

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YENİ ZELANDA TAVŞANINDA ARKA EKSTREMİTELERİN  
POSTNATAL OSTEOLOJİK GELİŞİMİ**

**Veteriner Hekim**

**Ş. Hakan ATALGIN**

729783

**ANATOMİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

129783

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR**

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**2003- ANKARA**

**Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

**Anatomi Doktora Programı**

**çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından  
Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.**

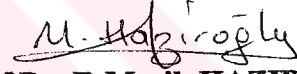
**Tez Savunma Tarihi: 14.04.2003**



**Prof.Dr. Nejdett DURSUN**  
**Ankara Üniversitesi**  
**Jüri Başkanı**



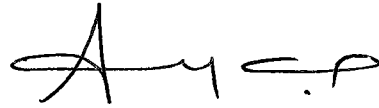
**Prof.Dr. Rifki HAZIROĞLU**  
**Ankara Üniversitesi**



**Prof.Dr. R. Merih HAZIROĞLU**  
**Ankara Üniversitesi**



**Prof.Dr. Sadık YILMAZ**  
**Fırat Üniversitesi**



**Prof.Dr. Ahmet ÇAKIR**  
**Ankara Üniversitesi**

## Önsöz

Yeni Zelanda tavşanı, hekimliğin bir çok alanında, özellikle laboratuvar çalışmalarında geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Enfeksiyona bağlı hastalıklarda beslenme ile ilgili problemlerde, hormonal bozukluklarda ve bu gibi anormal kemik gelişimine sebep olacak etkenlerin teşhisinde kemik gelişiminin normal seyri bilinmek zorundadır. Dönemsel normal kemik gelişim verilerinin bilinmesi yapılacak tüm kemik gelişim çalışmalarında araştırmacılara yardımcı olacaktır.

Bütün bu nedenlerle tavşanlarda arka bacağın doğum sonrası kemiksel gelişiminin takip edilmesinin bir çok araştırmaya ve araştırmacıya kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın hazırlanmasında katkılarından dolayı Prof. Dr. Nejdett DURSUN, Prof. Dr. Rıfki HAZIROĞLU, Prof. Dr. R. Merih HAZIROĞLU ve danışmanım Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR' a teşekkür ederim.

Radyolojik uygulamalarda Araştırma görevlisi Berna Ersöz'e, fotoğraf çekimlerinde Cihangir Ergün'e, istatistik değerlendirmelerde Hacettepe Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Dr. Cem Kadılar'a, bilgisayar programlarında yardımlarından dolayı kardeşim Erkan Atalgın'a, Anatomi Anabilim Dalı Araştırma görevlilerine, aileme ve Hatice Canıtez'e teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                    |             |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Kabul ve Onay</b>                                               | <b>ii</b>   |
| <b>Önsöz</b>                                                       | <b>iii</b>  |
| <b>İçindekiler</b>                                                 | <b>iv</b>   |
| <b>Şekiller</b>                                                    | <b>vii</b>  |
| <b>Çizelgeler</b>                                                  | <b>viii</b> |
| <b>1. GİRİŞ</b>                                                    | <b>1</b>    |
| 1.1. Osteoloji                                                     | 3           |
| 1.2. Genel kemik gelişimi                                          | 4           |
| 1.3. Tavşanın arka ekstremitelerini oluşturan kemiklerin anatomisi | 5           |
| 1.3.1. Os coxae                                                    | 5           |
| 1.3.1.1. Os ilium                                                  | 6           |
| 1.3.1.2. Os ischii                                                 | 7           |
| 1.3.1.3. Os pubis                                                  | 7           |
| 1.3.2. Femur                                                       | 8           |
| 1.3.3. Ossa cruris                                                 | 9           |
| 1.3.3.1. Tibia                                                     | 9           |
| 1.3.3.2. Fibula                                                    | 10          |
| 1.3.4. Ossa tarsi                                                  | 10          |
| 1.3.5. Ossa metatarsalia                                           | 11          |
| 1.3.6. Ossa digitorum pedis                                        | 11          |
| 1.3.7. Patella                                                     | 11          |
| 1.3.8. Ossa sesamoidea                                             | 11          |
| 1.4. Kemik gelişimi                                                | 12          |
| 1.5. Karşılaştırmalı kemik gelişim aşamaları                       | 13          |
| 1.5.1. İnsan, köpek, fare ve tavşanda kemik gelişim aşamaları      | 13          |
| 1.5.1.1. Os coxae                                                  | 13          |
| 1.5.1.2. Femur                                                     | 14          |
| 1.5.1.3. Patella                                                   | 16          |
| 1.5.1.4. Ossa cruris                                               | 16          |
| 1.5.1.4. Tibia                                                     | 16          |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 1.5.1.4.Fibula                                     | 17        |
| 1.5.1.5.Ossa tarsi                                 | 17        |
| 1.5.1.6.Ossa metatarsalia                          | 18        |
| 1.5.1.7.Ossa digitorum pedis                       | 19        |
| <b>2. GEREÇ VE YÖNTEM</b>                          | <b>22</b> |
| 2.1.Anestezi                                       | 23        |
| 2.2.Diseksiyon                                     | 23        |
| 2.3.Boyama                                         | 24        |
| 2.4.Radyolojik uygulama                            | 24        |
| 2.5.Ölçme                                          | 24        |
| 2.6.Fotograf                                       | 25        |
| <b>3. BULGULAR</b>                                 | <b>26</b> |
| 3.1. Os coxae                                      | 26        |
| 3.1.1.Os coxae'nin boyama bulguları                | 26        |
| 3.1.2.Os coxae'nin radyolojik bulguları            | 31        |
| 3.1.3.Os coxae'nin ölçümsel bulguları              | 31        |
| 3.2.1.Femur'un boyama bulguları                    | 34        |
| 3.2.2.Femur'un radyolojik bulguları                | 37        |
| 3.2.3.Femur'un ölçümsel bulguları                  | 38        |
| 3.3.1.Ossa cruris'in boyama bulguları              | 39        |
| 3.3.2.Ossa cruris'in radyolojik bulguları          | 43        |
| 3.3.3.Ossa cruris'in ölçümsel bulguları            | 44        |
| 3.4.1.Ossa tarsi'nin boyama bulguları              | 47        |
| 3.4.2.Ossa tarsi'nin radyolojik bulguları          | 50        |
| 3.4.3.Ossa tarsi'nin ölçümsel bulguları            | 50        |
| 3.5.1.Ossa metatarsalia'nın boyama bulguları       | 53        |
| 3.5.2.Ossa metatarsalia'nın radyolojik bulguları   | 54        |
| 3.5.3.Ossa metatarsalia'nın ölçümsel bulguları     | 54        |
| 3.6.1.Ossa digitorum pedis'in boyama bulguları     | 57        |
| 3.6.2.Ossa digitorum pedis'in radyolojik bulguları | 58        |
| 3.6.3.Ossa digitorum pedis'in ölçümsel bulguları   | 59        |
| 3.7.1.Patella'nın boyama bulguları                 | 64        |
| 3.7.2.Patella'nın radyolojik bulguları             | 64        |
| 3.7.3.Patella'nın ölçümsel bulguları               | 64        |

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.8.1.Ossa sesamoidea'nın boyama bulguları                         | 65        |
| 3.8.1.1.Os sesamoideum musculi poplitei'nin boyama bulguları       | 65        |
| 3.8.1.2.Ossa sesamoidea'nın radyolojik bulguları                   | 66        |
| 3.8.1.3.Os sesamoideum musculi poplitei'nin ölçümsel bulguları     | 66        |
| 3.8.2.1.Os sesamoideum musculi gastrocnemii'nin boyama bulguları   | 66        |
| 3.8.2.2.Os sesamoideum musculi gastrocnemii'nin ölçümsel bulguları | 67        |
| 3.8.3.1.Os sesamoideum proximale'nin boyama bulguları              | 67        |
| 3.8.3.2.Os sesamoideum proximale'nin ölçümsel bulguları            | 67        |
| 3.8.4.1.Os sesamoideum distale'nin boyama bulguları                | 68        |
| 3.8.4.2. Os sesamoideum distale'nin ölçümsel bulguları             | 68        |
| 3.9.1.İstatistik Değerlendirme                                     | 68        |
| <b>4. TARTIŞMA</b>                                                 | <b>75</b> |
| <b>5. SONUÇ</b>                                                    | <b>82</b> |
| <b>ÖZET</b>                                                        | <b>85</b> |
| <b>SUMMARY</b>                                                     | <b>86</b> |
| <b>KAYNAKLAR</b>                                                   | <b>87</b> |

## ŞEKİLLER

**Şekil.3.1.** Yeni doğmuş tavşanda os coxae. (Ventral'den görünüş)x10. 1.Os ilium 2. Os ischii 3.Os pubis 4.Acetabulum 5.Symphysis pelvina

**Şekil.3.2.** Yeni doğmuş tavşanda sağ os coxae. (Dorsal'den görünüş)x10. 1.Os ilium 2.Os ischii 3.Os pubis

**Şekil.3.3.** Bir haftalık tavşanda sağ os coxae. (Lateral'den görünüş)x10. 1.Os ilium 2.Os ischii 3.Os pubis 4.Acetabulum'daki sekonder kemikleşme merkezi 5.Fossa acetabuli

**Şekil.3.4.** Üç haftalık tavşanda acetabulum. (Lateral'den görünüş)x10. 1.Os ilium 2.Os ischii 3.Os pubis 4.Acetabulum'daki sekonder kemikleşme merkezi 5.Fossa acetabuli

**Şekil.3.5.** Bir haftalık tavşanın sağ femur'u. (Cranial'den görünüş)x10. 1.Caput ossis femoris'e ait kemikleşme merkezi 2.Trochanter major'a ait kemikleşme merkezi 3.Corpus ossis femoris

**Şekil.3.6.** Üç haftalık tavşanda sağ femur'un distal'i. (Cranial'den görünüş)x10. 1.Corpus ossis femoris 2.Sekonder kemikleşme merkezi

**Şekil.3.7.** Bir haftalık tavşanda sağ ossa cruris'in proksimal'i. (Caudal'den görünüş)x10. 1.Tibia'ya ait sekonder kemikleşme merkezi 2.Corpus tibia 3.Fibula

**Şekil.3.8.** Üç haftalık tavşanda sağ ossa cruris'in proksimal'i. (Cranial'den görünüş)x10. 1.Tibia'ya ait sekonder kemikleşme merkezi 2.Fibula'ya ait kemikleşme merkezi 3.Tibia 4.Fibula

**Şekil.3.9.** Bir haftalık tavşanda sol tibia'nın distal'i. (Caudal'den görünüş)x10. 1. Corpus tibiae 2.Lateral'de bulunan sekonder kemikleşme merkezi 3.Medial'deki sekonder kemikleşme merkezi

**Şekil.3.10.** Bir haftalık tavşanda ossa tarsi, ossa metatarsalia. Sol ayak.(Dorsal'den görünüş)x4. 1.Talus 2.Calcaneus 3.Os tarsi centrale 4.Os tarsale V 5.Os metatarsale I 6.Os tarsale III 7. Os metatarsale V 8.Os metatarsale IV 9.Os metatarsale III 10. Os metatarsale II

**Şekil.3.11.** Bir haftalık tavşanda ossa tarsi, ossa metatarsalia. Sol ayak.(Plantar'dan görünüş)x4. 1.Calcaneus 2.Talus 3.Os tarsi centrale 4.Os metatarsale I 5.Os metatarsale II 6.Os metatarsale III 7.Os metatarsale IV 8.Os metatarsale V 9. Os tarsale IV

**Şekil.3.12.** Bir haftalık tavşanda sol ekstremit (femur hariç). (Dorsal'den görünüş)x3 1.Tibia 2.Fibula 3.Ossa tarsi 4.Ossa metatarsalia 5.Phalanx proximalis 6.Phalanx media 7.Phalanx distalis

**Şekil.3.13.** Arka ekstremitte kemiklerinin röntgen filmleri. Sağ bacak. (Lateral'den görünüş).

**Şekil.3.14.** Arka ekstremitelerin gelişimlerini gösteren şematize edilmiş şekilleri. (Os coxae ve femur).

**Şekil.3.15.** Arka ekstremitelerin gelişimlerini gösteren şematize edilmiş şekilleri. (Tibia, ossa tarsi ve ossa digitorum pedis).



## ÇİZELGELER

**Tablo.2.1.** Çalışmada kullanılan tavşanların yaş periyotları.

**Çizelge.3.1.** Os coxae'ya ait gelişim tablosu. **1.Ölçüm:** Os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık **2.Ölçüm:** Symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık **3. Ölçüm:** Corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu.

**Çizelge.3.2.** Femur'a ait gelişim tablosu.

**Çizelge.3.3.** Tibia'ya ait gelişim tablosu.

**Çizelge.3.4.** Os coxae, femur, tibia, ve os metatararsale III'ün boylarını gösteren tablo.

**Tablo.3.1.** Os coxae, femur, tibia ve os metatarsale III'ün 9 haftalık gelişimine ait mm cinsinden ölçümleri.



## 1. GİRİŞ

Tavşan laboratuvar çalışmalarına örnek teşkil eden ve sıklıkla bu çalışmalarda kullanılan önemli bir canlıdır. Genetik reproduktif ve operasyon alanında gittikçe artan düzeyde kullanılmaktadır. Ayrıca ekonomik olarak etinden ve tüyünden yararlanılması önemini arttırmaktadır (McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Chordata'ların Craniata grubu, Gnathostoma alt filumu, Tetrapoda sınıfı, Mammalian sınıfı, Lagomorfa takımı, Leporidae familyasından olan tavşanlarla ilgili olarak yapılan çalışmalar bilimsel ve ekonomik sahalardan ilgi görmekle beraber bu tür üzerinde yapılacak ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (McLaughlin ve Chiasson, 1990; Poyraz, 2000).

Tavşanın geçmişi ile ilgili ilk kayıtlar 13. yüzyılda İngiltere'de olduğu şeklindedir. Ayrıca Yeni Zelanda, Güney Amerika ve Avustralya'da koloniler halinde yabani türlerin bulunduğu bilinmektedir. Tavşan ilk kez M.Ö. 1. yüzyılda kapalı bahçelerde Romalılarca yetiştirilmiş, ama ilk evciltme denemeleri 6-10. yüzyıllarda Fransa'da yapılmıştır. On Yedinci Yüzyılın ortalarında, İngiltere'de evcil tavşan yetiştiriciliği pratikleşmiştir. On Sekizinci Yüzyılda ise tavşan et üretimi amacıyla beslenen bir hayvan türü haline gelmiştir Tavşanın bilimsel amaçlarla kullanıldığı ilk örnekler 1672 ve 1797 yıllarında rastlanmıştır (Poyraz, 2000).

Tavşan, fizyolojik çalışmalar, farmakolojik çalışmalar, deneysel patolojik çalışmalar ve laboratuvar çalışmalarına uygun bir hayvandır. Bu türün beslenmesi ve barınması kolay olduğu gibi kısa sürede çok sayıda yavru verebilmesi çalışanlar için büyük bir avantajdır. Ayrıca birçok cerrahi prosedürün (enjeksiyon, operasyon, ultrason, röntgen, vb.) yapılması için oldukça elverişli büyüklükte bir hayvandır (McLaughlin ve Chiasson, 1990).

Tavşan laboratuvar çalışmalarında çok kullanılmaktadır. Kardiyoloji çalışmalarının yanı sıra tüy ve göz renk mutasyonları, gen haritası, gen isimleri,

anatomik ve fizyolojik mutantlar, davranış mutantları, iskelet ve organ yapılarındaki varyasyonlar, serum ve dokulardaki enzim ve diğer proteinler, kan grup sistemleri belirlenmiştir (Poyraz, 2000).

Tavşan, beşeri hekimlikte, arteriosklerosis, glaucoma, vitamin C6 eksikliği, cardiomyopathy, hipertansiyon, transplantable tümörleri, teratolojik çalışmalar, immunoloji, yaşlanma araştırmaları ve toksikoloji testlerinde sıklıkla kullanılan bir hayvandır (Evans ve Sack, 1973; Poyraz, 2000).

Tavşan embriyosu üzerinde yapılan pek çok çalışma vardır. Yumurta çapı 160 milimikrondur. Bu rakam enthorian memeliler için büyük bir değer taşır. Tavşan yumurtası çok hızlı gelişir, uterus'a girdikten 72-80 saat sonra erken blastosist evresine ulaşır. Ayrıca invitro olarak fertilize edilebilir ve yarıma döneminde kültürü en kolay olan memeli yumurtasıdır. Özellikle blastosist çok büyüktür ve implantasyondan önce daha da büyür (Poyraz, 2000).

Tavşanın gebelik süresi genellikle 31-32 gündür (Evans ve Sack, 1973; Poyraz, 2000). Doğum ağırlığı ırklar arasında değişmekle beraber 30-70 gr'dır (Poyraz, 2000). Yeni Zelanda tavşanı ise 65-67 gr ağırlığında doğar ve adult canlı ağırlığı 4,5-5 kg'a kadar çıkar. Göz ve kulakları ise 8 - 11. günler arasında açılır. 3 - 8. haftalarda ise hayvan süttten kesilir ( Lerner ve Kuhn, 1997).

Ergin tavşanlar 1 kg'dan 6 kg'a kadar değişken ağırlıklardadır. Diğer memelilerden farklı olarak dişi erkekten ağırdır. Yaşam süresi 15 yılı aşar. Laboratuvar ve ticari koşullarda tavşanlar fertiliteye bağlı olarak genellikle 4 yaşından önce imha edilir ( Poyraz, 2000 ).

Ayrıca tavşan postnatal dönemde çok hızlı büyüyen bir hayvandır. Kırk iki günlük bir tavşanın ortalama kilosu 66 gr'dan başlayarak 743 gr'a kadar çıkmaktadır ( Lerner ve Kuhn, 1997).

### 1.1. Osteoloji

Kemikler, yüksek omurgalılarda vücuda şekil veren ve organizmanın yükünü taşıyan yapıyı, iskeleti oluşturur. Kemiklerin destek ve yumuşak dokuları koruyucu görevi vardır. Özellikle beyin, omurilik ve göğüs boşluğundaki organları korumada görevlidirler. Ayrıca bazı kemikler boşluklarında kanın şekilli elemanlarının yapıldığı kemik iliğini barındırırlar. İskelet kaslarının birkaç istisna dışında hepsi ancak kemiklere bağlanmakla işlevlerini yapabilirler. Özellikle uzun kemikler, oluşturdukları eklemlerle, kontraksiyon yoluyla üretilen güçleri, bir kaldıraç gibi çoğaltıp vücut hareketlerine dönüştürürler. Ayrıca kemikler organizmanın kalsiyum ve fosfor depolarıdır. Vücut, besin maddeleriyle alınandan fazla kalsiyuma gereksinim duyduğu zamanlarda bu ihtiyacını kemiklerden sağlar. Bu ihtiyaç bilindiği gibi gebelikte artmaktadır (Williams ve Dyson, 1989; Dursun, 1999; Sağlam ve ark., 2001; Taşbaş, 2001).

Kemikler organik ve anorganik maddelerden oluşmuştur. Anorganik maddeler kemiğin % 60-70'ini oluşturur. Geri kalan % 30-40'luk kısım ise organik maddeler tarafından oluşturulur. Anorganik maddelerin % 85'ini kalsiyum fosfat, % 10'unu kalsiyum karbonat ve geri kalanını da magnezyum fosfat, kalsiyum klorit, kalsiyum florit ve bazı tuzlar oluşturur. Röntgen resimlerinde kemiklerin az ışın geçiren cisimler olarak belirlenmesinde başlıca faktör kristaller şeklinde doku içerisinde bulunan bu kalsiyum tuzlarıdır (Jowsey, 1968; Dursun, 1999; Taşbaş, 2001).

Organik maddeler kemik dokusunun % 30-40'ını teşkil ederler ve kemiğin elastikiyetini sağlayan maddelerden oluşmuştur. Bu maddeler esası ossein olan birçok protein ve fibrilla denilen ipliklerdir (Dursun, 1999).

## 1.2. Genel Kemik Gelişimi

On sekizinci yüzyıldan beri, çok sert bir yapı olan kemiğin şekil değiştirmesi ve uzayabilmesi bütün araştırmacıların ilgisini çeken bir özellikti. İlk araştırmacılar mikroskop bulunmadan önce kemiklerin uç kısımlarından büyüdüğünü tespit etmişlerdir. Hatta kök boyasıyla besledikleri hayvanlarda kemiksel gelişimi göstermişlerdir (Erbengi, 1984).

Ama bu çalışmalar metot ve içerik açısından hiçbir zaman detaya inememiştir. Özellikle kemikleşme merkezleri tespit edilememiştir. Son yıllarda yapılan radyolojik çalışmalar, boyama teknikleri ve tomografi uygulamaları sayesinde hem kemikleşme merkezleri hem de kemiksel gelişimin zamana bağlı aşamaları belirlenmektedir (Patton ve Kaufman, 1994; Lerner ve Kuhn, 1997).

