştir. Bu yapıdan ortalama 1 mm uzunluğunda birer adet de articulatio interphalangea distalis'in palmar'inde görülmüştür.

Beşinci grup materyallerin articulatio metacarpophalangea'sındaki iki susam kemiğinin ortalama 2.5 mm çapa ulaştığı gözlenmiştir. Bu dönemde articulatio interphalangea distalis'teki susam kemiğinin de 1.25 mm uzunluğa ulaştığı saptanmıştır.

Altıncı grupta bulunan materyallerin articulatio metacarpophalangea'sının palmar yüzündeki susam kemiklerinin uzunluğu ortalama 2.7 mm olarak tespit edilmiştir. Articulatio interphalangea distalis'teki susam kemiğinin 1.45 mm uzunlukta olduğu belirlenmiştir.

Articulatio metacarpophalangea'nın palmar yüzündeki susam kemiklerinin ortalama uzunluğu yedinci grupta 3.2 mm, sekizinci grupta 3.6 mm ve dokuzuncu grupta 4 mm olarak ölçülmüştür. Bu dönemlerde articulatio interphalangea distalis'teki susam kemiği sırasıyla 1.64 mm, 2 mm ve 2.3 mm uzunluğa sahip bulunmuştur.

3. 8. Ön Ekstremitte Gelişiminin Değerlendirilmesi

Ön ekstremitte 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 kemiklerde ölçülerin dönemlere, sağ ve sol bacaklara göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılaştığı ($p < 0.09$), sağ bacadaki kemiklerin ölçülerinin sol bacadakilerden daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

Ossa carpi ve os coracoides 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 dönemde gelişim hızı azalmıştır. Postnatal 28. haftadan sonra ön ekstremitede kemiksel gelişimin sona erdiği saptanmıştır.

Ön ekstremitteye ait ölçüm sonuçlarının ortalama değerleri çizelge 2'de, gelişim grafikleri şekil 12,13,14,15,16'da gösterilmiştir.

Scapula, humerus, antebrachium'un (Şekil 17) ve skeleton manus'un (Şekil 18) gelişimleri şematize edilerek sunulmuştur.

Ön ekstremitte kemiklerinin OM'lerinin boyama ve röntgen ile ilk görünme zamanları çizelge 3'de verilmiştir. Ön ekstremitte kemiklerinin epifiz plaklarının kapanma zamanları çizelge 4'de belirtilmiştir.

Scapula'ya ait dokuz dönemi kapsayan röntgen filmleri şekil 19'da, humerus'a ait röntgen filmleri şekil 20'de, skeleton manus'a ait röntgen filmleri de şekil 21'de gösterilmiştir. Ön ekstremitenin bütün kemiklerini kapsayan, 0. - 28. haftalar arası periyodik röntgen görüntüleri ise şekil 22'de verilmiştir.



Çizelge 2. Ön ekstremité kemiklerine ait dokuz grupta sağ ve sol bacaklardan alınan en, boy ve kalınlıklar.

SC.scapula, CL.clavicula, HU.humerus, RA.radius, UL.ulna, MCII.os metacarpale II, PHD.phalanx distalis. Çizelgede verilen rakamların herbiri 8 (n=8) adet materyalden alınan ölçümlerin ortalama (mean) değerleridir.

SE<0.09

Grup:			1	2	3	4	5	6	7	8	9
S C	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
C L	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
H U	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
R A	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
U L	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
M C I I	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
P H D	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

Çizelge 3. Ön ekstremité kemiklerinin kemikleşme merkezlerinin röntgende ilk görünme zamanları.

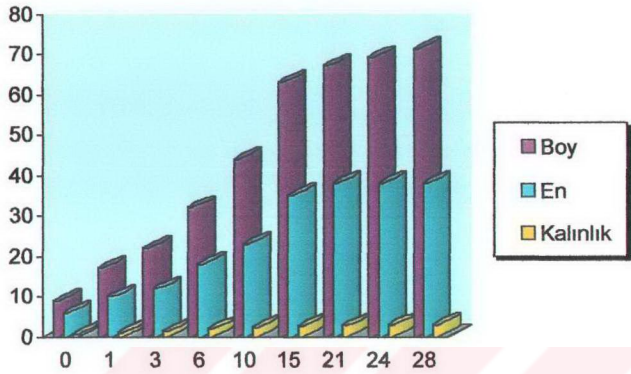
* Doğumda var olan ve gözlenebilen kemikleşmiş yapılar.

Kemikğin adı	Kemikleşme merkezleri	Görüntülenme zamanı (hafta)
SCAPULA	PM	*
	Tuberculum Supraglenoidale	1.hafta
HUMERUS	Corpus Humeri	*
	Caput Humeri	*
	Tuberculum Majus	*
	Condylus Lateralis	*
	Condylus Medialis	1.hafta
RADIUS	Corpus Radii	*
	Caput Radii	1.hafta
	Trochlea Radii	1.hafta
ULNA	Corpus Ulnae ve Olecranon	*
	Tuber Olecrani	1.hafta
	Caput Ulnae (distal)	1.hafta
OSSA CARPI	OC Radiale	1.hafta
	OC Intermedium	1.hafta
	OC Ulnare	1.hafta
	OC Accessorium	3.hafta
	OC Centrale	6.hafta
	OCL I	1.hafta
	OCL II	3.hafta
	OCL III	3.hafta
	OCL IV	1.hafta
OSSA METACARPALIA	MC I	1.hafta
	MC II	1.hafta
	MC III	1.hafta
	MC IV	1.hafta
	MC V	1.hafta
PHALANX PROXIMALIS	Digit I	1.hafta
	Digit II-V	1.hafta
PHALANX MEDIA	Digit I	Yok
	Digit II-V	1.hafta
PHALANX DISTALIS	Digit I	*
	Digit II-V	*
OSSA SESAMOIDEA	Proksimal ve distal	3.hafta

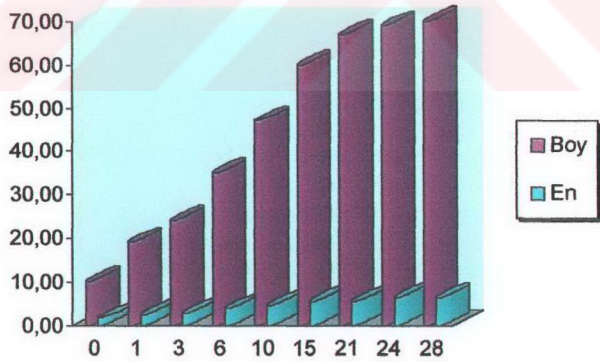
Çizelge 4. Ön ekstremité kemiklerinin epifiz plaklarının kapanma zamanları.