Fötal büyüme evresinde gelişimi gösterecek karakteristik kriterler, vücut ağırlığı, kemik büyüklükleri ve kemiklerin içerdiği mineral madde oranlarıdır. Bu oranlar doğuma kadar kayda değer bir değişiklik göstermez (Collignon ve ark., 1996).

Kemikleşme, intramembranöz ve intrakartilaginöz olmak üzere iki şekilde olur. İntramembranöz kemikleşmede kemik taslakları embriyodaki mezenşimal bağ dokusu yapısından direkt olarak kemik haline dönerler. Bu şekilde oluşan kemiklere örnek olarak clavicula ve yassı cranium kemikleri verilebilir (Arey, 1965; Williams ve Dyson, 1989; Polat, 1997; Dursun, 1999; Arıncı ve Elhan, 2001).

İntrakartilaginöz kemikleşmede ise bağ doku yapısındaki kemik taslağının önce kıkırdak dokusuna dönmesi daha sonrada kemik dokusu oluşturması şeklinde olur (Williams ve Dyson, 1989; Dursun, 1999; Arıncı ve Elhan, 2001; Sağlam ve ark., 2001).

Uzun kemiklerde kemikleşme embriyonal periyodun sonunda başlar. İlk olarak primer kemikleşme merkezinden olmak üzere diaphysis'ler şekillenir. İnsanlarda 12. haftada neredeyse tüm kemiklerin ilk kemikleşme odakları görünür hale gelir. Clavicula'lar vücuttaki tüm kemiklerden önce kemikleşmeye başlar ve bunu femur takip eder. Uzun kemiklerin kıkırdak modellerindeki kemikleşmenin ilk belirtisi kemiğin corpus'unda görülebilir. İlk kemikleşme merkezi farklı kemiklerde farklı zaman ve yerlerde görülür. Ama genel olarak insanlarda 7. ve 12. haftalarda görülür. Bu kemikleşme merkeziyle yani ilk kemikleşme merkeziyle oluşan kısım kemiğin diaphysis'i olarak adlandırılır (Williams ve Dyson, 1989; Arıncı ve Elhan, 2001).

İkinci kemikleşme merkezinden kemikleşen kısım ise kemiğin epiphysis'idir. İkinci kemikleşme merkezinden femur'un distal'i ile tibia'nın proximal'i insanlarda intrauterin hayatın 9. ayında oluşur. İkinci kemikleşme merkezlerinin çoğu doğumdan sonra oluşmasına rağmen, ilk kemikleşme merkezi doğumda vardır (Arıncı ve Elhan, 2001).

İlk kemikleşme merkezinden şekillenen diaphysis, ikinci kemikleşme merkezinden meydana gelen epiphysis ile hemen kaynaşmaz. Bu birleşme yetişkin bir insanın normal kemik boyutlarına gelinceye kadar olmaz. Kemiğin büyümesi sırasında diaphysis ile epiphysis arasında kıkırdak büyüme plağı bulunur (Doğuer ve Erençin, 1962; Williams ve Dyson, 1989).

### **1.3. Tavşanın Arka Ekstremitelerini Oluşturan Kemiklerin Anatomisi**

#### **1.3.1. Os Coxae**

Tavşanlarda os coxae üç kemikten oluşur. Bunlar os ilium, os ischii ve os pubis'tir. Bu üç kemiğin birleşme yerlerini genç hayvanlarda belirlemek kolaydır. Fakat yaş ilerledikçe kemikleşme tamamlanır ve böylece bu sınırların tespiti zorlaşır (McLaughlin ve Chiasson, 1990).

### 1.3.1.1. Os İlium

Os ilium, os coxae'nın cranial kısmını oluşturur. Bu kemiğin gövdesine corpus ossis ilii adı verilir ve bu kısım acetabulum'un oluşumuna katılır (Popesko ve ark., 1992).

Ala ossis ilii, yassı ve geniş olup os ilium'un kanat şeklindeki kısmıdır. Ala ossis ilii'nin iki yüzü vardır. Bunlar facies glutea ve facies sacropelvina'dır (Craigie, 1969; Barone ve ark., 1973).

Facies glutea, os ilium'un dış yana bakan yüzüdür. Bu yüzün cranial'inde bulunan crista iliaca'nın ventral ucunda spina iliaca ventralis cranialis adında bir çıkıntı bulunur. Spina iliaca ventralis cranialis'den başlayıp corpus ossis ilii'ye doğru uzanan çizgi, linea glutea ventralis ismini alır ve ala ossis ilii'yi eşit olmayan iki parçaya ayırır. Facies sacropelvina ise pelvis boşluğuna bakan yüzüdür. Bu bölümde iki yüz ayrıt edilir. Bunlar tuberositas iliaca ve sacrum ile eklem yapan facies auricularis'tir. Os ilium'un ala ossis ilii'sinin cranial kenarına crista iliaca denir. Crista iliaca'nın ventral ucunda bulunan çıkıntı ise spina iliaca ventralis cranialis ismini alır. Bu çıkıntının caudal'inde corpus ossis ilii'nin üzerinde lateral kısımdaki çıkıntı ise spina iliaca ventralis caudalis ismini alır (Craigie, 1969; Popesko ve ark.,1992).

Os ilium'un dorsal kenarında ise cranial'de spina iliaca dorsalis cranialis ve caudal'de spina iliaca dorsalis caudalis olmak üzere iki çıkıntı bulunur. Spina iliaca dorsalis caudalis'in arkasındaki çentiğe insicura ischiadica major denir (Barone ve ark., 1973).

### 1.3.1.2. Os Ischii

Os coxae'nın arka kısmını oluşturur. Kemiğin gövdesi corpus ossis ischii'dir ve acetabulum'un oluşumuna katılır. Sağlı sollu olarak ramus ossis ischii'ler median hatta birleşerek symphysis pelvina'yı oluştururlar. Os ischii'nin düz ve en geniş olan kısmına tabula ossis ischii denir. Os ischii'nin caudal kenarının lateral kenarla birleşim yerinde tuber ischiadicum denilen bir tümsek bulunur. Os ischii'nin bir de dorsal kenarı vardır. Bu kenar acetabulum düzeyinde spina ischiadica'yı şekillendirir. Spina ischiadica ile tuber ischiadicum arasında şekillenen çentiğe incisura ischiadica minor denir (Craigie, 1969; Barone ve ark., 1973; Popesko ve ark., 1992).

### 1.3.1.3. Os Pubis

Os pubis, os coxae'nın ön ve alt kısmını oluşturur. Corpus ossis pubis, ramus cranialis ossis pubis ve ramus caudalis ossis pubis olmak üzere 3 parçadan oluşur (Craigie, 1969; Popesko ve ark., 1992).

Corpus ossis pubis kemiğin gövdesini oluşturur ve acetabulum'un oluşumuna katılır. Ramus cranialis ossis pubis, symphysis pelvina'nın ön kısmının yan tarafında foramen obturatum'un önünde yer alır. Bu kenarın ön kısmında yaptığı çöküntüye pecten ossis pubis denir. Pecten ossis pubis'in lateral'inde bulunan kabartıya da eminentia iliopubica denir. Ramus caudalis ossis pubis, symphysis pelvina'nın bulunduğu kısımdır (Craigie, 1969; Popesko ve ark., 1992).

Ramus cranialis ossis pubis'lerin birbirleriyle birleştiği yerin dorsal'inde tuberculum pubicum dorsale adı verilen bir çıkıntı bulunur (Craigie, 1969).

Foramen obturatum, os coxae'nın tabanında bulunur ve os pubis ve os ischii tarafından oluşturulur (Barone ve ark., 1973).

Acetabulum, os ilium, os ischii ve os pubis'in birleşmesiyle oluşur. Bu oluşum caput femoris ile eklem yapan bir çukurdur (Craigie, 1969; Barone ve ark., 1973; Popesko ve ark., 1992).

### 1.3.2. Femur

Tavşanda femur, iskelet kemiklerinin en büyüklerinden birisidir. Bu kemiğin proximal'i spheroid yapısındadır ve collum ossis femoris ile sınırlandırılmış olan caput ossis femoris'i barındırır. Bu kısım acetabulum'la eklem yapar. Caput ossis femoris'in üzerinde ligament yapışmasına mahsus fovea capitis ossis femoris adında bir çukur bulunur ( Barone ve ark., 1973 ).

Caput ossis femoris'in lateral'inde bulunan büyük çıkıntı trochanter major'dur. Bu büyük çıkıntı, incisura trochanterica major denilen bir çentik ile pars caudalis ve pars cranialis olmak üzere ikiye ayrılır. Trochanter major'un arka iç yüzünde fossa trochanterica denilen bir çukurluk bulunur. Caput ossis femoris'in medial'indeki çıkıntı ise trochanter minor adını alır (Craigie, 1969; Barone ve ark., 1973; Popesko ve ark., 1992).

Corpus ossis femoris'in proximal 1/3'ünün lateral'inde trochanter tertius adı verilen bir çıkıntı bulunur (Barone ve ark., 1973).

Trochanter major'un caudal kenarının alt kısmı trochanter minor'e doğru bir alçalma yapar ve bu oluşuma crista intertrochanterica denir. Trochanter major ve minor arasında uzanan corpus ossis femoris'in cranial kısmında bulunan çizgi şeklindeki oluşuma ise linea intertrochanterica denir (Popesko ve ark., 1992).

Corpus ossis femoris, lateral kısımlardan labium mediale ve labium laterale ile sınırlandırılmıştır. Bu iki labium arasındaki yüze facies aspera denir. Bu labium'lar distal'e doğru birbirinden uzaklaşırlar ve aralarında düz bir saha oluştururlar. Bu kısma facies politea denir (Craigie, 1969; Popesko ve ark., 1992).

Femur'un distal ucu condylus lateralis ve condylus medialis olmak üzere iki parçaya ayrılmıştır. Bu iki condylus ise birbirinden fossa intercondylaris ile ayrılmıştır. Her iki condylus'da susam kemiklerinin eklemleşmesine mahsus facies articularis sesamoidea lateralis ve medialis bulunur (Craigie, 1969).

Condylus'ların dış yüzlerinin proximal'inde, epicondylus medialis ve epicondylus lateralis olmak üzere iki kabartı bulunur. Condylus lateralis'in lateral yüzünde iki adet sulcus yer alır. Bunlardan öndekine fossa extensoria arkadakine ise fossa musculi poplitea denir (Popesko ve ark, 1992).

### 1.3.3. Ossa Cruris

#### 1.3.3.1. Tibia

Tibia vücudun en uzun kemiklerinden birisidir. Proximal'de femur ile distal'de ise ossa tarsi ile eklemleşir (Craigie, 1969).

Tibia'nın extremitas proximalis'i, condylus medialis ve condylus lateralis diye iki bölüm taşır. Bu iki condylus kemiğin craniolateral bölümündeki sulcus extensorius ve arkadaki incisura poplitea ile birbirinden ayrılmıştır. Her iki condylus proximal'de femur ile eklemleşmeye mahsus yüzlere sahiptir. Bu eklem yüzleri medial'e doğru bir yükselme gösterirler. Bu yükseltilere tuberculum intercondylare mediale ve tuberculum intercondylare laterale adı verilir. Bu çıkıntıların ikisine birden ise eminentia intercondylaris denir ( Popesko ve ark.,1992).

Tibia'nın proximal kısmının ön yüzünde tuberositas tibiae denilen pürüzlü bir çıkıntı bulunur. Tibia'nın distal ucuna cochlea tibiae denir. Bu ucun medial ve lateral'inde birer çıkıntı bulunur. Bunlara malleolus lateralis ve malleolus medialis adı verilir (Craigie, 1969).

### 1.3.3.2. Fibula

Fibula, tibia'nın lateral'inde bulunan ince bir kemiktir ve tibia'nın condylus lateralis'inin lateral kısmı ile eklemleşir. Tibia'daki bu yüzze facies articularis fibularis denir. Fibula, tibia'nın ortalarında tibia ile tam olarak kaynaşmıştır (Craigie, 1969; Popesko ve ark., 1992).

### 1.3.4. Ossa Tarsi

Ossa tarsi üç sıra kemikten oluşmuştur. Üst (proximal) sırada talus ve calcaneus vardır. Distal sırada os tarsale II, os tarsale III, os tarsale IV bulunur. Bu iki sıra arasında ise os tarsi centrale (os naviculare) bulunur (Craigie, 1969; Popesko ve ark., 1992).

Talus, tarsal kemiklerin en büyüklerinden birisidir. Corpus tali, caput tali ve collum tali olmak üzere üç kısımdan oluşur. Corpus tali, talus'un esas kısmını teşkil eder. Üst kısmı makara şeklindedir ve trochlea tali ismini alır. Collum tali, corpus tali ile caput tali'nin arasında bulunan boyun bölgesidir. Caput tali, talus'un distal kısmını oluşturur. Distal'de ossa tarsi ile eklem yapar (Popesko ve ark., 1992).

Calcaneus, tarsal kemiklerin en büyük olanıdır. Calcaneus'un proximal'inde bulunan serbest ucuna tuber calcanei denir (Popesko ve ark., 1992).

Os tarsi centrale, proximal ve distal sıra tarsal kemikler arasında, tarsal bölgenin medial'inde yer alır (Craigie, 1969).

Tarsal kemiklerin distal sırasında medial'den lateral'e doğru 3 kemik bulunur. Bunlar sırasıyla os tarsale II, os tarsale III ve os tarsale IV' dür ( Popesko ve ark., 1992).

### 1.3.5. Ossa Metatarsalia

Ossa metatarsalia ayak tarak kemikleridir. Phalanx'lar ile tarsal kemikler arasında yer alırlar. Tavşanlarda 4 adet metatarsus vardır. Bunlar medial'den lateral'e doğru; os metatarsale II, os metatarsale III, os metatarsale IV ve os metatarsale V'dir (Craigie, 1969; Popesko ve ark., 1992).

### 1.3.6. Ossa Digitorum Pedis

Ossa digitorum pedis ayak parmak kemikleridir. Metatarsus'tan hemen sonra gelirler. Parmak sayısı metatarsus sayısı kadar yani 4 tanedir. Her parmakta ise 3 phalanx vardır (Craigie, 1969; Barone ve ark., 1973).

Phalanx'lar proximal'den distal'e doğru; phalanx proximalis digiti (II,III,IV,V), phalanx media digiti (II,III,IV,V), phalanx distalis digiti (II,III,IV,V) olmak üzere sıralanırlar (Craigie, 1969; Popesko ve ark., 1992).

### 1.3.7. Patella

Tavşan patella'sı küçük bir susam kemiğidir (McLaughlin ve Chiasson, 1990). Patella'nın, basis patella ve apex patella denilen iki kısmı, facies articularis ve facies cranialis adı verilen iki yüzü vardır (Barone ve ark., 1973).

### 1.3.8. Ossa Sesamoidea

Tavşanlarda femur'un distal ucunun caudal'inde os sesamoideum musculi poplitei ve os sesamoideum musculi gastrocnemii adlı iki adet susam kemiği bulunur. Metatarsal kemiklerin distal'i ile phalanx proximalis'in proximal'i arasında caudal'de bulunan susam kemiklerine ise os sesamoideum proximale adı verilir (Popesko ve ark., 1992).

Phalanx distalis ile phalanx media arasında os sesamoideum distale adında susam kemikleri bulunur (Craigie, 1969).

#### 1.4. KEMİK GELİŞİMİ

Uzun kemiklerde kemikleşme embriyonal periyodun sonunda başlar. İlk olarak primer kemikleşme merkezlerinden olmak üzere diaphysis'ler şekillenir (Williams ve Dyson, 1989; Arıncı ve Elhan, 2001).

Diaphysis'i oluşturmak üzere meydana gelen ilk kemikleşme odağına, primer kemikleşme merkezi adı verilir. Kemiklerde farklı zamanlarda olmak üzere doğumda hemen hemen bütün kemiklerde primer kemikleşme merkezi bulunur. Uzun kemiklerin uç kısımlarında bulunan kemikleşme odağına ise sekonder kemikleşme merkezi denir. Bu merkez bir tane olabildiği gibi birden fazla da olabilir. Sekonder kemikleşme merkezinin başlattığı kemikleşme, taslağın iç kısmından çevreye doğru yayılarak devam eder. Gittikçe büyüyen bu kemik doku ile diaphysis arasında bir kıkırdak bölge kalır. Bu bölgeye cartilago epiphysialis veya büyüme kıkırdağı denir. Bu bölgenin kemiğin uzunlamasına büyümesi açısından önemi büyüktür (Doğuer, 1963; Dyce ve ark.,1987; Williams ve Dyson, 1989; Arıncı ve Elhan, 2001).

İnsanlarda 12. haftada neredeyse tüm kemiklerin ilk kemikleşme odakları görünür hale gelir. Clavicula'lar vücuttaki tüm kemiklerden önce kemikleşmeye başlarlar. Bunu femur takip eder. Uzun kemiklerin kıkırdak modellerindeki kemikleşmenin ilk belirtisi, kemiğin corpus'unda görülebilir. İlk kemikleşme merkezleri farklı kemiklerde farklı zaman ve yerlerde görülür. Ama genel olarak 7. ve 12. haftalarda kemikleşme merkezleri oluşmuş durumdadır. Bu kemikleşme merkeziyle oluşan kısım kemiğin diaphysis'i olarak adlandırılır (Rahilly ve Müller, 1992; Arıncı ve Elhan, 2001).

Uzun bir kemiğin birinci kemikleşme merkezinden başka bir de ikinci kemikleşme merkezi bulunur. İkinci kemikleşme merkezinden orijin alıp gelişen

kısım ise epiphysis olarak adlandırılır (Dyce ve ark., 1987; Williams ve Dyson, 1989; Rahilly ve Müller, 1992; Arıncı ve Elhan, 2001).

İnsanlarda ikinci kemikleşme merkezlerinden femur'un distal'i ile tibia'nın proximal'i intrauterin hayatın 9. ayında oluşur (Arıncı ve Elhan, 2001).

Tüm memeliler için genel olarak, ikinci kemikleşme merkezlerinin çoğu postuterin hayatta bulunmasına rağmen, birinci kemikleşme merkezleri doğumdan önce oluşmuşlardır (Dyce ve ark., 1987; Williams ve Dyson, 1989).

## **1.5. KARŞILAŞTIRMALI KEMİK GELİŞİM AŞAMALARI**

### **1.5.1. İnsan, Köpek, Fare ve Tavşanlarda Kemik Gelişim Aşamaları**

#### **1.5.1.1.Os Coxae**

İnsanlarda os coxae, üçü primer, beşi sekonder olmak üzere toplam sekiz kemikleşme merkezinden gelişir. Primer kemikleşme merkezleri os pubis, os ischii ve os ilium'da bulunur. Sekonder kemikleşme merkezleri ise crista iliaca, spina iliaca anterior, tuber ischiadicum, symphysis pubica ve acetabulum'da "Y" şeklindeki kıkırdakta bulunur. Doğumda os coxae'yı oluşturan 3 parça henüz tamamen kemikleşmemiştir. 7.-8. yıllar da ramus inferior ossis pubis ve ramus ossis ischii tamamıyla kemikleşerek kaynaşır. Puberta döneminde sekonder merkezler görülür. Genellikle crista iliaca'da iki adet kemikleşme merkezi görülür. Bunlar kısa zamanda birbiriyle kaynaşırlar. 13-14 yaşlarında primer kemikleşme merkezleri ilerleyerek acetabulum'da aralarında "Y" harfi şeklinde bir kıkırdak kalacak şekilde birbirlerine yaklaşırlar. Daha sonra birisi os ilium ile os pubis diğeri ise os ilium ile os ischii arasında olmak üzere iki veya daha fazla merkezden kemikleşmeye başlarlar. 12 yaşlarında os ilium ile os pubis arasında görülen ayrı kemik odağına os acetabuli denilmektedir. Puberta döneminde, diğer kısımlarda da kemikleşme başlar ve 20- 25 yaşlarında diğer kısımlarla kaynaşır (Arıncı ve Elhan, 2001).

Köpeklerde os coxae sekiz veya dokuz kemikleşme merkezinden gelişir. Bunlar corpus ossis ilii, ala ossis ilii, ramus ossis ischii, ala ossis ischii, corpus ossis pubis, ramus ossis pubis, acetabulum, crista iliaca, tuber ischiadicum'dur (Hare, 1961; Chapman, 1965). Bunların dışında ayrıca bir küçük merkez daha vardır. Arcus ishiadicus ise bir veya birden çok kemikleşme merkezinden gelişebilir. Corpus ossis ilii, ala ossis ilii, ramus ossis ischii, ala ossis ischii, corpus ossis pubis ve ramus ossis pubis doğumdan önce şekillenirler. Acetabulum'un kemikleşme merkezi 8, 9, 10 veya 11. haftada görülür. Bu bölgenin röntgen ile görülmesi oldukça güçtür. Tuber ischiadicum'un kemikleşme merkezi 2. ayın sonunda ve 3. ayda görülür. Arcus ishiadicus için bir veya birden fazla kemikleşme merkezleri 6. ay sonunda görülür (Hare, 1961).

Farelerde os coxae'da ilk kemikleşme merkezi os ilium'da gözlenir. Bu merkez gebeliğin 16. gününde ortaya çıkar. Gebeliğin 17. gününde ise os ischii'de küçük kemikleşme merkezleri gözlenir. Bu üç kemikleşme merkezi düzenli olarak ve birbirlerine yaklaşıp büyürler. Fakat bu merkezler acetabulum bölgesinde buluşmazlar. Gebeliğin 14. gününde os ilium'un büyük bir bölümü ve os pubis'in ramus cranialis'inin büyük bir kısmı kıkırdak doku halindedir (Patton ve Kaufman, 1994).

#### 1.5.1.2. Femur

İnsanlarda femur beş kemikleşme merkezinden oluşur. Bunlar corpus ossis femoris, caput ossis femoris, trochanter major, trochanter minor ve femur'un distal ucunda bulunurlar. Clavicula hariç tüm uzun kemiklerde olduğu gibi, femur'da da ilk kemikleşme intrauterin hayatın 7.- 8. haftasında kemiğin gövdesinde görülür ve kısa zamanda proksimal ve distal'e ilerler. Distal uçta kemikleşme intrauterin hayatın 9. ayında görülür ve bu merkezlerden her iki condylus ve epicondylus gelişir. Caput ossis femoris'te kemikleşme doğumdan sonra 6.-7. aylarda başlar. Trochanter major'da kemikleşme 4. yaşta, trochanter minor'da ise 13-14. yaşlarda başlar. Corpus ossis femoris ile önce trochanter minor ve daha sonra da caput ossis femoris

ve distal uç kaynaşır. Proksimal epiphysis 17, distal epyphysis ise 20-24. yaşlarda corpus ossis femoris ile kaynaşır ( Arıncı ve Elhan, 2001).

Tavşan femur'u büyüme ve gelişme çalışmaları için özellikleri olan ve bu yüzden sıklıkla kullanılan bir kemiktir (Khermosh ve ark., 1972; Rudicel ve ark., 1984). Günde 700 milimikron'a kadar çıkabilen bir büyüme hızına sahiptir (Lerner ve Kuhn, 1997). Bu değer, diğer gelişmiş laboratuvar hayvanları arasındaki en yüksek değerdir. Aynı zamanda doğumdan sonra 6 hafta içindeki en yüksek büyüme oranıdır. Bu büyüme plağının grafiği ise çok düzenli bir büyüme gösterir. Ayrıca kemik büyüme hızında, 6 haftalık tavşanlarda 300 milimikron'a varan varyasyonlar tespit edilmiştir. Bu özellikler araştırmacıların gelişim çalışmalarında tavşan femur'unu tercih etmeleri için yeterlidir. Büyüme modeli olarak tavşan femur'u araştırmacılar için çok kullanışlıdır (Rudicel ve ark., 1984; Lerner ve Kuhn, 1997).

Yeni Zelanda tavşanı'nda femur'un doğumdan 42. güne kadar olan büyümesi insanlardaki 4,5 yaşa kadar olan büyümeye eşdeğerdir. Doğum ile doğumdan 42 gün sonra femur boyu yaklaşık 3 kat artmaktadır. Tavşanlarda iskelet gelişiminin tamamlanması yani büyüme plaklarının kapanması 24-28. haftalarda olur. Fakat femoral büyümenin % 95'i 16. haftada tamamlanır (Lerner ve Kuhn, 1997).

Tavşanlarda femur gelişimi diaphysis'de bulunan bir adet primer kemikleşme merkezi ile çeşitli sekonder kemikleşme merkezlerinden oluşur. Bu sekonder kemikleşme merkezleri epiphysis'i oluşturur. Bu merkezlerden üç tanesi proksimal ekstremiteye aittir ve caput ossis femoris, trochanter major ve trochanter minor'u oluşturur (Barone, 1986).

Köpeklerde femur beş kemikleşme merkezinden gelişir. Bunlar corpus ossis femoris, caput femoris, trochanter major, trochanter minor, condylus lateralis ve condylus medialis'tir. Corpus femoris (diaphysis) doğumdan önce şekillenmiştir. Caput femoris'in kemikleşme merkezi 2. ayda görülür. Trochanter major'un diğer

kemikleşme merkezi 7 ,8 ,9 ,10 ve 11. haftalarda görülür. Distal epiphysis'deki kemikleşme merkezleri 2.,3. ve 4. haftalarda görülür (Hare, 1961; Chapman, 1965).

Fare femur'undaki ilk küçük kemikleşme merkezi gebeliğin 15. ve 16. günlerinde gözlenir. Femur'un distal kısmının sekonder kemikleşme merkezi ise 14. günde görülebilir (Patton ve Kaufman, 1994).

### **1.5.1.3. Patella**

Patella insanlarda doğumdan sonra 2. veya 3. yıllarda görülen tek kemikleşme merkezinden gelişir. Bazen 6. yıla kadar uzayabilir. Yan yana bulunan iki adet merkezden de geliştiği görülmüştür ( Arıncı ve Elhan, 2001).

### **1.5.1.4. Ossa Cruris**

#### **1.5.1.4.1. Tibia**

İnsanlarda tibia üç kemikleşme merkezinden oluşur. Bunlar corpus tibiae, epiphysis proximalis ve epiphysis distalis'tir. Corpus tibiae'daki kemikleşme intrauterin hayatın 7. haftasında başlar ve yavaş yavaş uçlara doğru ilerler. Epiphysis proximalis'te doğumdan hemen sonra başlar. 10 yaşlarında ön tarafa doğru yaptığı çıkıntıdan tuberositas tibiae gelişir. Epiphysis distalis'te ise 2 yaşında kemikleşme başlar ve corpus tibiae ile 18 yaşında kaynaşır (Arıncı ve Elhan, 2001).

Köpeklerde tibia beş kemikleşme merkezinden şekillenir. Bunlar corpus tibiae, condylus medialis, condylus lateralis, tuberositas tibiae ve epiphysis distalis'tir. Corpus tibiae, doğum öncesi iyi gelişmiştir. Condylus medialis, condylus lateralis ve epiphysis distalis 2, 3 ve 4. haftada görülür. Tuberositas tibia'nın kemikleşme merkezi 7 ve 11. haftalarda şekillenmiştir. Bu süreler beslenmeye bağlı olarak değişebilir. Malleolus medialis'in kemikleşme merkezi ise 3. ayda şekillenir (Hare, 1961; Chapman, 1965).

Farede tibia'nın ilk kemikleşme merkezleri gebeliğin 16. gününde gözlenir. İkinci kemikleşme merkezi ise doğumdan sonra 7. günde tibia'nın distal ve proksimal kısımlarında bulunur (Patton ve Kaufman, 1994).

#### **1.5.1.4.2. Fibula**

Köpeklerde fibula 3 kemikleşme merkezinden şekillenir. Bunlar corpus fibulae, caput fibulae ve epiphysis distalis'tir (Hare, 1961; Chapman, 1965; Barone, 1986).

Diaphysis doğumda iyi gelişmiştir. Epiphysis proximalis'in kemikleşme merkezi 2 ve 3. ayın başlarında oluşur. Epiphysis distalis'in kemikleşme merkezleri 4,5,6 ve 7. haftalarda görülmüştür. 2 köpekte ise distal epiphysis 2 merkezden hızlı bir şekilde birleşerek kemikleşir (Hare, 1961).

Farede ise fibula'nın ilk kemikleşme merkezi gebeliğin 16. gününde gözlenir. İkinci kemikleşme merkezi ise tibia'nın distal'inde bulunur (Patton ve Kaufman, 1994).

#### **1.5.1.5. Ossa Tarsi**

İnsanlarda calcaneus iki, diğer tarsal kemikler birer kemikleşme merkezinden gelişirler. İntrauterin hayatın 6. ayında calcaneus, 7. ayında talus ve 9. ayında os cuboideum kemikleşmeye başlar. Doğumdan sonra 1. yılda os cuneiforme III, 4. yılda da os cuneiforme II ve os naviculare kemikleşmeye başlar. Calcaneus'un epiphysis'inde 10. yılda görülen sekonder kemikleşme merkezi, puberta'dan sonra diğer bölüm ile kaynaşır. Talus'un tuberculum laterale'si ayrı bir merkezden kemikleşebilir (Arıncı ve Elhan, 2001).

Köpeklerde ön ayak bilek kemikleri yedi tanedir. Her bir kemik bir kemikleşme merkezinden oluşur. Ossa tarsi ve ossa carpi'nin kemikleşme merkezleri

beslenme ve genetik özellikler ile değişebilir. Kemikleşme merkezinin görülmesindeki sırada küçük varyasyonlar vardır. Os tarsale quartum'un kemikleşme merkezi doğumdan sonra 2. veya 3. haftada görülebilir. Os tarsi centrale'nin kemikleşme merkezi ise 2,3,4 veya 5. haftada görülebilir. Os tarsale tertium'un kemikleşme merkezi, os tarsale primum ve os tarsale secundum'un kemikleşme merkezlerinden sonra görülür. Calcaneus'un kemikleşme merkezi bu kemiklerden en son gelişenidir. İki küçük merkez halinde başlayan kemikleşme, bu merkezlerin birleşmesiyle son bulur ve calcaneus'u oluşturur. İkinci ay sonunda tüm tarsal kemiklerin kemikleşme merkezleri görülür (Hare, 1961).

Farede talus ve calcaneus kemikleşmeye gebeliğin 19. gününde başlar. Diğer tarsal kemikler ise kemikleşmenin ilk belirtisini doğumdan sonraki 7. günde gösterir. Tuberositas calcanei'deki kemikleşme merkezi doğumdan sonraki 14. günde şekillenir. Patella'nın kemikleşme merkezi doğumdan sonraki 7.-14. günler arasında ortaya çıkarken, ossa sesamoidea musculi gastrocnemii'nin kıkırdak modeli henüz kemikleşme göstermemektedir (Patton ve Kaufman, 1994).

#### 1.5.1.6. Ossa Metatarsalia

İnsanlarda metatarsal kemiklerin her biri iki kemikleşme merkezinden oluşur. Birinci metatarsal kemikte bunlardan biri corpus'ta, diğeri basis'te görülür. Diğer dört metatarsal kemikte ise biri corpus'ta diğeri ise caput'ta bulunur. Corpus'larda kemikleşme 7.-9. haftalarda başlar ve uçlara doğru uzanır. Os metatarsale I'in basis'inde kemikleşme 3. yılda başlar ve 18.-20. yıllarda corpus'u ile birleşir. Diğer metatarsal kemiklerin caput'larında kemikleşme 5.-8. yıllarda başlar ve 18.-20. yıllarda corpus'u ile birleşir ( Arıncı ve Elhan, 2001).

Köpeklerde 2,3,4 ve 5. parmaklar fonksiyoneldir. Bu parmaklarla eklemlenen metatarsus'lar iyi gelişmiştir. Her kemik iki adet kemikleşme merkezinden gelişir. Bunlardan birisi corpus (diaphysis) ve diğeri epiphysis distalis'tir. Diaphysis'deki eklemlenme merkezleri doğumdan önce iyi gelişmiş durumdadır. Epiphysis

distalis'teki kemikleşme merkezleri diaphysis'deki kemikleşme merkezleriyle aynı anda gelişmez. İlk olarak os metatarsale III-IV'ün kemikleşme merkezleri, kısa bir süre sonra os metatarsale II, daha sonra os metatarsale V'in merkezleri gözlenir. Metatarsal taslakların kemikleşme merkezleri metakarpal kemiklere oranla daha önce şekillenir (Hare, 1961).

Os metatarsale I'in gelişimi hayvanlarda çeşitli varyasyonlar gösterir. Çalışılan bütün köpeklerde kemikleşme merkezi bir tanedir. Bu kemikleşme merkezi 6,7,8 ve 9. haftalarda şekillenir (Chapman, 1965).

Farelerde arka bacağın kemikleşme modeli temel olarak ön bacağınkıyla aynıdır. Fakat arka bacakta bulunan metatarsus ve phalanx proximalis'e ait kemikleşme merkezleri daha çabuk gelişir. Bu merkezler gebeliğin 19. gününde ve en geç doğumda görülür (Patton ve Kaufman, 1994).

#### **1.5.1.7. Ossa Digitorum Pedis**

İnsanlarda phalanx'lar biri corpus'unda diğeri ise basis'inde olmak üzere iki kemikleşme merkezinden meydana gelir. Corpus'taki merkez 10. haftada, basis'deki ise 4. ve 10. yıllar arasında görülür (Arıncı ve Elhan, 2001).

Köpeklerde phalanx proximalis ve phalanx media ikişer kemikleşme merkezinden gelişirler. Bunlardan biri diaphysis'te, diğeri ise proximal epiphysis'tedir. Diaphysis'deki kemikleşme merkezi doğumda vardır. Phalanx proximalis II-III-IV ve V'in epiphysis'inde bulunan kemikleşme merkezleri 4,5,6 ve 7. haftalarda görülür (Chapman, 1965).

Farelerde gebeliğin 18. gününde phalanx proximalis II-III ve IV'ün diaphysis'lerinde kemikleşme başlar. Hemen hemen aynı zamanda phalanx distalis II-III ve IV'ün uç kısımlarında da kemikleşme gözlenmektedir. Phalanx proximalis I ve V'de kemikleşme daha geç, gebeliğin 19. gününde başlar. Phalanx media'da ise

kemikleşme merkezleri gebeliğin 19. gününde kemiğin diaphysis'inde gözlenir (Patton ve Kaufman, 1994).

Tavşan memeli türlerini temsil etme açısından da son derece uygundur. Günümüzde tavşan ile ilgili bilgiler yetersizdir. Bugün yayınlanmış olan veteriner anatomi kitapları tavşan anatomisi hakkında birçok konuyu içermektedir. Fakat osteolojik gelişim konusunda ayrıntılı olarak kaynak bulunmamaktadır (Barone ve ark., 1973).

Tavşanlar hakkında yapılan bilimsel çalışmalarda ise bazı özel bölgelerin detayları çalışılıp tartışılmıştır. Fakat bu çalışmalar tavşan anatomisiyle ilgili kitaplara girmeyecek kadar spesifiktir ( McLaughlin ve Chiasson,1990).

Kemik gelişimi ile ilgili yapılan ilk çalışmalar diseksiyon ile sınırlı kalmıştır. Bu çalışmalarda kemik gelişimi ölçüm ile tespit edilmiş, bu yöntemle kemikleşme merkezlerinin ve kemik büyüme plaklarının görülmesi çok zor olmuştur. Fakat kemikler ilk kez alizarin red ile 1934 yılında boyanmış, bu metotla kemikleşme merkezleri net olarak görülmüştür. Ancak ne yazık ki bu yöntem için bir çok hayvanı öldürmek gerekmiş bu yüzden bazı araştırmacılar röntgen ile çalışmayı daha uygun bulmuşlardır. Çünkü radyolojik çalışmaların diğer metotlardan farklı olarak birkaç avantajı bulunmaktadır. Radyolojik çalışma sayesinde birçok hayvan öldürülmemekte ve kemikleşme aşamalarını takip etme olanağı doğmaktadır. Fakat bazı kemiklerin kemikleşme merkezlerini tespit etmede radyolojik uygulamalar da yetersiz kalmaktadır. Özellikle acetabulum'da bulunan kemikleşme merkezlerinin görülmesi için alizarin red ve alcian blue ile boyamaya gereksinim vardır.

Kemik gelişimi ile ölçümsel verilerin, kemikleşme merkezlerinin ve büyüme plaklarının kapanma zamanının, hem radyolojik uygulamaların, hem boyama yöntemlerinin, hem de diseksiyon sonucu yapılan ölçümlerin kullanılmasıyla net ve kesin bir şekilde tespit edilmesi mümkün olacaktır.

Kemik gelişimi konusunda deney hayvanlarına oranla uzun bir ömür süren insanla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat tavşan ve rat gibi laboratuvar hayvanlarının yaşa bağlı kemiksel gelişim verileri çalışılmalıdır (Jowsey, 1968).

Enfeksiyona bağlı hastalıklarda, beslenme ile ilgili problemlerde, hormonal bozukluklarda ve bu gibi anormal kemik gelişimine sebep olacak etkenlerin teşhisinde kemik gelişiminin normal seyri bilinmek zorundadır. Zamana bağlı normal kemik gelişim verileri yapılacak tüm kemik gelişim çalışmalarında araştırmacılara yardımcı olacaktır

Yapılan bu çalışma ile son yıllarda önem kazanan kısıtlı sayıdaki kemik gelişim araştırmalarına bir yenisinin eklenmesi ve kullanılan boyama, röntgen yöntemleri ve ölçümler ile Yeni Zelanda tavşanında arka ekstremitelerin postnatal osteolojik gelişiminin detaylı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak 72 adet 9 farklı periyotta erkek Beyaz Yeni Zelanda tavşanının arka ekstremiteleri kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan tavşanların bir kısmı Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü Serum Üretme ve Araştırma Laboratuvar'ından ve Başkent Üniversitesi Deney Hayvanları Üretimi Ünitesinden temin edildi. Diğer hayvanlar ise Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda üretildi. Tavşanların rasyonlarındaki besin maddeleri ve minerallerin miktarı bulguları olumsuz etkilememesi için dikkate alındı.

Kullanılan rasyon; % 88 kuru madde (en az), % 16 ham protein (en az), % 10 ham selüloz (en çok), % 10 ham kül (en çok), % 1 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 D vitamini ve en az 30 Mg/kg E vitamini içermektedir. Bu rasyon günlük 100g / kg canlı ağırlık hesabıyla verilmiştir. Kafeslerde sürekli olarak su bulundurulmuş ve hayvanlara içebildikleri kadar (adlibitum) su verilmiştir. Altlık olarak yonca sapı kullanılmış, kaba yem olarak buğday verilmiştir.

Jowsey (1968)' e göre kemik gelişimi 6 aylık tavşanlarda sona ermektedir. Rudicel ve ark. (1984) tarafından yapılan çalışmada, tavşanda doğumdan sonra ilk ay kemiğin büyüme hızının çok yüksek olduğu, 8. – 10. haftalarda ise büyüme hızının giderek azaldığı belirtilmiştir. Femur büyümesinin 10. haftadan itibaren çok yavaşladığı bildirilmiştir. Aynı çalışmanın periyotları 2, 4, 6, 8, 10 ve 14,. Hafta olarak belirlenmiştir.

Jowsey (1968), Khermosh ve ark. (1972)'na uygun olarak doğumdan sonra sık ve daha sonra giderek seyrekleşen periyotlar saptanmıştır.

**Tablo.2.1. Çalışmada kullanılan tavşanların yaş periyotları.**

| Periyotlar | Hafta | Gün |
|------------|-------|-----|
| 1          | 0     | 0   |
| 2          | 1     | 7   |
| 3          | 3     | 21  |
| 4          | 6     | 42  |
| 5          | 10    | 70  |
| 6          | 15    | 105 |
| 7          | 21    | 147 |
| 8          | 24    | 168 |
| 9          | 28    | 196 |

### 2.1.Anestezi

Hayvanlar kas içi enjeksiyon ile 35 mg/kg Ketamin ve 5mg/kg Xylazine kombinasyonu uygulanarak anesteziye alındı. Bu işlemten sonra göğüs kafesi açılıp kalpleri apex'ten kesilerek kanın boşalması sağlandı. Daha sonra kadavralar % 10'luk formol içinde saklandı.

### 2.2.Diseksiyon

Saklanan kadavraların arka ekstremiteleri makas ve bistüri kullanılarak gövdeden ayrıldı. Bütün kadavraların diseksiyonu tamamlandıktan sonra % 10'luk formol solusyonu içeren numaralandırılmış saklama kaplarına konuldu.

### 2.3.Boyama

% 10'luk formolde saklanan kadavralar saf su ile yıkandıktan sonra % 95'lik etanol içeren kaplara konuldu. Bu kaplarda 10 gün bekleyen bacaklar saf asetonda 24 saat tutulduktan sonra boyamaya hazır hale getirildi.

300 mg alcian blue ve 100 ml % 70'lik etanol içeren çözelti ile 100 mg alizarin red ve 100 mg % 95'lik etanol içeren çözelti karıştırıldı. Bu karışıma 100 ml glisial asetik asit ile 1700 ml % 70'lik etanol eklenerek solusyon hazırlandı.

Bu solusyon içinde etüvde 60°C'de 4 gün bekletilen ekstremiteler etüvden çıkartıldıktan sonra 2 saat boyunca akan suda yıkandı. Yıkamanın ardından ekstremiteler üç gün boyunca % 2'lik KOH içeren kaplarda saklandı. Daha sonra boyanın muhafazası, dokunun kurumaması ve çevre dokuların temizlenmesi için % 20'lik gliserin ve % 1'lik KOH çözeltileri içeren solusyonda bekletildi. Ekstremiteler sırasıyla % 50 ve % 80'lik gliserin'de 7'er gün bekletildi. Son olarak % 100'lük gliserin çözeltisinde saklandı (Erdoğan ve ark.,1995; Peker ve ark.,1998).

### 2.4.Radyolojik Uygulama

Radyografik görüntüler için Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Radyoloji Bilim Dalında bulunan 30 mA gücündeki Schimatzu marka röntgen cihazından yararlanıldı. Radyolojik görüntüler 20x30'luk filmlere lateral ve dorsal yönden alındı. Röntgen filmleri negatoskop ile değerlendirilerek scanner ile kağıda döküldü.