* 28 haftalık dönem sonunda açık oldukları gözlenen epifiz plakları.

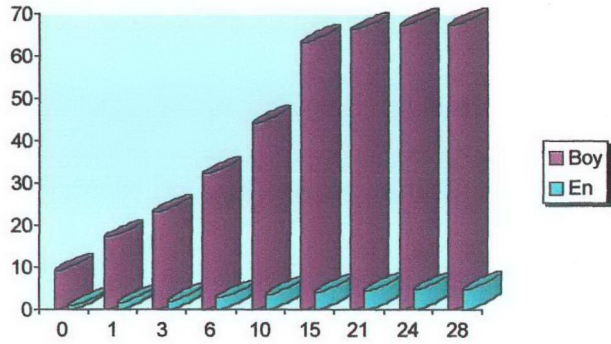
Kemiğin adı	Epiphysis Kıkırdağı	Boyama ile saptanan Kapanma zamanı	Röntgen ile saptanan kapanma zamanı
SCAPULA	Proksimal	*	*
	Distal	24. hafta	21. hafta
CLAVICULA	Proksimal	*	*
	Distal	*	*
OS CORACOIDES	Distal	28. hafta	24. hafta
HUMERUS	Proksimal	28. hafta	28. hafta
	Distal	24. hafta	21. hafta
RADIUS	Proksimal	28. hafta	28. hafta
	Distal	24. hafta	28. hafta
ULNA	Proksimal	28. hafta	28. hafta
	Distal	28. hafta	28. hafta
OSSA CARPI	Proksimal	10. – 21. hafta	10. – 21. hafta
OSSA METACARPALIA	Proksimal	10. – 15. hafta	10. – 15. hafta
	Distal	21. – 24. hafta	15. – 21. hafta
PHALANX PROXIMALIS	Proksimal	21. hafta	21. – 24. hafta
	Distal	21. hafta	15. – 21. hafta
PHALANX MEDIA	Proksimal	21. hafta	21. hafta
	Distal	21. hafta	21. hafta
PHALANX DISTALIS	Proksimal	21. hafta	21. hafta



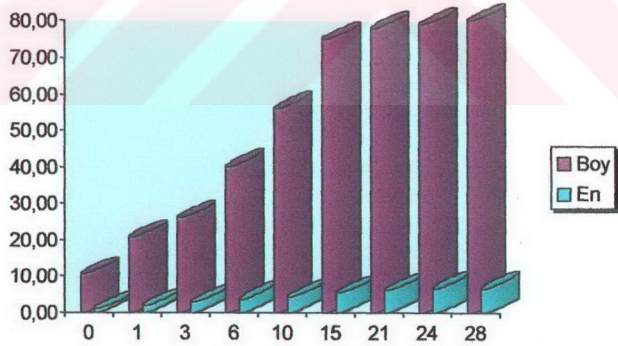
Şekil 12. Scapula'nın Yeni Zelanda Tavşanı'nda 0 - 28 haftalık gelişim grafiği (mm/hafta)



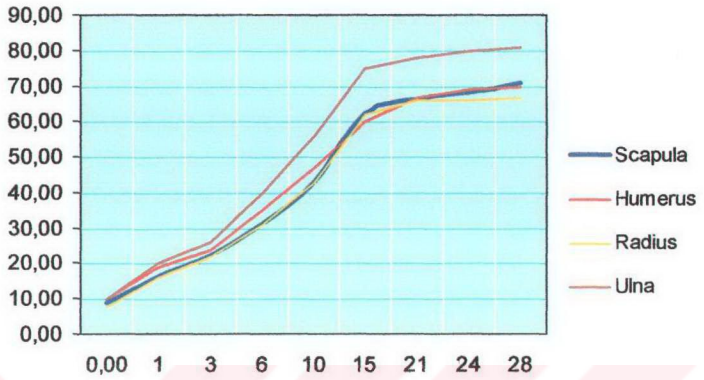
Şekil 13. Humerus'un Yeni Zelanda Tavşanı'nda 0 - 28 haftalık gelişim grafiği (mm/hafta)



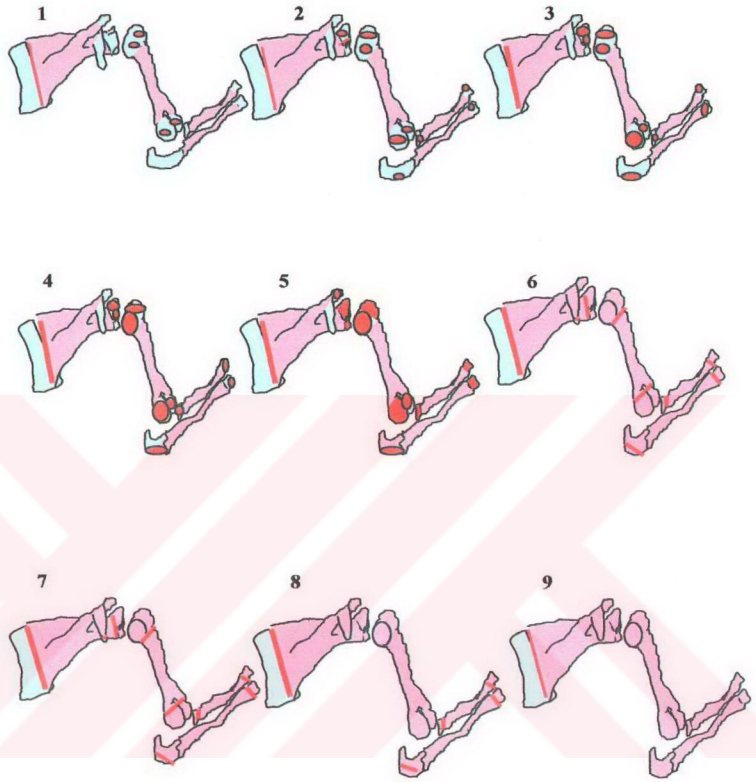
Şekil 14. Radius'un Yeni Zelanda Tavşanı'nda 0 - 28 haftalık gelişim grafiği (mm/hafta)