### 2.5.Ölçme

Kemiklerin ölçümlerinde Mitutoyo (digimatic caliper 150 mm) marka kumpas kullanıldı. Os coxae için yapılan ölçümlerde Driesch (1976)'ten yararlanıldı. Bununla beraber diğer ölçümlerde Driesch (1976)'da olduğu gibi, kemiklerin proximal ucunun tepe noktası ile distal kısmın en uç noktası arasındaki uzunluk esas

alındı. Kemiklerin enlerinin genişliği tespit edilirken bu ölçü kemiklerin tam ortasından alındı. Ossa cruris'te ise bu ölçüm tibia ile fibula'nın kaynaştığı bölgeden yapıldı.

Alınan ölçümler sonucu istatistik değerlendirmeler yapıldı. Bu değerlendirmelere os coxae, femur, ossa cruris ve metatarsale III dahil edildi. İstatistik yöntem olarak ANOVA testi ve Student Newman Keuls testi kullanıldı.

## **2.6.Fotograf**

Fotograf çekiminde iki ayrı makine kullanıldı. Bunlardan ilkinde, intel play QX3 digital mikroskoptan, diğerinde ise kodak digital cameradan yararlanıldı. Alınan fotoğraflar Paint Shop Pro programı ile netleştirildi ve kağıda döküldü.



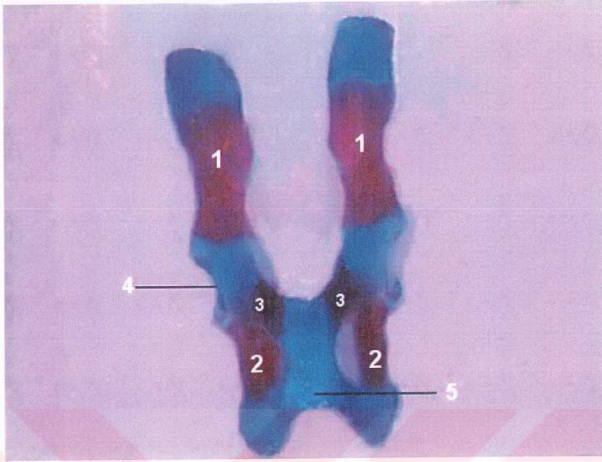
### 3. BULGULAR

#### 3.1. Os Coxae

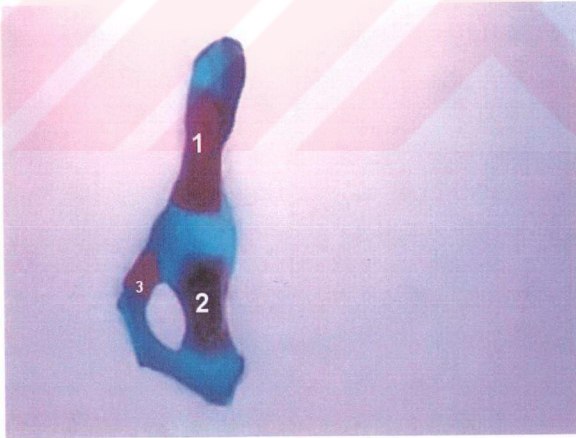
##### 3.1.1. Os Coxae'nın Boyama Bulguları

İlk grup, 0 günlük materyallerde os ischii (Şekil 1,2,3,4/2), os ilium (Şekil 1,2,3,4/1 ve os pubis'e (Şekil 1,2,3,4/3) ait yapılan boyamalar sonucu kırmızı renk almış kemik taslakları tespit edildi. Kırmızıya boyanmış bu kemik taslaklardan en büyüğünün os ilium'a ait primer kemikleşme merkezi olduğu saptandı. Os ischii'ye ait kemikleşme merkezi ve oldukça küçük olan os pubis'e ait kemikleşme merkezleri, maviyle boyanmış kıkırdak doku içinde kırmızıya boyanmış olarak net bir şekilde görüldü. Bu kemik taslakların, acetabulum'u (Şekil 1/4) oluşturan kıkırdak taslak ile birbirleriyle birleştikleri tespit edildi. Acetabulum ve fossa acetabuli'nin (Şekil 4/5) tamamen mavi renkte boyanan kıkırdak dokudan oluştuğu ve herhangi bir kemikleşme merkezi içermediği saptandı. Acetabulum'un kıkırdak dokusunda görülen "Y" şeklindeki yapının, os ilium, os ischii ve os pubis tam olarak gelişmedikleri için bu periyotta gözlenemediği tespit edildi. Os ischii'ye ait primer kemikleşme merkezinin caudal ucunun acetabulum'a doğru bir bombeleşme yaptığı belirlendi. Os ilium'a ait kemikleşme merkezinin acetabulum'a yakın kısımda düz bir tabaka şeklinde olduğu görüldü. Os pubis'e ait primer kemikleşme merkezi ise oldukça küçük kırmızı bir şekilde tespit edildi. Arcus ischiadicus ve symphysis pelvina'nın (Şekil 1/5) hemen hepsinin maviyle boyalı kıkırdak dokudan yapıldığı ve herhangi bir kemikleşme merkezi içermediği tespit edildi.

İkinci grup materyallerde os coxae'yı oluşturan kemik taslakların geliştiği saptandı. Acetabulum seviyesinde "Y" şeklinde büyüme kıkırdağının varlığı net bir şekilde görüldü. Bu "Y" şeklinde gözlenen kıkırdak yapının birleşme noktasının os pubis'e daha yakın olduğu belirlendi. Bu gruptaki materyallerde os pubis ve os ischii'nin kemiksel olarak birleştiği tespit edildi. Os coxae'yı oluşturan kemiklerin acetabulum'da birleşmesine rağmen acetabulum'un sadece tabanında kemiksel



**Şekil.3.1.**Yeni doğmuş tavşanda os coxae. (Ventral'den görünüş)x10  
 1.Os ilium 2. Os ischii 3.Os pubis 4.Acetabulum 5.Symphysis pelvina



**Şekil.3.2.**Yeni doğmuş tavşanda sağ os coxae (Dorsal'den görünüş)x10  
 1.Os ilium 2.Os ischii 3.Os pubis

bir çatı oluşturdıkları, bunun dışında acetabulum'un kıkırdak bir dokuya sahip olduğu gözlemlendi. Os ilium'un primer kemikleşme merkezinin kesin sınırlarla belirgin olarak kırmızıya boyandığı görüldü. İlium'da crista iliaca'da ventral'e doğru gidildikçe kalınlığı artan maviye boyalı kıkırdak bir yapı gözlemlendi. Os ischii'de tuber ischiadicum'dan başlayarak, karşılıklı olarak arcus ischiadicus'u oluşturacak ve symphysis pelvina'da birleşecek şekilde bir kıkırdak dokunun varlığı tesbit edildi. Bu şekilde arcus ischiadicus'un kıkırdak dokudan yapıldığı gözlemlendi.

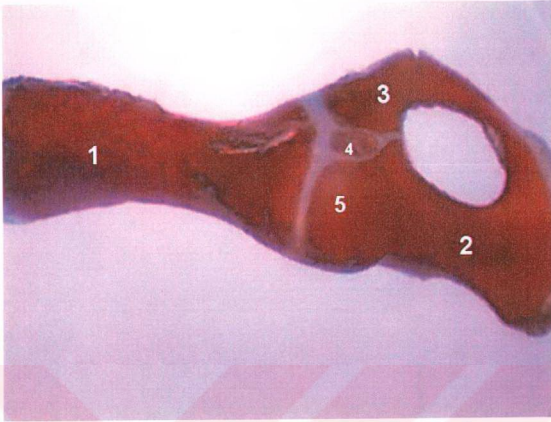
Acetabulum'un fossa acetabuli'sinde, acetabulum'u oluşturan kıkırdak yapıya gömülmüş bir şekilde, os pubis'in primer kemikleşme merkezinin acetabulum'a bakan kısmında küçük bir kemikleşme merkezi (Şekil 3/4) tespit edildi.

Os pubis'in symphysis pelvina'dan arcus ischiadicus'a doğru kemiksel bir çizgi şeklinde uzadığı ve os ischii ile birleştiği gözlemlendi. Bu kısım bu periyotta en çok gelişen bölüm olarak belirlendi.

Üçüncü grup, üç haftalık materyallerde os coxae'yı oluşturan kemiklerin acetabulum seviyesinde birbirlerine yaklaştıkları gözlemlendi. Bu kemiklerin arasında bulunan "Y" şeklindeki kıkırdaksal büyüme çizgisinin önceki periyoda oranla daha ince bir çizgiden oluştuğu tespit edildi.

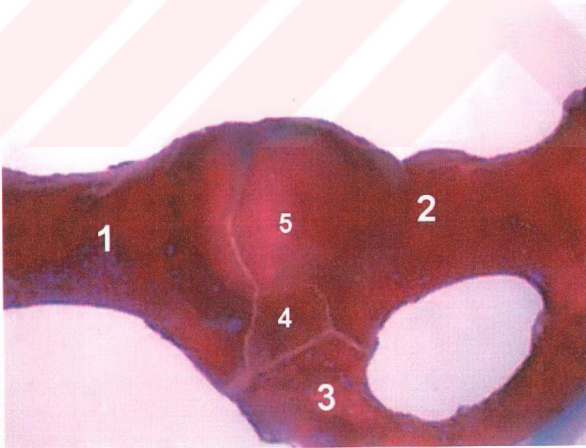
Acetabulum'u oluşturan kıkırdak dokunun yerini yavaş yavaş kemik dokuya bıraktığı gözlemlendi. Acetabulum'da bulunan sekonder kemikleşme merkezinin geliştiği, os pubis'in acetabulum'a bakan kısmını oluşturduğu ve muntazam olmayan bir dikdörtgen prizmasını andırdığı saptandı. Ayrıca acetabulum'a bakan yüzde caudal'e doğru küçük bir çıkıntı gözlemlendi.

Os ilium, os ischii ve os pubis'i oluşturan primer kemikleşme merkezlerinin her yönde gelişerek büyüdüğü belirlendi. Bu periyotta herhangi bir sekonder kemikleşme merkezine rastlanmadı.



**Şekil.3.3.** Bir haftalık tavşanda sağ os coxae (Lateral'den görüntü)x10

1.Os ilium 2.Os ischii 3.Os pubis 4.Acetabulum'daki sekonder kemikleşme merkezi  
5.Fossa acetabuli



**Şekil .3.4.** Üç haftalık tavşanda acetabulum.(Lateral'den görüntü)x10

1.Os ilium 2.Os ischii 3.Os pubis 4.Acetabulum'daki sekonder kemikleşme merkezi 5.Fossa acetabuli.

Dördüncü grup, 6 haftalık materyallerde os coxae'yı oluşturan kemiklerin büyüme ve gelişmesine devam ettiği saptandı. Önceki periyotlarda gözlenen "Y" şeklindeki kıkırdak çizgi ince bir mavi hat halinde belirlendi. Acetabulum'da bulunan sekonder kemikleşme merkezinin gelişmeye devam ettiği saptandı. Bu periyotta, tuber coxae'da, incisura ischiadicus major'u takip eden çıkıntıda oval şekilde ve çapı oldukça küçük olan bir adet kemikleşme merkezi tespit edildi. Merkezin bu kısımda bulunan kıkırdak dokunun içinde, görülmesi oldukça zor biçimde yerleştiği saptandı.

Beşinci gruba ait, on haftalık materyallerde os coxae'yı oluşturan kemik taslakların primer kemikleşme merkezlerinin uzunluğunun ve bazı bölümlerde genişliklerinin arttığı gözlemlendi. Önceki periyotlarda gözlenen "Y" şeklindeki kıkırdak çizginin oldukça ince bir mavi hat şeklinde saptandığı, bazı bölümlerde ise hiç görülmeyecek bir şekil aldığı belirlendi. Fakat buna rağmen os coxae'yı oluşturan kemiklerin birleşmediği görüldü.

Altıncı grupta, 15 haftalık materyallerde kemiklerin gelişimi dışında, crista iliaca'da bir adet sekonder kemikleşme merkezi olduğu saptandı. Bu merkezin crista iliaca'da bulunan kıkırdak dokunun içinde olduğu ve dorsal'den ventral'e doğru uzun bir yapı gösterdiği gözlemlendi. Tuber coxae'da bulunan kemikleşme merkezinin ise gelişmeye devam ettiği saptandı.

İlk periyotlarda gözlenen "Y" şeklindeki kıkırdak dokunun tamamen kaybolduğu, os coxae'yı oluşturan kemiklerin birbiriyle birleştiği tespit edildi.

Yedinci ve sekizinci grup materyallere ait 21 ve 24 haftalık tavşanlarda arcus ischiadicus'ta bulunan sekonder kemikleşme merkezinin os ischii ile birleşmediği tespit edildi. Bu bulgu ve os coxae'nın büyümesi dışında kayda değer başka bir bulguya rastlanmadı.

Dokuzuncu grup hayvanlarda ise arcus ischiadicus'ta bulunan sekonder kemikleşme merkezinin os ilium ile birleştiği saptandı. Yapılan boyamalar

sonucunda symphysis pelvina'nın kıkırdaksal birleşmesinin kemik dokuya dönüşmediği tespit edildi.

### 3.1.2.Os Coxae'nın Radyolojik Bulguları

Birinci periyotta hayvanların röntgen filmlerinde os ilium ve os ischii'ye ait primer kemikleşme merkezleri görülmüştür. İkinci gruba ait röntgen filmlerinde ise os pubis'e ait primer kemikleşme merkezi de gözlenmiştir. Fakat bu röntgen filmlerinde sekonder kemikleşme merkezlerine ait bir bulgu alınamamıştır.

Altıncı grup materyallerin röntgen filmlerinde os ilium, os ischii ve os pubis'in kemiksel olarak birleştiği saptandı.

### 3.1.3.Os Coxae'nın Ölçümsel Bulguları

Os coxae için üç ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlerden ilki, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık, diğeri symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ve sonuncusu ise corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğudur.

Birinci grup, 0 günlük materyallerde, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama olarak 13,52 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık 3,98 mm, corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise 1,97 mm olarak ölçüldü. Os ischii'nin kemiksel taslağı ortalama olarak 4,25 mm, os ilium'un kemiksel taslağı 3,90 mm ölçülürken os pubis'in kemiksel taslağı ise ortalama 1,39 mm olarak belirlendi. Os ilium'un acetabulum'a bakan yüzdeki genişliği ortalama 1,91 mm, crista iliaca' yı oluşturacak olan kısmın genişliği ise ortalama 3.06 mm olarak saptandı. Os ischii'nin acetabulum'a bakan kısmının genişliği ortalama 2,19 mm, caudal'e bakan ucun genişliği ise ortalama 2.15 mm olarak belirlendi.

Os ischii ile os pubis'i oluşturacak kemik taslakların arasında ortalama olarak 0,83 mm uzaklık olduğu tespit edildi. Os pubis'in primer kemikleşme merkeziyle os ilium'un primer kemikleşme merkezi arasında ortalama olarak 1,69 mm uzaklık olduğu tespit edilirken, os ilium ile os ischii arasında ise ortalama 1,80 mm'lik bir uzaklık saptandı.

Os ilium'un cranial kısmında oldukça uzun ve geniş bir kıkırdak doku tespit edildi. Bu kıkırdak dokunun uzunluğu ortalama olarak 2,49 mm, os ischii'nin caudal'indeki kıkırdak dokunun kalınlığu ise ortalama 2,02 mm olarak ölçüldü.

İkinci periyot, bir haftalık materyallerde os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama olarak 26,29 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık 9,86 mm ve corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise 3,44 mm olarak tespit edildi. Os ilium'un acetabulum'a bakan genişliğu ortalama 5,45 mm, crista iliaca' yı oluşturacak olan kısmın genişliğu ise ortalama 5,81 mm olarak saptandı. Os ischii'nin acetabulum'a bakan kısmının genişliğu ortalama 4,20 mm, caudal'e bakan ucun genişliğu ise os pubis ile birleştiğu için belirlenemedi. Os pubis'in acetabulum'a bakan kısımdaki genişliğu ise 3,04 mm olarak tespit edildi. Os ilium'un cranial'inde bulunan kıkırdak bölümün uzunluğu ortalama olarak 1,85 mm, os ischii'nin caudal'indeki kıkırdak taslak ise ortalama 1,64 mm olarak ölçüldü.

Os ischii ile os pubis'in primer kemikleşme merkezleri arasında ortalama olarak 0,34 mm uzaklık olduğu tespit edildi. Os pubis'in primer kemikleşme merkeziyle os ilium'un primer kemikleşme merkezi arasında ortalama olarak 0,88 mm uzaklık olduğu tespit edilirken, os ilium ile os ischii arasında ise ortalama 0,64 mm'lik bir uzaklık saptandı.

Üçüncü grup materyallerde os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama olarak 35,24 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ortalama olarak 12,61 mm ve corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise 4.88 mm olarak ölçüldü. Bu

periyotta acetabulum'da bulunan sekonder kemikleşme merkezinin genişliği ortalama olarak 2.04 mm olarak saptandı.

Os ilium'un acetabulum'a bakan yüzdeki genişliği ortalama olarak 7,86 mm, crista iliaca'yı oluşturacak olan kısmın genişliği 8,10 mm olarak saptandı. Os ischii'nin acetabulum'a bakan kısmının genişliği ortalama olarak 6,38 mm belirlendi. Os pubis'in acetabulum'a bakan kısımdaki genişliği ise 5,15 mm olarak ölçüldü.

Dördüncü gruba ait os coxae'larda os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama olarak 50,94 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ortalama olarak 16,73 mm ve corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise ortalama 6,34 mm olarak saptandı. Os ilium'un acetabulum'a bakan genişliği ortalama olarak 9,92 mm, crista iliaca'ya ait kısmın genişliği 10,54 mm olarak saptandı. Os ischii'nin acetabulum'a bakan kısmının genişliği ortalama 8,74 mm ölçüldü. Os pubis'in acetabulum'a bakan kısımdaki genişliği ise 6,37 mm olarak belirlendi. Bu periyotta tuber coxae'da tespit edilen kemikleşme merkezinin çapının ortalama 0,45 mm olduğu saptandı.

Beşinci gruba ait materyallerde, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama olarak 66,61 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ortalama olarak 19,51 mm ve corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise ortalama olarak 6,49 mm ölçüldü. Os ilium'un crista iliaca'sının genişliği 15,42 mm saptandı. Diğer ölçümler ise acetabulum seviyesinde bulunan "Y" şeklindeki kırıkdağın sınırları tam olarak gözlenemediği için belirlenemedi.

Altıncı grup, 15 haftalık materyallerde, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama olarak 75,49 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ortalama olarak 24,15 mm, ve corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise ortalama olarak 7,26 mm saptandı.

Yedinci gruba ait 21 haftalık os coxae'larda, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama 83,56 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ortalama 27,59 mm, corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise ortalama 8,69 mm olarak belirlendi.

Sekizinci grup, 24 haftalık materyallerde, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama 88,09 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ortalama 28,54 mm, corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise 9,42 mm olarak ölçüldü.

Dokuzuncu ve sonuncu grup materyallerde, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama 93,50 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ortalama 28,70 mm, corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise 9,46 mm olarak saptandı.

### **3.2.1.Femur'un Boyama Bulguları**

Birinci gruba ait, yeni doğmuş materyallerde uygulanan boyama ile kırmızıya boyanmış olan corpus ossis femoris'in (Şekil 5/3; 6/1) kemikleştiği gözlemlendi. Materyalde kemik ve kıkırdak dokuların kesin sınırlarla ayrıldığı belirlendi. Bu gruptaki tavşanların femur'larının proksimal uçlarında net bir kemikleşme merkezi görülmemekle birlikte, caput ossis femoris'in kıkırdak modelinin içinde açık kırmızı renkte bir kemikleşme belirtisi tespit edildi. Kemikleşme belirtisi gösteren bu kısmın caput ossis femoris'in geniş bir bölümüne yayıldığı saptandı.

Kemiğin proksimal ucunda trochanter major'un şeklini almış, mavi renkte boyalı bir kıkırdak yapı ile trochanter minor'e ait kıkırdak modeller gözlemlendi. Bu kıkırdak modellerin bir kemikleşme merkezine sahip olmadığı belirlendi.

Bu periyottaki materyallerin femur'larının distal'inde maviye boyanmış kıkırdak doku tespit edildi. Distal ucta bir kemikleşme merkezi belirlenemedi. Trochlea ossis femoris'in kıkırdak modeli üzerinde koyu mavi renkte yoğun kıkırdak alanlar saptandı.