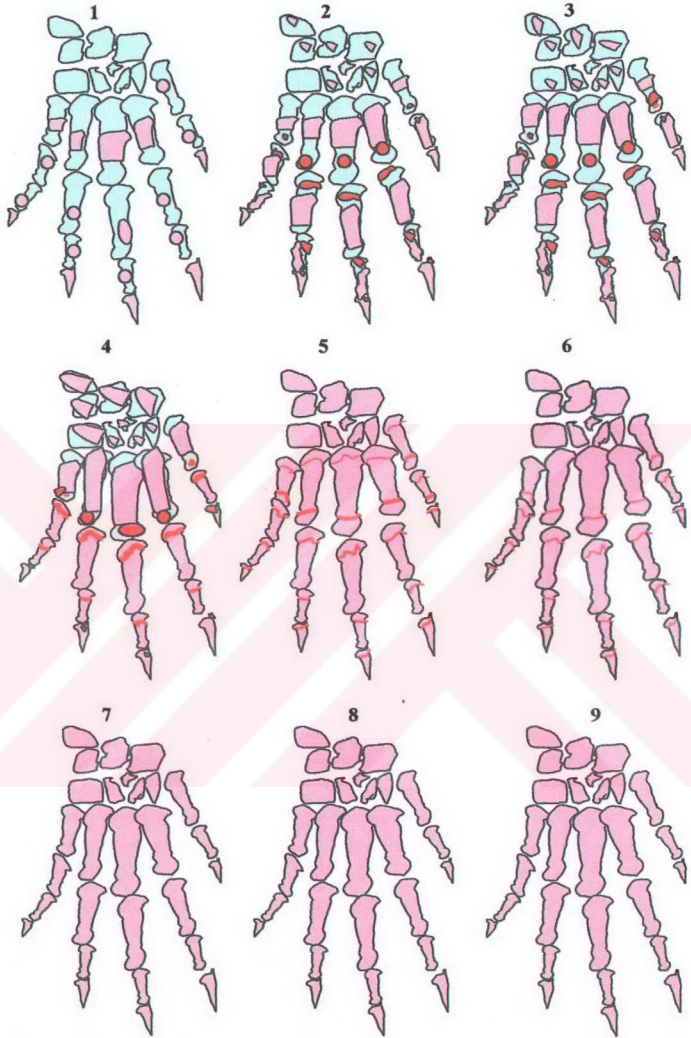
Şekil 15. Ulna'nın Yeni Zelanda Tavşanı'nda 0 - 28 haftalık gelişim grafiği (mm/hafta)



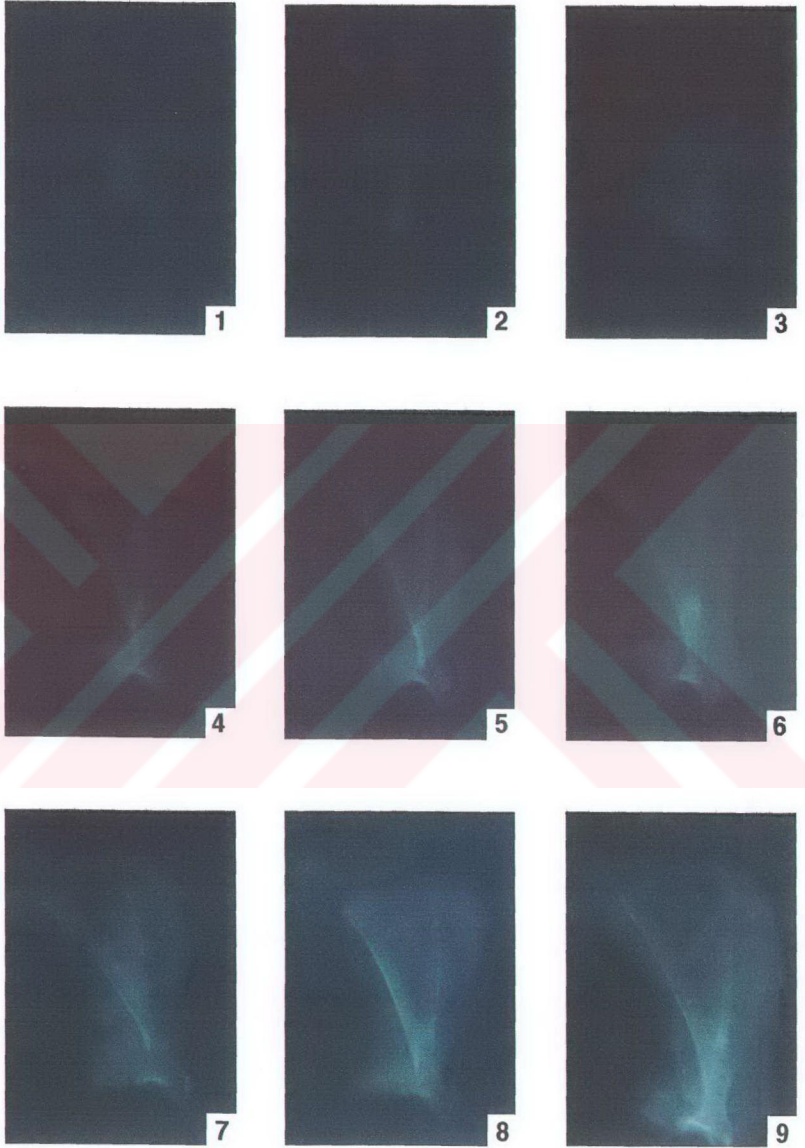
Şekil 16. Yeni Zelanda Tavşanı'nda ön ekstremité kemiklerinden dördüne ait 0 - 28 haftalık gelişim grafikleri (mm / hafta)



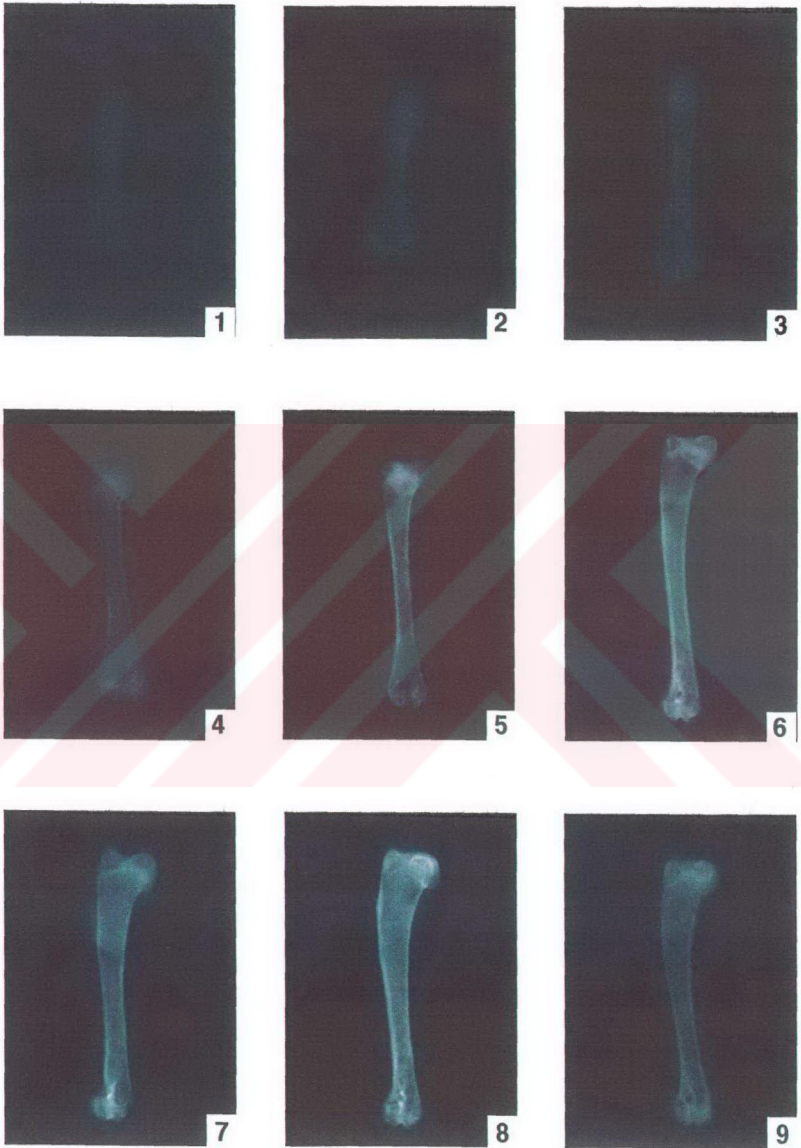
Şekil 17. Birinci (0 günlük) - dokuzuncu (28. haftalık) gruba ait scapula, humerus ve antebrachium'un şematize edilmiş gelişimi. Mavi renk: kıkırdak kısımlar, Pembe renk: kemikleşmiş kısımlar, Kırmızı renkli odaklar: sekonder kemikleşme merkezleri, Kırmızı renkli çizgiler: epifiz plakları.



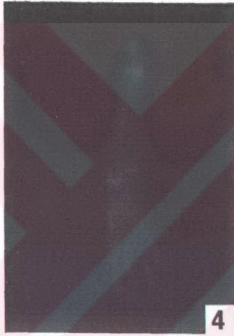
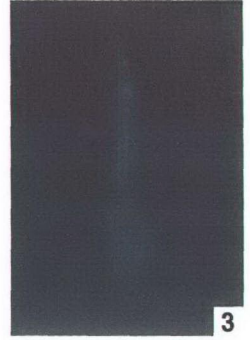
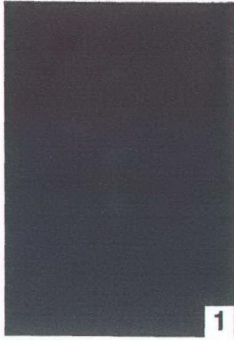
Şekil 18. Skeleto manus'un şematize edilmiş gelişimi (dokuz periyot). Mavi renk: kırkırdak kısımlar, Pembe renk: kemikleşmiş kısımlar, Kırmızı renkli odaklar: sekonder kemikleşme merkezleri, Kırmızı renkli çizgiler: epifiz plakları.



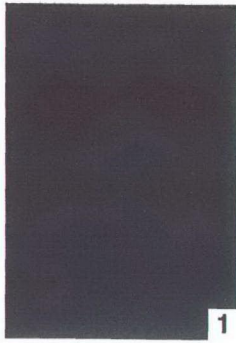
Şekil 19. Scapula'nın dokuz dönemi kapsayan röntgen filmleri, sağ (lateral'den).



Şekil 20. Humerus'un dokuz dönemi kapsayan röntgen filmleri, sağ (lateral'den).