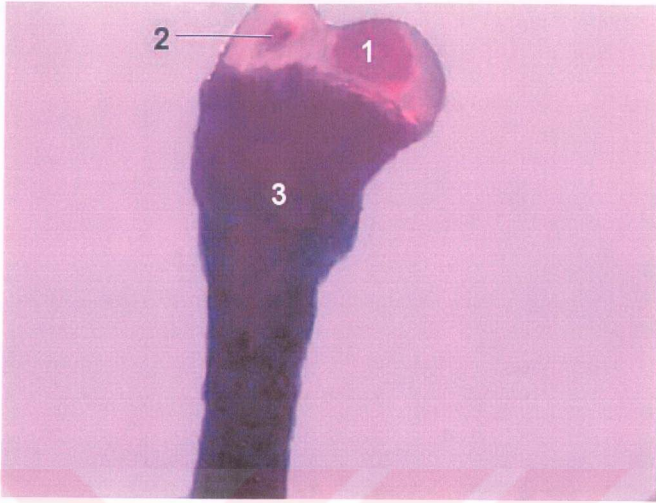
İkinci periyotta, 1 haftalık materyallerde femur'un diaphysis'ini oluşturan ve kırmızıya boyanan primer kemikleşme merkezinin geliştiği gözlemlendi. Kemikğin proksimalinde iki adet sekonder kemikleşme merkezi olduğu saptandı. Bunlardan birisinin caput ossis femoris'te (Şekil 5/1), diğerinin ise trochanter major'da (Şekil 5/2) olduğu tespit edildi. Caput ossis femoris'te bulunan kemikleşme merkezinin, bu bölümün caudal kısmında bulunduğu ve caput ossis femoris'in 5/4' ünü kapladığı saptandı. Ayrıca bu sekonder kemikleşme merkezinin cranial'e doğru sivri bir çıkıntı yaparak ilerlediği tespit edildi. Bazı sujelerde ise bu sivri çıkıntının ilerleyerek tüm caput ossis femoris'i kapladığı gözlemlendi.

Trochanter major'de görülen sekonder kemikleşme merkezinin trochanter major'ün merkezinde bulunduğu ve lateral'den bakışta net olarak gözlemlendiği saptandı.

Femur'un distal'inde tek ve büyük bir sekonder kemikleşme merkezinin (Şekil 6/2) olduğu saptandı. Bu merkezin etrafının cranial'de mavi renkte boyanmış trochlea ossis femoris'in bir kıkırdak modeli şeklindeki dokuyla çevre sarıldığı gözlemlendi. Caudal'de ise condylus lateralis ve condylus medialis'in birer modeli şeklinde mavi kıkırdak doku gözlemlendi.

Üçüncü gruptaki materyallerde femur'un büyümeye devam ettiği gözlemlendi. Caput ossis femoris'in hemen hemen tamamen kemikleştiği ve buradaki sekonder kemikleşme merkezinin caput ossis femoris'in şeklini aldığı saptandı.

Trochanter major'u oluşturan kemikleşme merkezinin lateral kenarında diaphysis'e doğru, diaphysis'le aralarında "V" harfi şeklinde büyüme kıkırdağı bırakacak şekilde ilerlediği tespit edildi.

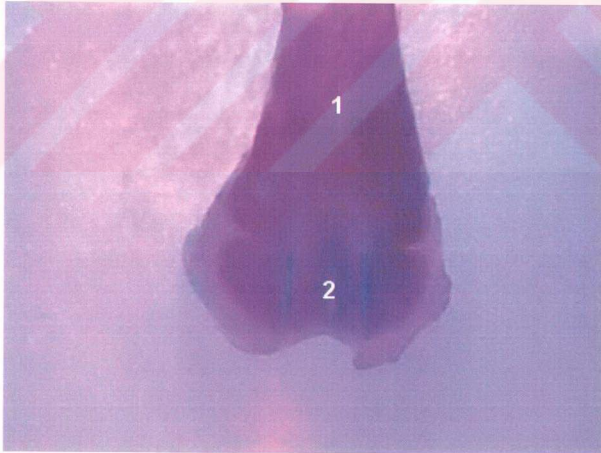


**Şekil.3.5.** Bir haftalık tavşanın sağ femur'u (Cranial'den görünüş)x10

1.Caput ossis femoris'e ait kemikleşme merkezi

2.Trochanter major'a ait kemikleşme merkezi

3.Corpus ossis femoris



**Şekil.3.6.** Üç haftalık tavşanda sağ femur'un distal'i (Cranialden görünüş)x10

1.Corpus ossis femoris 2.Sekonder kemikleşme merkezi

Proksimal ucta bulunan bu iki sekonder kemikleşme merkezinin birbirleriyle ve diaphysis'le birleşmedikleri gözlemlendi. Distal ucta bulunan sekonder kemikleşme merkezinin oldukça büyüdüğü ve trochlea ossis femoris'in şeklini aldığı saptandı.

Dördüncü grupta, 6 haftalık materyallerde femur'un büyüme ve gelişmesine devam ettiği saptandı. Femur'un proksimalinde bulunan iki adet sekonder kemikleşme merkeziyle, distal'de bulunan sekonder kemikleşme merkezinin diaphysis ile birleşmediği yani büyümesine devam ettiği gözlemlendi.

Beşinci gruptaki materyallerde femur'un büyümeye ve gelişmeye devam etmesi dışında, trochanter minor'de bir kemikleşme merkezi olduğu saptandı. Distal ucta ise büyüme kırıkdağının diaphysis ile birleşmediği ve yarım ay şeklinde bir iz oluşturduğu gözlemlendi.

Altıncı gruptaki materyallerde kemiğin büyümesi ve gelişmesi dışında anatomik bir farklılığa rastlanmadı.

Yedinci grup materyallerde femur'un büyümesi devam etmekle beraber proksimal ve distal ucta bulunan kemikleşme merkezlerinin kapandığı saptandı.

Sekizinci ve dokuzuncu gruptaki femur'larda gelişimin azalmakla beraber devam ettiği fakat anatomik olarak şekil değişimi olmadığı saptandı.

### **3.2.2.Femur'un Radyolojik Bulguları**

İlk periyottan itibaren femur'un diaphysis'inde kemikleşmenin fark edildiği saptandı. İkinci periyottan itibaren ise kemiğin proksimal ve distal uçlarında da kemikleşmenin başladığı belirlendi.

Femur'un proksimal epiphysis'i ile distal epiphysis'inin 21. haftada kapanmış olduğu saptandı.

### 3.2.3.Femur'un Ölçümsel Bulguları

Birinci grup 0 günlük materyallerin femur'larının ortalama uzunluğu 12,74 mm olarak ölçülürken, diaphysis'in eni ise ortalama olarak 1,58 mm olarak tespit edildi. Kemigin proksimalinde caput ossis femoris ile trochanter major arasında 3,63 mm'lik bir mesafenin olduğu saptandı. Kemigin distal ucunda ise iki condylus arasındaki uzaklık ortalama 4,19 mm olarak ölçüldü. Bu periyotta femur'un caput ossis femoris'inde bulunan kemikleşme merkezinin, caput ossis femoris'in kırıldak modelinin içinde gömülü olması ve net bir kemikleşme göstermemesi nedeniyle ölçüm yapılamadı.

İkinci gruba ait tavşanlarda femur'un boyu ortalama 27,95 mm olarak, corpus'unun eni ise 2,80 mm olarak ölçüldü. Kemigin proksimal ucunun eni ortalama olarak 6,76 mm ölçüldü. Proksimal ucta caput ossis femoris'in kırıldak modelinin içinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin enine uzunluğu ortalama olarak 5,50 mm, trochanter major'un kırıldak taslağı içinde bulunan kemikleşme merkezinin çapı ise ortalama 1,54 mm olarak tespit edildi.

Distal ucta iki condylus arasındaki uzaklık 7,87 mm ölçülürken, femur'un distal'ini oluşturacak sekonder kemikleşme merkezinin enine uzunluğu 5,50 mm olarak belirlendi.

Üçüncü grup, 3 haftalık hayvanlarda femur'un boyu ortalama 37,98 mm olarak ölçülürken, femur'un corpus'unun eni ise ortalama 3,46 mm olarak ölçüldü. Femur'un proksimal uçtaki genişliği ortalama olarak 9,49 mm, distal uçtaki genişliği ise 9,79 mm olarak saptandı.

Dördüncü grup materyallerde femur'un boyu ortalama olarak 55,28 mm ölçülürken, femur'un corpus'unun eni ise ortalama 5,07 mm olarak belirlendi. Femur'un proksimal uçtaki genişliği ortalama olarak 13,41 mm, distal uçtaki genişliği ise 13,28 mm olarak ölçüldü.

Beşinci grup, 10 haftalık hayvanlarda femur'un boyu ortalama 75,78 mm, femur'un corpus'unun eni ise ortalama 5,95 mm olarak ölçüldü. Femur'un proksimal uçtaki genişliği ortalama olarak 14,04 mm, distal uçtaki genişliği ise 13,54 mm olarak saptandı.

Altıncı grup, 15 haftalık materyallerin femur'larının ortalama uzunluğu 87,16 mm olarak ölçülürken, diaphysis'in eni ise ortalama 7,46 mm olarak tespit edildi. Femur'un proksimal uçtaki genişliği ortalama 15,03 mm, distal uçtaki genişliği ise 14,07 mm olarak ölçüldü.

Yedinci grup, 21 haftalık hayvanlarda femur'un boyu ortalama 92,40 mm, femur'un corpus'unun eni ise ortalama 7,68 mm olarak ölçüldü. Femur'un proksimal uçtaki genişliği ortalama olarak 17,78 mm, distal uçtaki genişliği ise 14,55 mm olarak saptandı.

Sekizinci grup, 24 haftalık hayvanlarda femur'ların boyu ortalama 94,66 mm, femur'un corpus'unun eni ise ortalama 8,01 mm olarak ölçüldü. Femur'un proksimal uçtaki genişliği ortalama olarak 15,03 mm, distal uçtaki genişliği ise 14,07 mm olarak tespit edildi.

Dokuzuncu yani son gruba ait materyallerde yapılan ölçümlerde femur'un boyu ortalama olarak 97,48 mm, corpus'unun eni ise 8,36 mm olarak ölçüldü. Femur'un proksimal uçtaki genişliği ortalama 18,66 mm, distal uçtaki genişliği ise 16,38 mm olarak ölçüldü.

### **3.3.1.Ossa Cruris'in Boyama Bulguları**

Fibula (Şekil 7/3; 8/4) doğumdan itibaren tibia'nın (Şekil 12/2) corpus'uyla (Şekil 7/2; 8/3; 9/1; 12/1) kaynaştığı için tibia ve fibula'nın bulguları beraber yazılacaktır.

Birinci grup materyallerde tibia ve tibia'nın lateral'inden çatal şeklinde ayrılan fibula, primer kemikleşme merkezleri olarak saptandı. Tibia'nın proksimal

ucunda tuberositas tibiae, condylus lateralis ve condylus medialis'in şeklini andıracak şekilde kırkırda modellerin varlığı tespit edildi. Tuberositas tibiae'nin kırkırda taslağında üçgen şeklinde koyu maviye boyalı yoğun bir kırkırda doku birikmesi saptandı.

Fibula'nın proksimalinde, tibia'nın proksimalindeki kırkırda yapıya doğru uzanan ve onunla birleşen sütun şeklinde kırkırda dokunun varlığı belirlendi. Tibia'nın primer kemikleşme merkezinin proksimal ucunun seviyesinin fibula'nın primer kemikleşme merkezinin proksimali ile aynı olmadığı, fibula'nın daha aşağıda kaldığı tespit edildi.

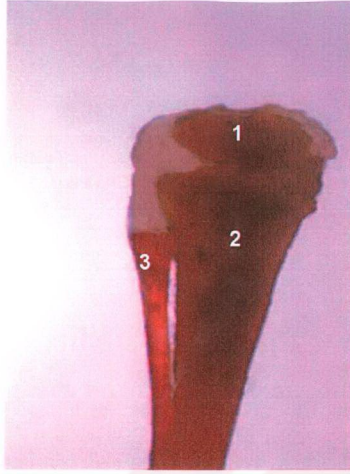
Tibia'nın distal ucunda cochlea tibiae'yi andırır bir şekilde kırkırda taslağın olduğu belirlendi. Fakat herhangi bir kemikleşme merkezine rastlanmadı.

İkinci grup materyallerde, tibia ve fibula'nın primer kemikleşme merkezlerinin hızlı bir şekilde gelişmeye devam ettikleri saptandı. Tibia'nın proksimal ucunda bu bölümde bulunan kırkırda dokuya gömülmüş şekilde bir adet sekonder kemikleşme merkezi (Şekil 7/1) bulunduğu saptandı.

Tibia'nın distal ucunda ise iki adet sekonder kemikleşme merkezi olduğu saptandı. Bu merkezlerden lateral'de bulunan sekonder kemikleşme merkezinin (Şekil 9/2) oval bir şekil gösterdiği, medial'de bulunan sekonder kemikleşme merkezinin (Şekil 9/3) ise bir plak şeklinde gözlemlendiği tespit edildi.

Fibula'nın proksimalinde ise herhangi bir sekonder kemikleşme merkezine rastlanmadığı belirlendi.

Üçüncü grup materyallerde, tibia ve fibula'nın şeklini koruyarak büyüme ve gelişmesine devam ettiği saptandı. Tibia'nın proksimal ucunda gözlenen sekonder kemikleşme merkezinin condylus lateralis ve condylus medialis'in şeklini aldığı fakat diaphysis'le ve sekonder merkezlerin birbiriyle birleşmesinin olmadığı belirlendi. Bu periyotta medial'deki kemikleşme merkezinin önceki periyoda göre oldukça fazla büyüdüğü tespit edildi.



**Şekil.3.7.** Bir haftalık tavşanda sağ ossa cruris'in proximal'i (Caudal'den görünüş)x10

1.Tibia'ya ait sekonder kemikleşme merkezi 2.Corpus tibia 3.Fibula



**Şekil.3.8.** Üç haftalık tavşanda sağ ossa cruris'in proximal'i (Cranial'den görünüş)x10

1.Tibia'ya ait sekonder kemikleşme merkezi 2.Fibula'ya ait kemikleşme merkezi 3.Tibia 4.Fibula

Fibula'nın proksimalinde ise lateral'den bakıldığında yarım ay şeklinde gözlenen bir adet sekonder kemikleşme merkezine (Şekil 8/2) rastlandı.

Distal ucta daha önceki periyotta gözlenen iki adet kemikleşme merkezinin malleous lateralis ve malleolus medialis'in şeklini aldığı gözlemlendi. Bu iki sekonder kemikleşme merkezinin birbiriyle birleşmediği aralarında ince bir kıkırdak dokunun bulunduğu saptandı.

Dördüncü ve beşinci grup materyallerin gelişmeye devam ettiği saptandı. Tibia'nın proksimal ucunda bulunan sekonder kemikleşme merkezlerinin büyüdüğü, eklem yüzlerinde bulunan kıkırdak tabakanın mavi renkte boyalı olarak gözlemlendiği tespit edildi. Fibula'nın proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin yarım ay şeklini oval bir yapıya bırakarak gelişimine devam ettiği saptandı. Bu merkezin tibia'ya ait sekonder kemikleşme merkeziyle ve fibula'nın diaphysis'iyile de birleşmediği, yani büyüme kıkırdağının iki taraflı olarak açık olduğu gözlemlendi.

Distal'de bulunan sekonder kemikleşme merkezinin de gelişimine devam ettiği, büyüme kıkırdağının kapanmadığı tespit edildi.

Altıncı grup, 15 haftalık materyallerde ossa cruris'in gelişim ve büyümesine hızlı bir şekilde devam ettiği bulgusu alındı. Fibula'nın proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin gelişimine devam ettiği saptandı. Bu merkezin tibia'ya ait sekonder kemikleşme merkeziyle ve fibula ile de birleşmediği, aralarında bulunan büyüme kıkırdağının oldukça ince bir hat şeklinde kaldığı belirlendi.

Yedinci grup, 21 haftalık materyallerde tibia'nın proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin yayılarak geliştiği, tibia'nın diaphysis'i ile aralarında bulunan büyüme kıkırdağının açık olduğu saptandı. Fibula'da bulunan sekonder kemikleşme merkezinin proksimalindeki büyüme kıkırdağı açık, distal'de bulunan büyüme kıkırdağı çizgisinin ise kapalı olduğu tespit edildi.



**Şekil.3.9.** Bir haftalık tavşanda sol tibia'nın distal'i.( Caudal'den görünüş x 6)  
**1.** Corpus tibiae **2.**Lateral'de bulunan sekonder kemikleşme merkezi  
**3.**Medial'deki sekonder kemikleşme merkezi

Tibia'nın distal'inde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin tibia'nın distal ucu ile birleştiği, yani büyüme kıkırdağının kapandığı saptandı.

Sekizinci grup 24 haftalık tavşanlarda büyüme ve gelişmenin yavaşlayarak devam ettiği, bunun dışında anatomik olarak herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edildi.

Dokuzuncu grup 28 haftalık, materyallerde fibula'nın proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin tibia'nın proksimalindeki kemikleşme merkezi ile hala birleşmediği ve büyüme kıkırdağının açık olduğu saptandı.

### 3.3.2.Ossa Cruris'in Radyolojik Bulguları

İncelenen filmlerde ilk periyotta tibia'ya ait primer kemikleşme merkezi görülürken, fibula'ya ait merkez bir haftalık hayvanlara ait filmlerde saptandı.

Tibia'da proksimal epiphysis'in 28. haftada kapandığı gözlenirken, distal epiphysis'in ise 21. haftada kapandığı saptandı.

Ossa cruris'in röntgen filmlerinde fibula'nın proksimal epiphysis'inin 28. haftada, distal epiphysis'inin ise 21. haftada kapandığı gözlemlendi.

### 3.3.3.Ossa Cruris'in Ölçümsel Bulguları

Ossa cruris'i oluşturan kemiklerden fibula'nın primer kemikleşme merkezi ayrı olarak, total uzunluğu ayrı olarak ölçüldü. Fibula'nın total uzunluğu, primer kemikleşme merkezi ile fibula'nın proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezi ve iki kemikleşme merkezi arasındaki kırık doku ile proksimal kısımda bulunan kırık doku içermetedir.

Birinci periyot, yeni doğmuş hayvanlarda, ossa cruris'i oluşturan kemiklerden tibia'nın uzunluğu ortalama olarak 11,87 mm ölçüldü. Tibia'nın diaphysis'inin fibula ile birleştiği yerdeki genişliği ise 1,79 mm olarak tespit edildi.

Tibia'nın proksimal ucunda mavi renkte gözlenen kırık doku uzunluğu ortalama olarak 2,83 mm, bu kırık doku hemen altında tibia'nın diaphysis'inin proksimal genişliği ise 2.09 mm olarak ölçüldü. Distal uca bulunan kırık doku taslağın uzunluğu 2,21 mm olarak tespit edildi. Tibia'nın primer kemikleşme merkezinin distal ucunun genişliği ise 1,94 mm olarak belirlendi.

Fibula'nın total uzunluğu ortalama olarak 5,85 mm, fibula'nın primer kemikleşme merkezinin uzunluğu 3.04 mm, proksimal ucun genişliği ise 0.84 mm olarak ölçüldü.

İkinci periyoda ait materyallerde tibia'nın boyu ortalama 28,92 mm olarak, diaphysis'in fibula ile birleştiği yerdeki genişliği ise ortalama olarak 2,20 mm ölçüldü. Tibia'nın proksimal ucunun eni ortalama olarak 7,89 mm, distal ucunun eni 7,25 mm olarak saptandı. Tibia'nın proksimalinde bulunan kemikleşme merkezinin genişliği ise 5,32 mm olarak saptandı.

Tibia'nın distal'inde bulunan sekonder kemikleşme merkezlerinden lateral'de bulunan ve oval bir şekilde gözlenen merkezin çapının ortalama 2,84 mm olduğu, medial'de bulunan sekonder kemikleşme merkezinin ise 2.34 mm genişliğinde olduğu saptandı.

Fibula'nın total uzunluğu ortalama olarak 11,65 mm, primer kemikleşme merkezinin boyu 8,70 mm, proksimal ucun genişliği ise 2,13 mm olarak ölçüldü.

Üçüncü grup materyallerde, tibia'nın boyu ortalama olarak 41,49 mm saptanırken, diaphysis'in eni ise 4.19 mm olarak saptandı. Tibia'nın proksimal ucunun genişliği ortalama olarak 10,25 mm, distal ucunun eni 9,20 mm olarak belirlendi. Tibia'nın proksimalinde bulunan kemikleşme merkezinin tibia'nın proksimalini kaplayacak şekilde geliştiği için ölçüm yapılamadı.

Tibia'nın distal'inde bulunan sekonder kemikleşme merkezlerinden lateral'dekinin eni ortalama olarak 2,94 mm, medial'de bulunanın eni ise 3,09 mm olarak tespit edildi.

Fibula'nın total boyu ortalama 16,51 mm, primer kemikleşme merkezinin uzunluğu 12,60 mm ve proksimal eni ise 2,47 mm olarak belirlendi.

Dördüncü grup, 6 haftalık materyallerde tibia'nın boyu ortalama 58,89 mm, diaphysis'in fibula ile birleştiği yerdeki genişliği ise ortalama 6,20 mm olarak ölçüldü. Tibia'nın proksimal ucunun eni ortalama 11,95 mm, distal ucunun eni 10,55 mm olarak saptandı.