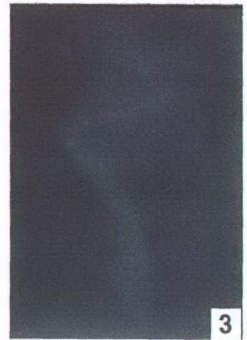
Şekil 21. Skeleton manus'un dokuz dönemi kapsayan röntgen filmleri, sağ (dorsal'den).



1



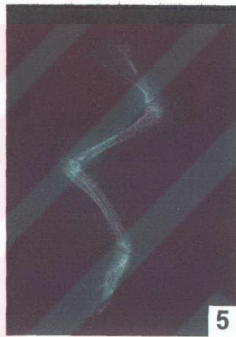
2



3



4



5



6



7



8



9

Şekil 22. Ön ekstremité kemiklerinin dokuz döneme ait röntgen filmleri, sağ (lateral'den).

4. TARTIŞMA

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 (Barone, 1986). Getty (1975)'e göre scapula equidae'de dört, ruminantia'da üç merkezden kemikleşmektedir. Patton ve kaufman (1995) farelerde scapula'nın bir PM ve bir SM'den kemikleştiğini bildirmişlerdir. Köpeklerde scapula'nın corpus scapulae ve tuber scapulae'da bulunan toplam iki adet OM'ne sahip olduğu Hare (1961) ve Chapman (1965) tarafından bildirilmiştir. Barone (1986)'un memeli hayvanlar için, Getty (1975)'nin equidae için belirttiklerine uygun ve diğer literatür (Hare, 1961; Chapman, 1965; Patton ve kaufman, 1995)'den farklı olarak, Yeni Zelanda Tavşanı'nda yapılan bu çalışmada scapula'nın bir primer, üç SM'den geliştiği görülmüştür. Bu dört OM dışında scapula üzerinde proc. coracoideus'a ait bir merkezin daha bulunduğu gözlenmiştir.

Hayvanlar üzerinde yapılmış osteolojik gelişim çalışmalarında (Hare, 1961; Chapman, 1965; Rao ve ark., 1977; Olgun, 1978; Barone, 1986; Patton ve Kaufman, 1994; Lerner ve Kuhn, 1997) clavicula'nın gelişiminden söz edilmemiştir. İnsanda corpus clavicula'nın dışında extremitas sternalis clavicula'da bir OM'nin varlığına değinilmiştir (Platzer, 1986). Yeni Zelanda Tavşanı'nda yapılan çalışmada da clavicula'nın bir adet PM'e, bir adet SM'e sahip olduğu gözlenmiştir. Fakat adı geçen SM'in, Platzer (1986)'in belirttiklerinin aksine clavicula'nın caudolateral ucunda bulunduğu saptanmıştır.

Rajtova (1974) koyun ve keçilerde proc. coracoideus'un 5. - 6. aylar arasında ilk kez kemikleşmeye başladığını, 11. ayda ise burada kemikleşmenin sona erdiğini bildirmiştir. Olgun (1978) Ankara keçisinde proc. coracoideus'a ait epifiz plağının 18. - 24. aylar arasında kapandığını belirtmiştir. 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 (Hare, 1961; Chapman, 1965), Ankara keçisinde (Olgun, 1978), equidae'de (Getty, 1975) ve memeli hayvanlarda (Barone, 1986) bildirilenlere uygun olarak, biri primer dördü sekonder, toplam beş OM'nden kemikleştiği görülmüştür.

Tavşanda humerus'un, distal epifizindeki kapanmanın 6 ayda, proksimal epifizinde ise 15 - 18 ayda tamamlandığı belirtilmiştir (Barone, 1986). 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.

Literatür (Hare, 1961; Chapman, 1965; Olgun, 1978; Getty, 1975)'de radius'un proksimal ve distal epifizden ya da üç OM'nden kemikleştiği belirtilmiştir. Radius'ta proksimal epifizin diyafiz ile kaynaşmasının, distal epifizden her zaman çok daha erken olduğu (Barone, 1986) söylenmektedir. Aynı literatür'de, tavşanın proksimal epifizinin 6. ayda kapandığı, distal epifizdeki kapanmanın ise 15 ayda tamamlandığı bildirilmiştir. Köpeklerde (Hare, 1961; Chapman, 1965) 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'e 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'ne sahip olduğu ve bunlardan birinin corpus, diğer ikisinin ise olecranon ve proc. styloideus üzerinde bulunduğu belirtilmiştir (Doğuer ve Erençin, 1962). Literatür (Hare, 1961; Chapman, 1965; Olgun, 1978; Getty, 1975; Barone, 1986)'de bir PM ve iki SM'in varlığı

bildirilmiştir. Bu iki SM'in, köpeklerde (Hare, 1961; Chapman, 1965) 40. - 45. günlerde kemikleşmeye başladığı, Ankara keçisinde (Olgun, 1978) 48 - 54 ayda, equidae'de (Getty, 1975) proksimal epifizin 18 ayda, distal epifizin ise 42 ayda kapandığı söylenmektedir. Belirtilen bir PM ve iki SM'in 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'lerinin endochondral olarak ve sadece doğumdan sonra geliştiği bildirilmiştir (Barone, 1986). Yine aynı literatür'e göre tavşanda ossa carpi doğumda tamamen kıkırdak yapıdadır. Postnatal ikinci hafta sonrasında kemikleşmeye başlar. Fakat OC accessorium, OCL I ve II daha geç kemikleşmeye başlar. Lopez ve ark (1993) Siam kedisinde ossa carpi'nin yeni doğanlarda kemikleşmiş olmadığını belirtmiştir. Köpeklerde (Hare, 1961; Chapman, 1965) ossa carpi'nin postnatal 18. - 45. günler arasında ilk kez kemikleşmeye başladığı bildirilmiştir. 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 (OCL I ve OCL IV) kemikleşme görülmüştür. Altı haftalık materyallerde ossa carpi'nin hepsinde kemikleşmenin başladığı tespit edilmiştir. Yedi aylık tavşanlara ait ossa carpi'de büyümenin sürdüğü belirlenmiştir.

Barone (1986) tavşanda metakarpal diyafizin doğumdan 8 - 12 gün sonra tamamen kemikleştiğini söylemiştir. Aynı kaynakta bu kemiklerin uzamasının, distal'de yer alan tek epifiz plağından sağlandığı ve bu kemiklerde proksimal epifizin bulunmadığı bildirilmiştir. Chapman (1965) köpeklerde MC I - V 'in, Getty (1975) equidae'de MC III'ün proksimal ve distal epifize sahip olduğunu belirtmiştir. Platzer (1986)'e göre insanda ossa metacarpalia bir diyafiz ve bir distal epifize sahiptir. MC I'in ise diğerlerinden farklı olarak diyafiz dışında proksimal bir OM vardır. Yeni Zelanda Tavşanı'nda postnatal birinci gün MC I - V 'in PM'lerinin kemikleşmeye başlamış olduğu gözlenmiştir. Bir haftalık materyalde SM'leri kemikleşmeye başlamıştır. Tavşanın metacarpus'larında, Olgun (1978)'un Ankara keçisinde, Getty

(1975)'nin equidae'de ve Chapman (1965)'in köpeklerde belirttiği gibi; fakat Barone (1986)'un tavşanda, Platzer (1986)'in insanda, Hare (1961)'in köpeklerde, Lopez ve ark. (1993)'nın Siam kedisinde, Rajtova (1974)'nın koyun ve keçide bildirdiklerinden farklı olarak proksimal epifizin de var olduğu belirlenmiştir.

Barone (1986)'a göre tavşanda her phalanx bir adet PM ve bir adet SM'den gelişir. Literatür (Hare, 1961; Chapman, 1965; Getty, 1975; Barone, 1986; Platzer, 1986; Lopez ve ark., 1993)'de SM'in proksimal epifizde meydana geldiği ve distal epifiz plağının bulunmadığı belirtilmiştir. Yine Barone (1986), baş parmağın Php'inin epifizden yoksun olduğunu ve Phd'in bütün hayvan türlerinde tek bir OM'nden geliştiğini bildirmiştir. Aynı kaynağa göre Phd prenatal olarak kemikleşmeye başlar ve doğumdan önce kemikleşmesi tamamlanır. Olgun (1978) ve Rajtova (1974), phalanx'ların hem proksimal hem de distal epifize sahip olduğunu bildirmişlerdir. Getty (1975), Olgun (1978) ve Rajtova'dan (1974) farklı, Hare (1961), Chapman (1965), Gatz (1969), Barone (1986), Platzer (1986) ve Lopez ve ark.'na (1993) benzer şekilde, Yeni Zelanda Tavşanı'nda da yalnız proksimal epifizin bulunduğu ve SM'in burada şekillendiği görülmüştür. Yeni doğan tavşan yavrularında Phd'lerin kemikleşmiş olduğu gözlenmiştir. Php'in ve Phm'nin kemikleşmeye başladığı saptanmıştır. Tavşanda Phd'lerde proksimal SM'in varlığı tespit edilememiştir.

Tavşanda articulatio metacarpo phalangea'nın ve articulatio interphalangea'nın palmar'ında birkaç susam kemiği bulunduğu McLaughlin ve Chiasson (1990) tarafından bildirilmiştir. Barone (1986)'a göre tavşanın susam kemikleri doğumda kıkırdaktır ve postnatal hayatın 1. ayında büyük susam kemikleri, 5. yılında ise küçük susam kemiklerinde ossifikasyon şekillenir. Yeni Zelanda Tavşanı'nda articulatio metacarpo phalangea'da iki ve articulatio interphalangea'da ise bir adet susam kemiği bulunduğu saptanmıştır. Ossa sesamoidea'da postnatal üçüncü haftadan sonraki dönemlerde kemikleşmeler görülmüştür.

Chapman (1965) ön ekstremitelerde kemiklerdeki epifiz plakları'nın arka ekstremitelerde kemiklerinde belirlenenden daha erken kapandığını belirtmiştir. Smith (1965)'e göre kedilerde arka ekstremitelerde kemikleri, ön ekstremitelerde kemiklerinden daha hızlı gelişmektedir. Rudicel (1985) tarafından tavşan femur'unda büyümenin ilk 6 hafta çok hızlı olduğu, 10.haftaya kadar giderek yavaşlayıp 10. - 14. haftalar arasında ise önemsiz bir değişim gösterdiği belirtilmiştir. Kharmosh ve ark. (1972)'nin yaptığı araştırmaya göre, tavşanda femur'un gelişimi 3 ay devam etmektedir. Literatür (Hörner ve Drescher, 1992) tavşanda ilk 12 haftalık dönem içerisinde erişkin kemik yapısının şekillendiğini belirtmekte, büyümenin ise 17. - 33. haftalar arasında sona erdiğini bildirmektedir. Jowsey (1968)'e göre kemik gelişimi ve epiphyseal büyüme, tavşanlar 6 aylık olduklarında sona ermekte ve epifiz plakları kapanmaktadır. Rao ve ark. (1977) tarafından, tavşanda büyüme hızının postnatal ilk 28. - 42. günlere kadar çok yüksek olduğu ve giderek azaldığı belirtilmektedir. Yapılan çalışmada hızlı büyüme sürecinin, Rudicel ve ark. (1985)'nin belirttiğinden daha uzun olduğu gözlenmiş, bu sürecin postnatal 15. haftaya kadar devam ettiği saptanmıştır. Yirmibirinci haftadan sonra büyüme yavaşlamış, altı aylık materyallerle sonraki grup arasında önem taşımayacak kadar küçük bir değişim belirlenmiştir.

Lerner ve Kuhn (1997), White ve ark. (1974) ve Rudicel ve ark. (1985) tarafından, tavşan'a ait femur'ların gelişiminde, sağ ve sol tarafın femur'ları arasında, kayda değer bir büyüme farklılığına rastlanmadığı belirtilmiştir. Tavşanlarda yapılan bu çalışmaları doğrular nitelikte, Yeni Zelanda Tavşanı'nın ön ekstremitelerde 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.