Fibula'nın total boyu ortalama olarak 21,24 mm, primer kemikleşme merkezinin uzunluğu 17,47 mm ve proksimal eni ise 3,47 mm olarak saptandı.

Beşinci grup materyallerde tibia'nın boyu ortalama 75,64 mm, eni ise 6,95 mm olarak ölçüldü. Tibia'nın proksimal ucunun eninin ortalama 12,38 mm'ye, distal ucunun eninin ise 10, 87 mm'ye ulaştığı saptandı.

Fibula'nın total boyu ortalama 27,87 mm, primer kemikleşme merkezinin uzunluğu 21,56 mm ve proksimal eni ise 4,03 mm olarak belirlendi.

Altıncı grup, 15 haftalık hayvanların tibia'larında boy 85,97 mm, eni ise 7,10 mm olarak tespit edildi. Tibia'nın proksimal ucunun eni ortalama 14,15 mm, distal ucunun eni ise 12,85 mm olarak saptandı.

Fibula'nın total boyu ortalama 34,29 mm, primer kemikleşme merkezinin uzunluğu 26,67 mm ve proksimal eni ise ortalama olarak 4,28 mm ölçüldü.

Yedinci grup materyallerin tibia'larının boyu ortalama 97,88 mm, eni ise 8,03 mm olarak ölçüldü. Tibia'nın proksimal ucundaki eninin ortalama 15,47 mm'ye, distal ucundaki eninin ise 13,40 mm'ye ulaştığı saptandı.

Fibula'nın total boyu ortalama 37,39 mm, primer kemikleşme merkezinin uzunluğu 28,27 mm ve proksimal eni ise ortalama olarak 4,67 mm ölçüldü.

Sekizinci gruba ait materyallerin tibia'larının boyu 102,69 mm, eni ise 8,23 mm olarak ölçüldü. Tibia'nın proksimal ucunun eni ortalama 15,83 mm, distal ucunun eni ise 14,09 mm olarak saptandı.

Fibula'nın total boyu ortalama 39,53 mm, primer kemikleşme merkezinin uzunluğu 31,20 mm ve proksimal eni ise ortalama olarak 5,13 mm ölçüldü.

Dokuzuncu ve son gruba ait materyallerin tibia'larının boyu 105,36 mm, eni ise 8,95 mm olarak ölçüldü. Tibia'nın proksimal ucunun eni ortalama 16,77 mm, distal ucunun eni ortalama 15,09 mm olarak saptandı.

Fibula'nın total boyu ortalama 41,92 mm, primer kemikleşme merkezinin uzunluğu 33,34 mm ve proksimal eni ise ortalama olarak 5,70 mm ölçüldü.

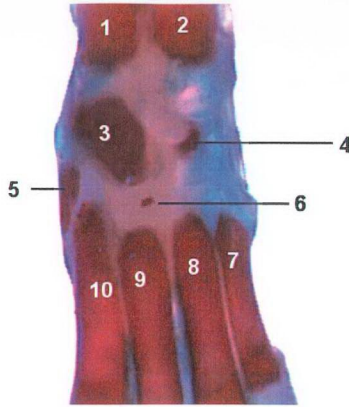
### 3.4.1.Ossa Tarsi'nin Boyama Bulguları

Ossa tarsi'yi 3 sıra kemiğin oluşturduğu gözlemlendi.

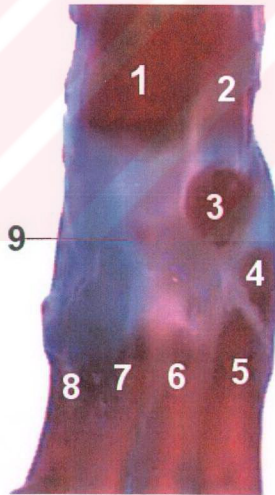
Birinci grup, 0 günlük materyallerde tarsal kemiklerden en belirgin olanları talus (Şekil 10/1;11/2) ve calcaneus (Şekil 10/2;11/1) olarak tespit edildi. Talus'un gövde kısmında bir adet kırmızıya boyanmış üçgen şeklinde primer kemikleşme merkezi tespit edildi. Talus'un trochlea tali'sinin ise kıkırdak bir modeli saptandı. Tarsus kemikleri içinde dikkati çeken diğer bir kemikleşme merkezinin calcaneus'a ait olan kemikleşme merkezi olduğu belirlendi. Bu merkezin calcaneus'un diaphysis'ini oluşturmakta olduğu saptandı. Os tarsale II, os tarsale III (Şekil 10/6), os tarsale IV (Şekil 10/4; 11/9) ve os tarsi centrale'nin (Şekil 10,11/3) kıkırdak taslaklarının olduğu fakat kemikleşme merkezi içermediği saptandı.

İkinci grup materyallerde talus ve calcaneus'a ait primer kemikleşme merkezlerinin geliştiği ve diğer tarsal kemiklerde kemikleşmenin başladığı tespit edildi. Talus'un primer kemikleşme merkezinin ve kıkırdak modelinin gelişmeye devam ettiği fakat ayrı bir kemikleşme merkezine sahip olmadığı saptandı. Calcaneus'ta birinci periyotta gözlenen kemikleşme merkezinin oldukça geliştiği bununla beraber tuber calcanei'de küçük ve oval şekilde gözlenen ayrı bir kemikleşme merkezinin olduğu belirlendi. Diğer tarsal kemiklerden os tarsi centrale'nin kemikleşme merkezi gözlemlendi. Bu merkezin talus ve calcaneus'a ait kemikleşme merkezlerinden sonra en büyük merkez olduğu saptandı. Os tarsale III ve os tarsale IV'e ait ve herbiri kendi kıkırdak taslağının ortasında olmak üzere, birer küçük kemikleşme merkezi saptanırken, os tarsale II'nin kemikleşme merkezinin bu periyotta görülmediği belirlendi.

Üçüncü grup 3 haftalık materyallerde talus'un primer kemikleşme merkezinin proksimal ve distal yönlerde büyüdüğü, proksimal kısımda kemikleşen kısmın talus'un trochlea'sının şeklini aldığı fakat tam olarak bu kısmın kemikleşmediği belirlendi. Calcaneus'un primer kemikleşme merkezinin sustentaculum tali'yi ve sustentaculum tali'nin lateral'indeki çıkıntıyı oluşturacak şekilde genişlediği saptandı.



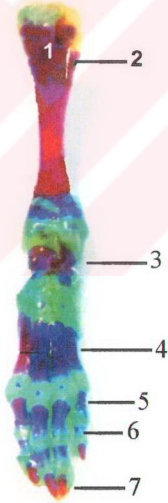
**Şekil.3.10.** Bir haftalık tavşanda ossa tarsi, ossa metatarsalia. Sol ayak. (Dorsal'den görünüş)x4 1. Talus 2. Calcaneus 3. Os tarsi centrale 4. Os tarsale V 5. Os metatarsale I 6. Os tarsale III 7. Os metatarsale V 8. Os metatarsale IV 9. Os metatarsale III 10. Os metatarsale II



**Şekil.3.11.** Bir haftalık tavşanda ossa tarsi, ossa metatarsalia. Sol ayak. (Plantar'dan görünüş)x4 1. Calcaneus 2. Talus 3. Os tarsi centrale 4. Os metatarsale I 5. Os metatarsale II 6. Os metatarsale III 7. Os metatarsale IV 8. Os metatarsale V 9. Os tarsale IV

Calcaneus'un proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin tuber calcanei'nin proksimal kısmını oluşturacak kadar geliştiği tespit edildi. Bu kısmın diaphysis ile birleşmediği, ince bir hat halinde büyüme kıkırdağının bulunduğu belirlendi. Os tarsi centrale, os tarsale III ve os tarsale IV' e ait kemikleşme merkezlerinin gelişmeye devam ederek yavaş yavaş bu kemiklerin kıkırdak taslaklarının yerini aldıkları saptandı. Os tarsale II'ye ait bir kemikleşme merkezi ilk olarak bu periyotta belirlendi.

Dördüncü grup materyallerde tüm tarsal kemiklerde kıkırdak taslakların yerini kemikleşmiş alanların aldığı, ancak kemiklerin kenarlarında mavi renkte kıkırdak kısımların bulunduğu saptandı.



**Şekil.3.12.** Bir haftalık tavşanda sol ekstremita (femur hariç). (Dorsal'den görünüş)x3 1.Tibia 2.Fibula 3.Ossa tarsi 4.Ossa metatarsalia 5.Phalanx proximalis 6.Phalanx media 7. Phalanx distalis

Beşinci ve altıncı grup tarsal kemiklerde kemikleşmenin yayıldığı, ince bir hat halinde gözlenen kırıkdağ doku dışında kemikleşmenin devam ettiği belirlendi.

Yedinci grup tarsal kemiklerden calcaneus'a ait sekonder kemikleşme merkezinin gövde ile birleştiği, büyüme kırıkdağının kaybolduğu saptandı.

Sekizinci ve dokuzuncu grupta tarsal kemiklerin ilk periyotlardaki gibi hızlı olmamakla beraber büyümeye devam ettiği bulgusu alındı.

### **3.4.2. Ossa Tarsi'nin Radyolojik Bulguları**

İncelenen röntgen filmlerinde ikinci periyotta sadece talus ve calcaneus'a ait merkezler gözlemlendi. Üçüncü periyotta ise tüm tarsal kemikler saptandı. Altıncı gruptaki röntgen filminde calcaneus'un proksimal epiphysis'inin kapandığı tespit edildi.

### **3.4.3. Ossa Tarsi'nin Ölçümsel Bulguları**

Birinci grupta, 0 günlük materyallerde talus'un boyu ortalama 3,18 mm, proksimal eni ortalama 1,40 mm, distal eni ise ortalama 0,87 mm olarak tespit edildi. Talus'a ait kemikleşme merkezinin yüksekliği ortalama 1,24 mm ölçülürken, genişliği ise ortalama 0,64 mm ölçüldü. Calcaneus'un yüksekliği ortalama 4,80 mm, proksimal eni ortalama 1,53 mm, distal genişliği ise 1,28 mm olarak tespit edildi. Calcaneus'a ait kemikleşme merkezinin yüksekliği ortalama 2,10 mm, calcaneus'un en geniş olduğu yerdeki ölçümü ise ortalama 2,11 mm olarak belirlendi.

İkinci grup materyallerde ise talus'un boyu ortalama 7,33 mm, proksimal eni ortalama 3,86 mm, distal eni ise ortalama 2,86 mm olarak saptandı. Talus'a ait kemikleşme merkezinin yüksekliği ortalama 5,01 mm, genişliği ise ortalama 2,69 mm ölçüldü. Calcaneus'un yüksekliği ortalama 11,70 mm, proksimal eni ortalama 4,11 mm, distal genişliği ise ortalama 2,69 mm olarak tespit edildi. Calcaneus'a ait primer kemikleşme merkezinin yüksekliği ortalama 7,28 mm, calcaneus'un en geniş

olduğu yerdeki ölçümü ise ortalama 6,11 mm olarak belirlendi. Calcaneus'un proksimal ucunda bulunan kemikleşme merkezinin eni ortalama 1,76 mm olarak saptandı. Os tarsi centrale'nin boyu 2,05 mm, eni ise ortalama 2,85 mm, sahip olduğu kemikleşme merkezinin çapı ortalama 2,09 mm olarak tespit edildi. Os tarsale IV'ün 1,98 mm uzunluğunda, 3,61 mm genişliğinde ve kemikleşme merkezinin 0,97 mm çapında olduğu belirlendi. Os tarsale III'ün uzunluğu ortalama 1,84 mm, genişliği ortalama 2,40 mm kemikleşme merkezinin çapı ise 1,47 mm olarak tespit edildi. Os tarsale II'nin kıkırdak taslağının boyu 1,40 mm, genişliğinin ise 0,87 mm olduğu saptandı.

Üçüncü periyot üç haftalık materyallerde talus'un uzunluğu ortalama olarak 10,93 mm, proksimal eni 4,77 mm, distal genişliği ise 3,45 mm tespit edildi. Calcaneus'un yüksekliği ortalama 16,80 mm, genişliği ise 7,18 mm olarak ölçüldü. (Bu ölçüm kemiğin ortasından yapılmıştır). Os tarsi centrale'nin boyu ortalama 3,25 mm, eni ortalama 3,63 mm, os tarsale IV'ün uzunluğu 2,41 mm, genişliği 4,20 mm ve os tarsale III'ün uzunluğu ortalama 2,67 mm, genişliği ortalama 3,08 mm olarak saptandı. Os tarsale II'nin boyunun ortalama 1,66 mm genişliğinin ise 1,44 mm olduğu bulgusu alındı.

Dördüncü periyot hayvanlarda talus'un uzunluğu ortalama olarak 12,70 mm, proksimal eni 5,87 mm, distal genişliği ise 4,00 mm tespit edildi. Calcaneus'un uzunluğu 20,44 mm, genişliği ise 8,98 mm ölçüldü. Os tarsi centrale'nin boyu 3,32 mm, eni ortalama 5,45 mm, os tarsale IV'ün uzunluğunun 3,54 mm, genişliğinin 4,47 mm olduğu belirlendi. Os tarsale III'ün uzunluğu ortalama 3,73 mm, genişliği ortalama 3,18 mm saptandı. Os tarsale II'nin boyu ortalama 2,93 mm, genişliği ise 1,75 mm tespit edildi.

Beşinci periyot materyallerde talus'un uzunluğu 13,06 mm, proksimal eni 5,98 mm, distal genişliği ise 4,35 mm olarak ölçüldü. Calcaneus'un uzunluğu 22,39 mm, genişliği ise 9,44 mm olarak saptanırken, os tarsi centrale'nin boyu 3,43 mm, eni ise ortalama 6,47 mm ölçüldü. Os tarsale IV'ün 4,53 mm uzunluğunda, 5,09 mm genişliğinde olduğu belirlendi. Os tarsale III'ün uzunluğu ortalama 4,07 mm,

genişliği ortalama 3,62 mm saptandı. Os tarsale II'nin boyu ortalama 3,24 mm, genişliği ise 2,05 mm olarak ölçüldü.

Altıncı periyot hayvanlarda talus'un uzunluğu ortalama olarak 13,95 mm, proksimal eni 6,22 mm, distal genişliği ise 4,53 mm tespit edildi. Calcaneus'un uzunluğu 24,04 mm, genişliği ise 9,89 mm ölçüldü. Os tarsi centrale'nin boyu 3,95 mm, eni ortalama 6,55 mm, os tarsale IV'ün uzunluğu 4,80 mm, genişliği ise 5,59 mm olarak ölçüldü. Os tarsale III'ün uzunluğu 4,15 mm, genişliği ise 3,76 mm olarak belirlendi. Os tarsale II'nin boyu ortalama olarak 3,38 mm genişliği ise 2,13 mm tespit edildi.

Yedinci periyot 21 haftalık materyallerde talus'un uzunluğu ortalama 14,47 mm, proksimal genişliği 6,54 mm, distal genişliği ise 4,80 mm olarak saptandı. Calcaneus'un 26,57 mm uzunluğunda, 10,63 mm genişliğinde olduğu belirlendi. Os tarsi centrale'nin boyu 5,19 mm, eni ise ortalama 6,64 mm, os tarsale IV'ün uzunluğu 4,95 mm, genişliği ise 6,38 mm olarak ölçüldü. Os tarsale III'ün uzunluğu 4,61 mm, genişliği ise 3,83 mm belirlendi. Os tarsale II'nin boyu ortalama olarak 3,52 mm genişliği ise 2,44 mm olarak saptandı.

Sekizinci periyot, 24 haftalık materyallerde talus'un uzunluğu ortalama olarak 14,57 mm, proksimal genişliği 6,73 mm, distal genişliği ise 5,03 mm olarak ölçüldü. Calcaneus'un 27,08 mm boyunda, 12,22 mm genişliğinde olduğu saptandı. Os tarsi centrale'nin boyu 5,36 mm, eni ise ortalama 6,75 mm olarak saptandı. Os tarsale IV'ün uzunluğu 5,05 mm, genişliği ise 6,64 mm olarak belirlendi. Os tarsale III'ün uzunluğu 4,65 mm, genişliği ise 4,02 mm ölçüldü. Os tarsale II'nin boyu ortalama olarak 3,72 mm genişliği ise 2,54 mm olarak saptandı.

Dokuzuncu periyot, 28 haftalık hayvanlarda talus uzunluğu ortalama 14,69 mm, proksimal ucun genişliği 7,06 mm, distal ucun genişliği ise 5,13 mm olarak ölçüldü. Calcaneus'un 28,22 mm boyunda, 12,30 mm genişliğinde olduğu saptandı. Os tarsi centrale'nin boyu 5,80 mm, eni ise ortalama 7,12 mm olarak ölçüldü. Os tarsale IV'ün uzunluğu 5,28 mm, genişliği ise 6,84 mm olarak belirlendi. Os tarsale

III'ün uzunluğu 4,74 mm, genişliği ise 4,18 mm ölçüldü. Os tarsale II'nin boyu ortalama olarak 3,84 mm, genişliği ise 2,80 mm saptandı.

### 3.5.1.Ossa Metatarsalia'nın Boyama Bulguları

Sıfır günlük materyallerde kemikleşmiş kısımların çok net bir şekilde kırmızı olarak gözlendiği, kıkırdak taslakların ise maviye boyandığı saptandı. Os metatarsale II, III, IV ve V'in corpus'larında farklı büyüklüklerde olmak üzere kemikleşmenin olduğu gözlendi. Bu kemikleşme merkezlerinin kemiğin modelini oluşturan kıkırdak taslağın ortasında olduğu belirlendi. Bu merkezlerden en büyüğünün os metatarsale III'e (Şekil 10/9;11/6) ait primer kemikleşme merkezinin olduğu saptandı. Os metatarsale II (Şekil 10/10;11/5) ve V'in (Şekil 10//;11/8) hemen hemen birbirine eşit olduğu gözlendi. Os metatarsale I'in (Şekil 10/5;11/4) ise sadece kıkırdak taslağı tespit edildi.

İkinci grup materyallerde metatarsus'ların primer kemikleşme merkezlerinin büyümeye devam etmekle beraber, os metatarsale II, os metatarsale III ve os metatarsale IV'ün distal uçlarında birer adet sekonder kemikleşme merkezine rastlandı. Dört materyalde os metatarsale V'in distal ucunda sekonder kemikleşme merkezi görülürken diğer materyallerde bu merkez gözlenmedi. Bu sekonder kemikleşme merkezlerinin oval bir yapıya sahip olduğu saptandı. Os metatarsale I'e ait bir kemikleşme merkezi ilk defa bu periyotta tespit edildi. Bu merkezin kısa bir çubuk şeklinde, dorsal'den ventral'e doğru uzandığı belirlendi.

Üçüncü grup, 3 haftalık hayvanlarda metatarsal kemiklerde kemikleşmenin devam ettiği, özellikle distal ucta bulunan sekonder kemikleşme merkezlerinin oldukça geliştiği ve metatarsus'ların distal uçları kadar genişlediği saptandı. İkinci periyotta bazı materyallerde gözlenmeyen os metatarsale V'in sekonder kemikleşme merkezinin, bu periyotta bütün materyallerde gözlendiği ve geliştiği saptandı.

Dördüncü grup materyallerde tüm metatarsal kemiklerin büyümeye ve gelişmeye devam ettiği saptandı. Os metatarsale I'in proksimalinde os tarsi centrale

ile eklemleştirdiği görülürken, distal'de ise os metatarsale II ile kemiksel olarak birleştirdiği saptandı. Bu bulgudan sonra os metatarsale I, os metatarsale II'nin proksimal çıkıntısı olarak tespit edildi.

Beşinci grup, 10 haftalık materyallerde büyüme ve gelişmeden başka anatomik olarak kayda değer bir farklılık olmadığı saptandı.

Altıncı ve yedinci grup hayvanlarda gelişimin ve büyümenin devam ettiği, proksimal uçta eklem kıkırdaklarının dışında kıkırdak doku gözlenmediği, distal'de ise kapanmanın olmadığı saptandı.

Sekizinci grup 24 haftalık hayvanlarda ise distal uçta sekonder kemikleşme merkezlerinin diaphysis ile birleştirdiği belirlendi.

Dokuzuncu grup materyallerde büyümenin az da olsa sürdüğü belirlendi.

### **3.5.2.Ossa Metatarsalia'nın Radyolojik Bulguları**

Röntgen filmlerinde ikinci gruptan itibaren metatarsal kemiklerin diaphysis'lerinin kemikleştirdiği saptandı. Üçüncü gruptan itibaren distal uçlarda bulunan sekonder kemikleşme merkezleri gözlendi. Dokuzuncu periyotta ise distal uçta bulunan büyüme kıkırdagının kapandığı saptandı.

### **3.5.3.Ossa Metatarsalia'nın Ölçümsel Bulguları**

Birinci periyot, yeni doğmuş hayvanlarda os metatarsale II'nin uzunluğunun ortalama 4,57 mm, primer kemikleşme merkezinin boyunun ise 1,42 mm olduğu saptandı. Os metatarsale III'ün uzunluğu 5,54 mm olarak ölçülürken, kemikleşme merkezinin uzunluğu ise 1,95 mm olarak belirlendi. Os metatarsale IV'ün uzunluğu 4,73 mm, kemikleşme merkezinin uzunluğu ise ortalama 1,44 mm ölçüldü. Os metatarsale V'in boyu ortalama 4,26 mm, kemikleşmiş kısım ise 1,26 mm olarak

ölçüldü. Bu periyotta bütün metatarsal kemiklerin enleri ortalama 0,5 mm olarak ölçüldü.

İkinci grup, bir haftalık materyallerde, ilk kez bu periyotta gözlenen os metatarsale I'in uzunluğu 4,26 mm, kemikleşme gösteren taslak uzunluğu 2,08 mm, eni ise 2,13 mm olarak ölçüldü. Os metatarsale II'nin uzunluğu ortalama 11,02 mm, eni 1,95 mm, sahip olduğu primer kemikleşme merkezinin boyu ise 6,85 mm olarak saptandı. Distal ucunda sahip olduğu sekonder kemikleşme merkezinin çapı ortalama 1,05 mm olarak belirlendi. Os metatarsale III'ün uzunluğu 11,85 mm, corpus genişliği 1,66 mm ve kemikleşme merkezinin uzunluğu ise 8,09 mm olarak saptandı. Os metatarsale III'ün sekonder kemikleşme merkezinin çapı ise 1,13 mm olarak ölçüldü. Os metatarsale IV'ün uzunluğu 11,18 mm, eni 1,84 mm ve kemikleşme merkezinin uzunluğu ise ortalama 7,68 mm, sahip olduğu sekonder kemikleşme merkezinin çapı ise 0,78 mm olarak saptandı. Os metatarsale V'in boyu ortalama 9,40 mm, eni 1,41 mm, kemikleşmiş kısım 5,84 mm, distal ucunda bulunan sekonder kemikleşme merkezinin çapı ise ortalama 0,30 mm olarak ölçüldü ( Bu ölçüm diğer hayvanlarda gözlenmediğinden sadece üç hayvan için geçerlidir).

Üçüncü grup 3 haftalık materyallerde, os metatarsale I'in uzunluğu ortalama 7,24 mm diaphysis'indeki kemik taslağın uzunluğu ise ortalama 4,26 mm ölçüldü. Os metatarsale II'nin uzunluğu ortalama 16,03 mm, eni 2,71 mm, primer kemikleşme merkezinin boyu ise 13,35 mm olarak saptandı. Distal ucundaki sekonder kemikleşme merkezinin uzunluğu 2,47 mm, genişliği ise 3,19 mm saptandı. Os metatarsale III'ün uzunluğu 17,98 mm ölçülürken, gövde genişliği 2,05 mm ve kemikleşme merkezinin uzunluğu ise 13,60 mm olarak saptandı. Os metatarsale III'ün sekonder kemikleşme merkezinin uzunluğu 2,93 mm, eni ise 3,03 mm ölçüldü. Os metatarsale IV'ün uzunluğu 16,10 mm, eni 2,16 mm ve kemikleşme merkezinin uzunluğu ise ortalama 12,80 mm ölçüldü. Sahip olduğu sekonder kemikleşme merkezinin boyu 2,80 mm, eni 2,82 mm olarak saptandı. Os metatarsale V'in boyu ortalama 10,30 mm, eni 1,76 mm, kemikleşmiş kısım 7,43 mm, distal ucunda

bulunan sekonder kemikleşme merkezinin uzunluğu ortalama 2,05 mm, eni ise 2,45 mm olarak belirlendi.

Dördüncü periyot 6 haftalık hayvanlarda os metatarsale I'in uzunluğu 8,13 olarak ölçüldü. Os metatarsale II'nin uzunluğu ortalama olarak 20,65 mm, eni ise 3,23 mm saptandı. Os metatarsale III'ün uzunluğu 21,16 mm, eni ise 2,79 mm olarak ölçüldü. Os metatarsale IV'ün uzunluğu 20,24 mm, eni 2,82 mm, os metatarsale V'in boyu ortalama 16,62 mm, eni ise 2,14 mm olarak tespit edildi.

Beşinci grup materyallerde os metatarsale I'in, os metatarsale II'nin proksimal ucunda bir çıkıntı şeklinde kaldığı gözlemlendi. Bu periyotta ve sonraki periyotlarda os metatarsale II'nin ölçümleri, os metatarsale I'in oluşturduğu çıkıntı göz önüne alınarak yapılacaktır. Os metatarsale II'nin uzunluğu ortalama olarak 30,83 mm, eni ise 3,28 mm saptandı. Os metatarsale III'ün uzunluğu 31,85 mm, eni 2,85 mm olarak ölçüldü. Os metatarsale IV'ün uzunluğu 30,27 mm, eni 2,91 mm, os metatarsale V'in boyu ortalama 24,11 mm, eni 2,39 mm olarak saptandı.

Altıncı grup, 15 haftalık materyallerde os metatarsale II'nin uzunluğu ortalama olarak 36,54 mm, eni ise 3,47 mm belirlendi. Os metatarsale III'ün uzunluğu 35,02 mm, eni 2,97 mm olarak ölçüldü. Os metatarsale IV'ün uzunluğu 33,60 mm, eni 3,03 mm, os metatarsale V'in boyu ortalama 26,74 mm, eni 2,61 mm olarak saptandı.

Yedinci grup 21 haftalık materyallerde, os metatarsale II'nin uzunluğu ortalama olarak 39,58 mm, eni ise ortalama olarak 3,58 mm olarak ölçüldü. Os metatarsale III'ün uzunluğu 38,63 mm olarak saptanırken, eni 3,32 mm olarak saptandı. Os metatarsale IV'ün uzunluğu 36,98 mm, eni 3,35 mm olarak belirlendi. Os metatarsale V'in boyu ortalama 31,58 mm, eni ise 3,26 mm ölçüldü.

Sekizinci periyot materyallerde, os metatarsale II'nin uzunluğu ortalama 40,06 mm, eni ise ortalama 4,08 mm ölçüldü. Os metatarsale III'ün uzunluğu 39,02 mm olarak saptanırken, corpus genişliği 3,43 mm olarak ölçüldü. Os metatarsale

IV'ün uzunluğu 37,91 mm, eni 3,41 mm olarak belirlendi. Os metatarsale V'in boyu ortalama 32,40 mm, eni ise 3,38 mm olarak saptandı.

Dokuzuncu periyot materyallerde, os metatarsale II'nin uzunluğu ortalama 41,80 mm, eni ise ortalama olarak 4,17 mm olarak ölçüldü. Os metatarsale III'ün uzunluğu 39,38 mm olarak saptanırken, corpus genişliği 3,53 mm olarak belirlendi. Os metatarsale IV'ün uzunluğu 38,03 mm, eni 3,52 mm olarak belirlendi. Os metatarsale V'in boyu ortalama 33,32 mm, eni ise 3,46 mm olarak saptandı.

### 3.6.1.Ossa Digitorum Pedis'in Boyama Bulguları

Birinci grup, yeni doğmuş hayvanlarda, phalanx proximalis II, III, IV ve V'te (Şekil 12/5) yapılan gözlemlerde tüm phalanx'larda kıkırdak taslakların orta kısımlarında kemikleşmenin başladığı tespit edildi. Phalanx proximalis V'e ait kemikleşme merkezinin bu periyotta oldukça küçük bir şekilde görüldüğü, 4 materyalde ise henüz bir kemikleşme merkezinin oluşmadığı saptandı. Phalanx media'ların (Şekil 12/6) kıkırdak taslakları mavi renkte gözlemlendi. Bu kıkırdak taslakların hepsinin ortasında farklı büyüklüklerde olmak üzere kemikleşmiş alanlar tespit edildi. Phalanx distalis'lerde (Şekil 12/7) kemikleşmenin diğerlerinden farklı olduğu, kemikleşmenin distal uçtan proksimale doğru ilerlediği tespit edildi.

İkinci grup materyallerde phalanx proximalis ve phalanx media'da kıkırdak modellerin ortasında başlayan kemikleşmenin proksimal ve distale doğru yayıldığı saptandı. Phalanx distalis'te ise distal'den proksimale doğru kemikleşmenin ilerlediği, bu kısmın üçgen şeklini aldığı görüldü.

Üçüncü grup materyallerde, phalanx proximalis ve phalanx media'nın primer kemikleşme merkezlerinin, kıkırdak taslağı hemen hemen doldurduğu saptandı. Phalanx proximalis ve phalanx media'ya ait kemik taslaklarının proksimal uçlarında birer tane olmak üzere sekonder kemikleşme merkezleri gözlemlendi. Bu sekonder kemikleşme merkezlerinin farklı büyüklüklerde olmakla beraber, hepsinin disk şeklinde olduğu saptandı. Phalanx distalis'te kemikleşmenin proksimale doğru

ilerlediği, proksimal uçta ince bir hat halinde mavi renkte kıkırdak dokunun varlığı tespit edildi.

Dördüncü grup, 6 haftalık materyallerde gelişmenin devam ettiği, phalanx'lardan en büyüğünün phalanx proximalis III olduğu saptandı. Distal uçlarda bulunan sekonder kemikleşme merkezlerinde büyümenin yayılarak sürdüğü, bu merkezlerin kemiğin distal ucunun şeklini aldığı belirlendi. Phalanx distalis'te bulunan kemikleşme merkezlerinin phalanx distalis'i oluşturan kıkırdak taslağı kapladığı, proksimal uçta çok ince bir çizgi şeklinde kıkırdak dokunun bulunduğu gözlemlendi.

Beşinci grup hayvanlarda phalanx'ların distal uçlarında bulunan sekonder kemikleşme merkezleri ile diaphysis'leri arasında bulunan kıkırdak hattın oldukça ince olarak gözlemlendiği belirlendi.

Altıncı grup materyallere genel olarak bakıldığında phalanx proximalis III ve phalanx proximalis IV'ün uzunluk olarak birbirlerine yakın, diğer phalanx'lardan ise uzun oldukları belirlendi. Büyüme kıkırdaklarının kapandığı Phalanx proximalis'lerin proksimal uçlarındaki eklem yüzlerinde içbükey tarzda gelişimin kayda değer şekilde olduğu saptandı.

Yedinci, sekizinci ve dokuzuncu grup materyallerde büyümenin devam ettiği fakat kayda değer bir bulgunun olmadığı saptandı.

### **3.6.2.Ossa Digitorum Pedis'in Radyolojik Bulguları**

İkinci gruba ait röntgen filmlerinde phalanx proximalis ve phalanx media'nın diaphysis'leri saptanırken, üçüncü gruptan itibaren phalanx distalis ve sekonder kemikleşme merkezleri görüldü. Sekizinci periyotta ise proksimal epiphysis'lerin kapandığı belirlendi.

### 3.6.3.Ossa Digitorum Pedis'in Ölçümsel Bulguları

Birinci grup, yeni doğmuş hayvanlarda phalanx proximalis II'nin kıkırdak modeli ortalama 2,09 mm ölçüldü. Bu modelin kemikleşme merkezinin uzunluğu ortalama 0,47 mm olarak belirlendi. Phalanx proximalis III'ün total boyu ortalama 2,25 mm, kırmızıya boyanmış kemikleşme merkezi ise ortalama olarak 0,73 mm saptandı. Phalanx proximalis IV'ün kıkırdak modeli ortalama 2,22 mm, bu modelin kemikleşme merkezinin uzunluğu ortalama 0,62 mm ölçüldü. Phalanx proximalis V'in uzunluğu ortalama 1,85 mm, kemikleşmiş kısım ise 0,38 mm olarak saptandı. Birinci gruptaki phalanx proximalis'e ait kemiklerin genişliği ortalama 0,46 mm olarak belirlendi. Phalanx media II'nin kıkırdak taslağı 1,20 mm, phalanx media III'ün boyu ortalama 1,63 mm, phalanx media IV'ün uzunluğu 1,48 mm ve phalanx media V'in uzunluğu ise 1,13 mm olarak saptandı. Bu kısımda gözlenen kemikleşmiş bölümlerin ise ortalama 0,13 mm çapında olduğu belirlendi. Phalanx distalis II'nin uzunluğu ortalama olarak 0,85 mm, phalanx distalis III'ün uzunluğu 1,44 mm, phalanx distalis IV'ün uzunluğu ortalama 1,38 mm ölçülürken, phalanx distalis V'in uzunluğunun ortalama 0,9 mm olduğu saptandı. Bu periyottaki hayvanların phalanx'larının enleri ise ortalama olarak 0,45 mm olarak ölçüldü.

İkinci grup materyallerde, phalanx proximalis II'nin uzunluğu 5,73 mm, primer kemikleşme merkezinin boyu ise 3,87 mm ölçülürken, bu kemiğin eni 1,43 mm olarak ölçüldü. Phalanx proximalis III'ün uzunluğu 5,92 mm, kırmızı renkteki kemik taslağın uzunluğu 4,33 mm, kemiğin genişliği ise 1,65 mm olarak saptandı. Phalanx proximalis IV'ün uzunluğu 5,82 mm, primer kemikleşme merkezinin uzunluğu ise 4,07 mm ölçülürken, bu kemiğin eni ise 1,45 mm olarak ölçüldü. Phalanx proximalis V'in uzunluğu 4,38 mm, kırmızı renkteki kemik taslağın uzunluğu 3,37 mm, kemiğin genişliği ise 1,25 mm olarak belirlendi. Phalanx media II'nin uzunluğu 3,17 mm, sahip olduğu kırmızı renkteki kemik taslağın uzunluğu ortalama 1,90 mm, kemiğin genişliği ise 1,45 mm olarak saptandı. Phalanx media III'ün uzunluğu 3,41 mm, primer kemikleşme merkezinin boyu ise 2,25 mm ölçülürken, bu kemiğin eni 1,41 mm olarak ölçüldü. Phalanx media IV'ün uzunluğu 3,12 mm, kırmızı renkteki kemik taslağın uzunluğu 2,05 mm, kemiğin genişliği ise

1,29 mm olarak saptandı. Phalanx media V'in uzunluğu 2,03 mm kemik taslağın uzunluğu ortalama 1,26 mm, kemiğin genişliği ise 0,87 mm olarak saptandı.

Üçüncü grup, 3 haftalık materyallerde phalanx proximalis II'nin uzunluğu ortalama 7,45 mm, genişliği 1,58 mm ölçülürken, proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin uzunluğu 0,52 mm, genişliği ise 3,43 mm olarak saptandı. Phalanx proximalis III'ün uzunluğu ortalama 8,17 mm, eni 1,77 mm saptanırken, proksimal uçta bulunan kemikleşme merkezinin uzunluğu 0,57 mm, eni 3,21 mm olarak belirlendi. Phalanx proximalis IV'ün uzunluğu ortalama 7,74 mm, genişliği 1,89 mm ölçülürken, proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin uzunluğu 0,50 mm, genişliği ise 3,02 mm olarak saptandı. Phalanx proximalis V'in uzunluğu ortalama olarak 6,65 mm, genişliği 1,62 mm ölçülürken, proksimalinde bulunan sekonder kemikleşme merkezinin uzunluğu 0,38 mm, genişliği ise 2,43 mm ölçüldü. Phalanx media II'nin uzunluğu ortalama 4,45 mm ölçülürken eni ise ortalama 1,75 mm olarak saptandı. Bu kemiğin proksimal uçlarındaki sekonder kemikleşme merkezlerinin boyu ortalama 0,70 mm, genişliği ise 2,21 mm saptandı. Phalanx media III'ün uzunluğu ortalama olarak 6,05 mm, eni ise ortalama 1,87 mm olarak ölçülürken, proksimal uçlarındaki sekonder kemikleşme merkezlerinin boyu ortalama 0,79 mm, genişliği ise 2,25 mm olarak belirlendi. Phalanx media IV'ün uzunluğu ortalama 5,18 mm ölçülürken eni ise ortalama 1,89 mm olarak saptandı. Bu kemiğin proksimal uçlarındaki sekonder kemikleşme merkezlerinin boyları ortalama 0,83 mm, genişliği ise 2,33 mm olarak ölçüldü. Phalanx media V'in uzunluğu ortalama olarak 3,78 mm saptandı. Bu kemiğin eni ortalama 1,55 mm olarak ölçülürken proksimal uçta bulunan sekonder kemikleşme merkezlerinin boyu ortalama 0,35 mm, genişliği ise ortalama 1,69 mm olarak belirlendi. Phalanx distalis II'nin uzunluğu ortalama 4,25 mm, proksimal ucun eni ise 1,92 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis III'ün uzunluğu ortalama olarak 4,49 mm, proksimal ucun eni ise ortalama olarak 2,03 mm ölçüldü. Phalanx distalis IV'ün uzunluğu ortalama olarak 4,36 mm, proksimal ucun eni ise ortalama 1,96 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis V'in uzunluğu ortalama olarak 3,36 mm, proksimal ucun eni ise ortalama olarak 1,62 mm saptandı.

Dördüncü grup materyallerde phalanx proximalis II'nin uzunluğu ortalama 11,49 mm, genişliği ise ortalama 2,05 mm olarak saptandı. Phalanx proximalis III'ün uzunluğu ortalama olarak 13,01 mm, genişliği ise ortalama 2,13 mm ölçüldü. Phalanx proximalis IV'ün uzunluğu ortalama 11,67 mm, genişliği ise ortalama 2,08 mm olarak belirlendi. Phalanx proximalis V'in uzunluğu ortalama olarak 9,65 mm genişliği ise ortalama 2,04 mm saptandı. Phalanx media II'nin uzunluğu 6,63 mm, corpus'un ortasından yapılan ölçümde ise eni 2,73 mm olarak saptandı. Phalanx media III'ün uzunluğu ortalama 6,84 mm, genişliği 2,51 mm olarak ölçüldü. Phalanx media IV'ün uzunluğu ortalama olarak 6,59 mm, genişliği 2,52 mm olarak belirlendi. Phalanx media V'in uzunluğu ise ortalama olarak 6,67 mm, genişliği 2,20 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis II'nin uzunluğu ortalama 5,92 mm, proksimal uçtaki genişliği ise 2,45 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis III'ün uzunluğu ortalama 6,42 mm, proksimal eni ortalama 2,24 mm olarak belirlendi. Phalanx distalis IV uzunluğu ortalama olarak 6,02 mm, proksimal genişliği ise 2,28 mm olarak saptandı. Phalanx distalis V'in uzunluğu ortalama 4,71 mm, proksimal genişliği ise 1.81 mm olarak tespit edildi.

Beşinci grup materyallerde phalanx proximalis II'nin uzunluğu ortalama olarak 14,39 mm, genişliği ise ortalama 2,17 mm ölçüldü. Phalanx proximalis III'ün uzunluğu ortalama 15,92 mm, genişliği ise ortalama 2,43 mm saptandı. Phalanx proximalis IV'ün uzunluğu ortalama 14,54 mm, eni ortalama 2,47 mm olarak belirlendi. Phalanx proximalis V'in uzunluğu ortalama olarak 11,90 mm genişliği ise ortalama 2,08 mm saptandı. Phalanx media II'nin uzunluğu 8,95 mm, genişliği ise 2,85 mm olarak saptandı. Phalanx media III'ün uzunluğu ortalama 10,03 mm, genişliği 2,67 mm olarak ölçüldü. Phalanx media IV'ün uzunluğu ortalama olarak 9,83 mm, genişliği 2,54 mm olarak belirlendi. Phalanx media V'in uzunluğu ise ortalama olarak 7,07 mm, genişliği 2,32 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis II'nin uzunluğu ortalama 7,43 mm, proksimal uçtaki genişliği ise 2,49 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis III'ün uzunluğu ortalama 7,97 mm, proksimal eni ortalama 2,83 mm olarak belirlendi. Phalanx distalis IV'ün uzunluğu ortalama olarak 7,79 mm, proksimal genişliği ise 2,74 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis V'in uzunluğu ortalama 6,18 mm, proksimal genişliği ise 2,40 mm olarak ölçüldü.

Altıncı grup 15 haftalık materyallerde, phalanx proximalis II'nin uzunluğu ortalama 14,92 mm, genişliği ise ortalama 2,47 mm ölçüldü. Phalanx proximalis III'ün uzunluğu ortalama 16,15 mm, genişliği ise ortalama 2,56 mm saptandı. Phalanx proximalis IV'ün uzunluğu ortalama 16,58 mm, eni ortalama 2,68 mm olarak belirlendi. Phalanx proximalis V'in uzunluğu ortalama 12,98 mm genişliği ise ortalama 2,18 mm ölçüldü. Phalanx media II'nin uzunluğu 9,27 mm, genişliği ise 3,02 mm olarak saptandı. Phalanx media III'ün uzunluğu ortalama 10,26 mm, genişliği 2,76 mm olarak ölçüldü. Phalanx media IV'ün uzunluğu ortalama 10,37 mm, genişliği 2,64 mm olarak belirlendi. Phalanx media V'in uzunluğu ise ortalama 8,75 mm, genişliği 2,48 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis II'nin uzunluğu ortalama 9,15 mm, proksimal uçtaki genişliği ise 2,91 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis III'ün uzunluğu ortalama 9,45 mm, proksimal eni ortalama 2,97 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis IV uzunluğu ortalama 8,47 mm, proksimal genişliği ise 2,82 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis V'in uzunluğu ortalama 7,62 mm, proksimal genişliği ise 2,66 mm olarak belirlendi.