5. SONUÇ

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 coracoïdes haricindeki tüm ön ekstremitte kemiklerinde PM kemikleşmesinin başlamış olduğu görülmüştür.

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'e 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 yirmisekizinci haftada 1.90 mm olarak ölçülmüştür.

Os coracoïdes, altıncı grupta processus coracoïdeus'un gelişim kıkırdağı 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 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'e sahip oldukları saptanmıştır. Radius'un yeni doğmuş materyalde uzunluğunun 9.03 mm, genişliğinin 0.84 mm olduğu belirlenmiştir. 198. günde radius 67.34 mm boya, 4.80 mm ene 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.

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 (OCL I ve OCL IV) kemikleşme görülmüştür. Üçüncü grupta bilek kemiklerine ait kıkırdak taslakların sekiz tanesinde kemikleşme odaklarının varlığı saptanmıştır. Bu gruptaki tavşanlarda OC centrale'ye ait herhangi bir kemikleşme merkezi gözlenememiştir. Dördüncü grup materyal'de OC centrale'nin de kemikleşmeye başladığı 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'nde doğumda kemikleşmenin başlamış olduğu görülmüştür. İkinci grup tavşanların phalanx'larında, Phd'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 ekstremitelerde üçüncü haftadan sonraki dönemlerde articulatio metacarpophalangea ve articulatio interphalangea'nın palmar'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.

Sonuç olarak Yeni Zelanda tavşanında ön ekstremitte kemiklerinin, doğumdan 198. güne kadar olan gelişimleri incelenmiş ve büyüklükleri ölçülmüştür. Ön ekstremitte 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 ekstremitte kemiklerinde büyüme ve gelişimin durduğu gözlenmiştir.



ÖZET

Yeni Zelanda Tavşanı'nda (*Oryctolagus cuniculus* L.) Ön Ekstremitelerin Postnatal Osteolojik Gelişimi

Bu çalışmada toplam 72 adet erkek Beyaz Yeni Zelanda Tavşanı'nın ön ekstremiteleri üzerinde, doğumdan 198. güne kadar osteolojik gelişim incelenmiştir.

Ön ekstremit kemikleri, Double Staining yöntemiyle, alizarin red-S ve alcian blue kullanılarak boyanmıştır. 150 mm 'lik kumpas yardımıyla ölçüler alınmış ve röntgen uygulaması sırasında 30 mA 'lik röntgen cihazı kullanılmıştır. Elde edilen boyama sonuçları, röntgen bulguları, fotoğraf, tablo 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 ekstremit kemiklerinde ölçülerin dönemlere, sağ ve sol bacaklara göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılaştığı ($p < 0.09$), ölçümlere göre sağ baktaki kemiklerin sol baktakilerden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Ön ekstremit kemiklerine ait PM ve SM'ler ile ilgili ayrıntılı bilgiler edinilmiştir.

Ossa carpi ve os coracoides hariç bütün ön ekstremit 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. 28 haftalık postnatal periyodun ardından ön ekstremitde kemiksel gelişimin sona erdiği saptanmıştır. Son periyotta kıkırdak dokunun, eklem kıkırdakları, clavicula'nın iki ucu ve cartilago scapulae ile sınırlı olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler : Gelişim, Kemik, Ön ekstremit, Tavşan.

SUMMARY

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

In this research, osteologic development of the bones of the thoracic limb on the 72 white New Zealand rabbit was investigated within a period of birth through 198 th posnatal day.

Bones of the thoracic limb were stained by the use of Alizarin red-s and Alcian blue double staining method. Measured were obtained by using a 150 mm caliper and a 30 mA rontgen was used for radiography. Results were displayed by photography, table, and graphics. Like wise, numerical data found were analyzed and evoluted by use of computer with X^2 and T test.

Data revealed that lenght of the bones in the right legs was significantly higer than that of the left legs ($p < 0,09$), thus, primer and seconder ossification centers in the bones of the thoracic limbs were obtained in detail.

The ossification in all the bones of the thoracic limbs except the carpal bones and os coracoides was determined to begin before parturation. Ossification rate was found to be very high within the first 15 weeks. Later, it was shown to decrease gradually for a 13 weeks period. Ossification in the thoracic limb was determined to cease after 28 weeks posnatal development. In the last period was seen to confire to the joint cartilages, both end of the clavacula, and cartilages of the scapula

Key Words : Bone, Development, Thoracic limb, Rabbit.

KAYNAKLAR

- AUTON, J.M.V., LOPEZ, M.I.V., MORENO, F., LATORRE, R. (1993). Chronology of the postnatal ossification of the shoulder and cubit joints of the Siam cat (*Felis catus* L.). *Anat. Histol. Embryol.* 22: 26-38.
- BARONE, R. (1986). *Anatomie Comparee Des Mammiferes Domestiques. Osteologie.* Vigot freres. Paris. 461- 521.
- BETH A., CMEHIL R. Z. (1998). Limb bone growth in three different sized rabbit breeds. *Am. Zool.* 38: 34-35.
- BROWN, R.A., BLUNN, G.W., SALISBURY, J.R., BYERS, P.D. (1993). Two patterns of calcification in primary (physeal) and secondary (epiphyseal) growth cartilage. *Clin. Orthop. Res.* 294: 318-324.
- CERVENY, C. (1972). Differentiation staining of bone tissue on topographic anatomic sections with alizarin red. *Acta Vet. Brno.* 41: 303-307.
- CHAPMAN, W. L. (1965). Appearance of ossification centers and epiphysial closures as determined by radiographic techniques. *J.A.V.M.A.* 147: 138-141.
- CRAFTS, R. C. (1979). *A Textbook of Human Anatomy.* A Wiley Medical Publication. NewYork. 674-676.
- CRAIGIE, E. H. (1969). *Practical Anatomy of The Rabbit.* University of Toronto press. Toronto. 22-64, 198-206.
- DOĞUER, S., ERENÇİN Z. (1962). *Evcil Hayvanların Komparativ Osteolojisi.* Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara. 251-282.
- DOĞUER, S. (1963). *Evcil Hayvanların Muhtasar Anatomisi.* Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara. 55-65.
- DURSUN N. (2000). *Veteriner Anatomi I.* Medisan Yayınevi. Ankara. 4-65.
- DYCE, K. M., SACK, W. D., WENSING, C. J. G. (1987). *Textbook of Veterinary Anatomy.* WB. Saunders Company. London. 67-76.
- 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.
- ERENÇİN, Z., SAĞLAM, M. (1969). *Genel Histoloji.* Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara. 147-187.

- FUKUDA, S., TOMIT, A S., MATSUOKA, O. (1977). Comparative studies on bone growth in experimental animals. *Jik. Dobu.* **26**: 103-13.
- GATZI, V. (1969). Ossifikation der extramitaten des kaninchens (*Oryctolagus cuniculus*). *Rev. Suis. Zool.* **76**: 383-386.
- GETTY, R. (1975). The Anatomy of The Domestic Animals. WB. Saunders Company. London. 271-296.
- GUICHET, J., BRAILLON, P., BODENREIDER, O., LASCOMBES, P. (1998). Periosteum and bone marrow in bone lenghtening. *Acta. Orth. Scan.* **69**: 527-531.
- HARE, W.C.D. (1961). The ages at which the centers of ossification appear roentgenographically in the limb bones of the dog. *Am. J. Vet. Res.* **90**: 825-835.
- HORNER, 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.
- JOWSEY, J. (1968). Age and species differences in bone. *Cornell Vet.* **58**: 74-94.
- KELLY, W.L., BRYDEN, M.M. (1983). A modified differential stain for cartilage and bone in whole mount preparations of mammalian fetuses and small vertebrates. *Stain Tech.* **58**: 131-134.
- KHERMOSH, O., TADMOR, A., WEISSMAN, S. L. (1972). Growth of femur in the rabbit. *Am J Vet Res.* **33**: 1079-1082.
- LERNER, A. L., KUHN, J. L. (1997). Characterization of regional and age-related variations in the growth of the rabbit distal femur. *J. Orthop. Res.* **15**: 353 - 361.
- LOPEZ, M.I.V., AUTON, J.M.V., MORENO, F., LATORRE, R., ZARZOSA, G.R. (1993). Chronology of the postnatal ossification of the thoracic autopodo in Siam cat (*Felis catus* L.). *Anat. Histol. Embryol.* **22**: 39-47.
- MacCALLUM, F. J., LATSHAW, W. K., KELLY, R. E. (1970). Identification of postnatal ossification cites. *Br. Vet. J.* **127**: 83-86.
- McLAUGHLIN, C. A., CHIASSON, R. B. (1990). Laboratory Anatomy of The Rabbit. McGraw-Hill companies.Toronto. 13-20.
- MILLER, E. M. (1965). Anatomy of The Dog. WB. Saunders Company. London. 1-6.

- NICKEL, R, SCHUMMER, A., SEIFERLE, E. (1986). The Anatomy of The Domestic Animals. Verlag Paul Parey. Hamburg. 10-75.
- OLGUN, M. (1978). Ankara keçisi iskelet kemiklerinde postnatal kemiklerin anatomik yönden araştırılması. Doktora tezi. Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- PATTON, J.T., KAUFMAN, M.H. (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.
- PLATZER, W. (1986). Anatomi Atlası. Kemik ve Kaslar. Sermet Matbaası. Kırklareli. 106-126.
- POYRAZ, Ö. (2000). Laboratuvar Hayvanları Bilimi. Kardelen Ofset. Ankara. 279-299.
- PRATT, C.W.M. (1959). Postnatal changes in the shaft of the rat's femur. *J. Anat.* **162**: 309-322.
- PRITCHETT, J.W. (1997). Growth and growth prediction of the fibula. *Clinic. Orth.* **334**: 251-256.
- RAJTOVA, V. (1974). Postnatal development of the bones of the limbs in sheep and goat. *Anat Histol. Embryol.* **3**: 29-39.
- RAO, D.R., SUNKI G.R., JOHNSON, W.M., CHEN, C.P. (1977). Postnatal growth of new zealand white rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *J. Animal Sci.* **44**: 1021-1025.
- RUDICEL, S., KENDRICK, E., PELKER, R.R. (1985). Dimension of the rabbit femur during growth. *Am. J. Vet. Res.* **46**: 268-269.
- SICKLE, D.C.V. (1965). A comparative study of the postnatal elbow development of the greyhound and german shepherd dog. *J.A.V.M.A.* **147**: 1650-1651.
- SMITH, R.N. (1965). Growth of the long bones in the cat. *J.A.V.M.A.* **147**: 1661.
- SOANA, S., GNUDI, G., BERTONI, G., BOTTI, P. (1998). Anatomico-radiographic study on the osteogenesis of carpal and tarsal bones in horse fetus. *Anat. Histol. Embryol.* **27**: 301-305.
- TASBAŞ, M. (2001). Veteriner Anatomi. Kemik-Eklemler-Kas. Yorum matbaacılık. Ankara. 3-108.
- VAN DE GRAAFF, K.M. (1998). Human Anatomy. The McGraw-Hill Companies. Boston. 137-139.

WHITE, A.A., PANJABI, M.M., HARDY, R.J. (1974). Analysis of mechanical symmetry in rabbit long bones. *Acta. Orthop. Scand.* 45: 328-336.

WYERS, M., HAMON, J.C., CHEREL, Y., PLASSIART, G. (1993). Histology and histomorphometry of the tibial diaphyseal growth in two turkey strains during the first six weeks after hatching. *Anat. Histol. Embryol.* 22: 48-58.