Yedinci grup materyallerde phalanx proximalis II'nin uzunluğu ortalama 15,39 mm, genişliği ise ortalama 3,07 mm ölçüldü. Phalanx proximalis III'ün uzunluğu ortalama 16,46 mm, genişliği ortalama 3,15 mm saptandı. Phalanx proximalis IV'ün uzunluğu ortalama 16,95 mm, eni ortalama 2,92 mm olarak belirlendi. Phalanx proximalis V'in uzunluğu ortalama 13,85 mm genişliği ise ortalama 2,25 mm olarak ölçüldü. Phalanx media II'nin uzunluğu 9,37 mm, genişliği ise 3,31 mm olarak saptandı. Phalanx media III'ün uzunluğu ortalama 10,34 mm, genişliği 2,78 mm olarak ölçüldü. Phalanx media IV'ün uzunluğu ortalama 10,52 mm, genişliği 2,81 mm olarak belirlendi. Phalanx media V'in uzunluğu ise ortalama 8,66 mm, genişliği 2,64 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis II'nin uzunluğu ortalama 9,48 mm, proksimal uçtaki genişliği ise 3,15 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis III'ün uzunluğu ortalama 10,19 mm, proksimal eni ortalama 3,45 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis IV uzunluğu ortalama 9,51 mm, proksimal genişliği ise 3,19 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis V'in uzunluğu ortalama 8,12 mm, proksimal genişliği ise 2,94 mm ölçüldü.

Sekizinci grup 24 haftalık materyallerde phalanx proximalis II'nin uzunluğu ortalama olarak 15,88 mm, genişliği ise ortalama 3,35 mm saptandı. Phalanx proximalis III'ün uzunluğu ortalama 16,71 mm, genişliği ortalama olarak 3,17 mm ölçüldü. Phalanx proximalis IV'ün uzunluğu ortalama 17,25 mm, eni 2,95 mm olarak belirlendi. Phalanx proximalis V'in uzunluğu ortalama olarak 13,91 mm genişliği ise ortalama 2,58 mm olarak ölçüldü. Phalanx media II'nin uzunluğu 9,48 mm, genişliği ise 3,41 mm olarak saptandı. Phalanx media III'ün uzunluğu ortalama 10,82 mm, genişliği 2,82 mm olarak ölçüldü. Phalanx media IV'ün uzunluğu ortalama olarak 10,59 mm, genişliği 2,85 mm olarak saptandı. Phalanx media V'in uzunluğu ise ortalama olarak 8,84 mm, genişliği 2,87 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis II'nin uzunluğu ortalama 10,66 mm, proksimal uçtaki genişliği ise 3,40 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis III'ün uzunluğu ortalama 10,31 mm, proksimal eni 3,61 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis IV uzunluğu ortalama olarak 10,09 mm, proksimal genişliği ise 3,36 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis V'in uzunluğu ortalama 8,15 mm, proksimal genişliği ise 3,14 mm ölçüldü.

Dokuzuncu grup, 28 haftalık materyallerde phalanx proximalis II'nin uzunluğu ortalama olarak 17,08 mm, genişliği ise ortalama 3,46 mm saptandı. Phalanx proximalis III'ün uzunluğu ortalama 17,39 mm, genişliği ortalama olarak 3,19 mm saptandı. Phalanx proximalis IV'ün uzunluğu ortalama 18,80 mm, eni ortalama 2,98 mm olarak belirlendi. Phalanx proximalis V'in uzunluğu ortalama olarak 14,58 mm, genişliği ise ortalama 2,74 mm olarak ölçüldü. Phalanx media II'nin uzunluğu 10,23 mm, genişliği ise 3,45 mm olarak saptandı. Phalanx media III'ün uzunluğu ortalama 11,04 mm, genişliği 2,89 mm olarak ölçüldü. Phalanx media IV'ün uzunluğu ortalama olarak 10,88 mm, genişliği 2,92 mm olarak saptandı. Phalanx media V'in uzunluğu ise ortalama olarak 8,89 mm, genişliği 2,89 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis II'nin uzunluğu ortalama 11,12 mm, proksimal uçtaki genişliği ise 3,46 mm olarak tespit edildi. Phalanx distalis III'ün uzunluğu ortalama 10,94 mm, proksimal eni ortalama 3,70 mm olarak ölçüldü. Phalanx distalis IV'ün uzunluğu ortalama olarak 10,25 mm, proksimal genişliği ise 3,38 mm olarak

tespit edildi. Phalanx distalis V'in uzunluğu ortalama 8,18 mm, proksimal genişliği ise 3,26 mm olarak belirlendi.

### **3.7.1.Patella'nın Boyama Bulguları**

Birinci grup yeni doğmuş materyallerde patella'nın oval şekilde ve kemikleşme merkezi içermeyen kıkırdak taslağı gözlemlendi.

İkinci grup materyallerde patella'nın sahip olduğu kıkırdak taslağı içinde çok küçük ve yuvarlak şekilde tespit edilen bir kemikleşme merkezi saptandı.

Üçüncü grup materyallerde ise gözlenen bu kemikleşme merkezinin yayılarak büyüdüğu ve kenar kısımlarında mavi boyalı kıkırdak taslağın bir hat şeklinde kemikleşme merkezinin etrafını sardığı tespit edildi.

Dördüncü grup materyallerde, patella'ya ait bu kemikleşme merkezinin büyüdüğu ve onu saran kıkırdak kısmın oldukça ince bir çizgi şeklinde kaldığı gözlemlendi.

Beşinci grup ve daha sonraki periyotlarda patella'nın büyümesine ve gelişmesine devam ettiği belirlendi.

### **3.7.2. Patella'nın Radyolojik Bulguları**

İlk üç periyottaki hayvanların filmlerinde patella'ya ait bir bulgu alınamadı. Dördüncü periyotta ise patella net bir şekilde gözlemlendi.

### **3.7.3.Patella'nın Ölçümsel Bulguları**

Birinci grup yeni doğmuş materyallerde patella'nın kıkırdak taslağının uzunluğu ortalama 2,18 mm, eni ise 1,21 mm olarak ölçüldü. İkinci grup materyallerde patella'nın kıkırdak taslağının uzunluğu ortalama olarak 4,72 mm, eni ise 2,37 mm,

sahip olduğu kemikleşme merkezinin çapı ise ortalama 0,47 mm olarak saptandı. Üçüncü grup materyallerde patella'nın kıkırdak taslağının uzunluğu ortalama 5,82 mm, eni ise 3,57 mm ölçüldü. Dördüncü grup materyallerde patella'nın uzunluğu 7,81 mm, eni ise 4,14 mm saptandı. Beşinci grup hayvanlarda patella'nın uzunluğu 8,06 mm, eni ise 5,44 mm belirlendi. Altıncı grup materyallerde patella'nın uzunluğu ortalama olarak 8,75 mm, eni ise 5,47 mm ölçüldü. Yedinci grup hayvanlarda patella'nın uzunluğu 9,23 mm, eni ise 5,87 mm belirlendi. Sekizinci grup materyallerde patella'nın uzunluğu 9,87 mm, eni ise 5,93 mm saptandı. Dokuzuncu, ve son gruptaki hayvanlarda patella'nın uzunluğu 10,06 mm, eni ise 6,12 mm belirlendi.

### **3.8.1.Ossa Sesamoidea'nın Boyama Bulguları**

#### **3.8.1.1.Os Sesamoideum Musculi Poplitei'nin Boyama Bulguları**

Birinci gruptaki ve ikinci gruptaki materyallerde, tavşanın arka ekstremitesinde patella'dan sonra en büyük susam kemiği olan os sesamoideum musculi poplitei'nin herhangi bir taslağına rastlanmadı.

Üçüncü grup materyallerde ise os sesamoideum musculi poplitei'nin kıkırdak taslağı kemikleşme merkezi içermeksizin gözlendi.

Dördüncü grup materyallerin os sesamoideum musculi poplitei'sinin kıkırdak taslağının küçük bir adet kemikleşme merkezi bulundurduğu saptandı.

Beşinci ve sonraki grupta yer alan materyallerin kemikleşme merkezlerinin büyüdüğü ve geliştiği belirlendi.

### **3.8.1.2.Ossa Sesamoidea'nın Radyolojik Bulguları**

Ossa sesamoidea röntgen filmlerinde görülemediği için bu kemiklere ait bir radyolojik bulgu alınamadı.

### **3.8.1.3.Os Sesamoideum Musculi Poplitei'nin Ölçümsel Bulguları**

Üçüncü gruptaki materyallerde os sesamoideum musculi poplitei'nin genişliği ortalama 3,49 mm, uzunluğu ise 1,32 mm olarak saptandı. Dördüncü gruba ait bu hayvanlarda susam kemiğinin eni ortalama olarak 5,15 mm, uzunluğu 1,49 mm ölçüldü. Beşinci gruptaki materyallerde os sesamoideum musculi poplitei'nin genişliği ortalama 5,48 mm, uzunluğu ise 2,51 mm olarak saptandı. Altıncı gruptaki hayvanlarda bu susam kemiğinin genişliği ortalama olarak 7,13 mm, uzunluğu 2,60 mm ölçüldü. Yedinci gruba ait materyallerde os sesamoideum musculi poplitei'nin genişliği ortalama 7,58 mm, uzunluğu ise 3,21 mm olarak belirlendi. Sekizinci grup materyallerde os sesamoideum musculi poplitei'nin genişliği ortalama olarak 7,90 mm, uzunluğu ise 3,29 mm olarak saptandı. Dokuzuncu grup materyallerde susam kemiğinin genişliği ortalama olarak 7,95 mm, uzunluğu 3,41 mm ölçüldü.

### **3.8.2.1.Ossa Sesamoideum Musculi Gastrocnemii'nin Boyama Bulguları**

Birinci ve ikinci grup materyallerde ossa sesamoideum musculi gastrocnemii'nin herhangi bir bulgusu alınamadı.

Üçüncü grup hayvanlarda ise bu susam kemiğinin kıkırdak bir taslağı gözlenmekle beraber kemikleşme merkezine rastlanmadı.

Dördüncü grup materyallerde ise bu susam kemiğine ait küçük bir kemikleşme merkezinin olduğu tespit edildi. Diğer periyotlarda ise büyümenin ve gelişmenin devam ettiği saptandı.

### **3.8.2.2.Ossa Sesamoideum Musculi Gastrocnemii'nin Ölçümsel Bulguları**

Üçüncü gruptaki materyallerde kıkırdak taslağın çapı 1,80 mm olarak ölçüldü. Dördüncü grupta 2,33 mm; beşinci grupta 2,94 mm; altıncı grupta 3,40 mm; yedinci grupta 3,53 mm; sekizinci grupta 3,68 mm ve dokuzuncu grupta ise çapı 3,87 mm olarak saptandı.

### **3.8.3.1.Ossa Sesamoidea Proximalia'nin Boyama Bulguları**

Birinci periyotta phalanx proximal'in proksimali ile metatarsus'ların distal kısmında plantar yüzde toplam 4 çift susam kemiğinin kıkırdak modelleri koyu maviye boyanmış bir şekilde görüldü.

İkinci ve üçüncü gruptaki materyallerde kıkırdak dokunun gelişmesi gözlemlendi, fakat kemikleşme merkezi görülmedi.

Dördüncü gruptaki hayvanlarda kıkırdak taslakların orta kısımlarında kemikleşmenin başladığı saptandı.

Beşinci ve daha sonraki gruplarda yer alan materyallerde kemikleşmenin merkezden periferik doğru ilerlediği ve kemiğin geliştiği gözlemlendi.

### **3.8.3.2.Ossa Sesamoidea Proximalia'nin Ölçümsel Bulguları**

Birinci periyottaki materyallerin uzunluğu ortalama 0,50 mm olarak ölçüldü. İkinci periyottaki hayvanlarda ise bu susam kemiğinin boyu 1,63 mm saptanırken, üçüncü grupta ortalama 1,95 mm, dördüncü periyotta 2,34 mm, beşinci grupta 3,12 mm, altıncı grupta 3,65 mm, yedinci grupta 4,89 mm, sekizinci grupta 5,56 mm, dokuzuncu grupta ise 7,14 mm olarak belirlendi.

#### **3.8.4.1.Ossa Sesamoidea Distalia'nin Boyama Bulguları**

Phalanx media'nın distal ucunun caudal'inde her phalanx media için bir adet olarak saptandı. İlk periyotta çok küçük olan bu kıkırdak taslakların ikinci ve üçüncü periyotlarda da henüz kemikleşmeye başlamadığı gözlemlendi.

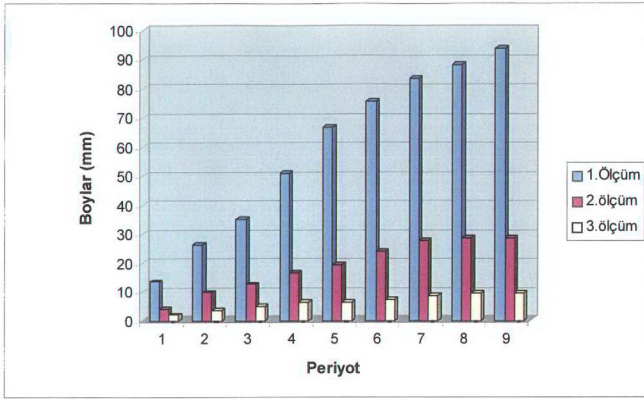
Dördüncü periyot hayvanlarda ise kemikleşme merkezlerinin oluşmaya başladığı saptandı. Beşinci gruptaki hayvanlarda kemikleşmenin tamamlandığı belirlendi. Altıncı ve sonraki periyotlarda periferik doğru büyüme ve gelişmeden başka kayda değer bir bulgu alınmadı.

#### **3.8.4.2.Ossa Sesamoidea Distalia'nin Ölçümsel Bulguları**

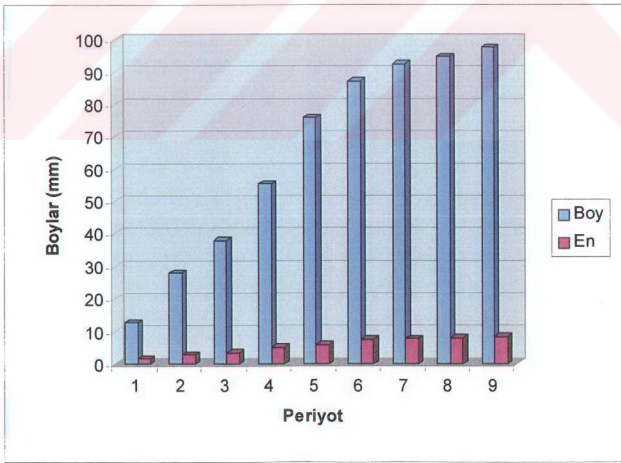
Üçüncü periyottaki hayvanlarda os sesamoideum distale'nin çapı 1.08 mm olarak ölçüldü. Dördüncü periyotta bu çap ortalama 1,78 mm, beşinci periyotta 1,93 mm, altıncı periyotta 2,14 mm, yedinci periyotta 2,43 mm, sekizinci periyotta 2,86 mm ve dokuzuncu periyotta ise 3,07 mm olarak ölçüldü.

#### **3.9.1. İstatistik Değerlendirme**

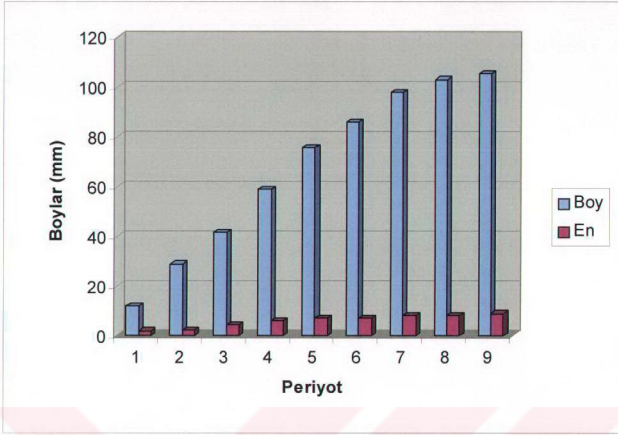
Yapılan ölçümler sonucu alınan bulgulara göre istatistik yöntemlerden ANOVA testi ve Student Newman Keuls testi uygulandı. Os coxae, femur, ossa cruris ve os metatarsale III kemikleri değerlendirmeye alındı. ANOVA testine göre değerlendirmeye alınan kemiklerin hem en hem de boy gelişiminde farklılık olduğu tespit edildi ( $P<0.005$ ). Bu farklılığı oluşturan kemiğin ise Student Newman Keuls testine göre os metatarsale III olduğu saptandı.



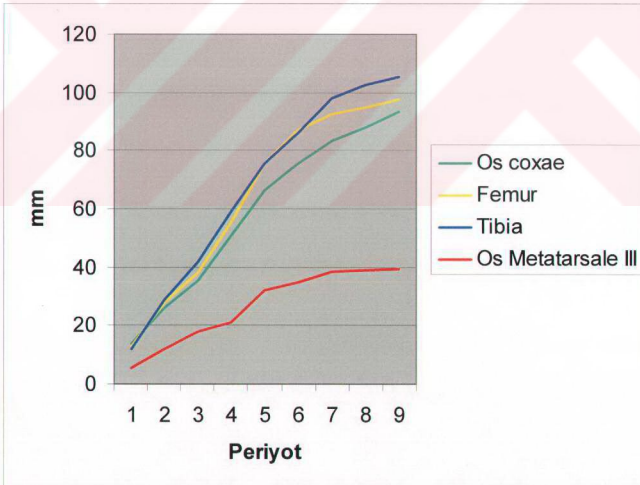
**Çizelge.3.1.** Os coxae'ya ait gelişim tablosu. **1.Ölçüm:** Os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık, **2.Ölçüm:** Symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık **3. Ölçüm:** Corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu.



**Çizelge.3.2.** Femur' ait gelişim tablosu



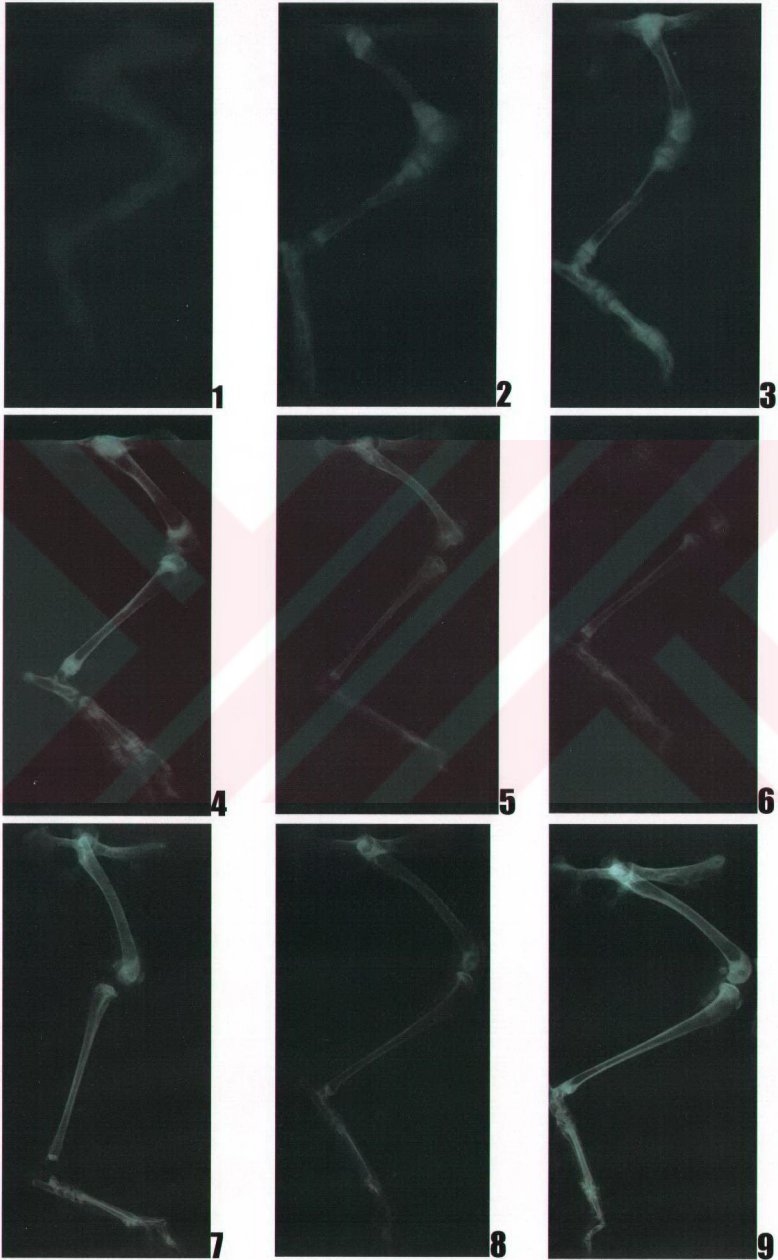
**Çizelge.3.3.** Tibia'ya ait gelişim tablosu.



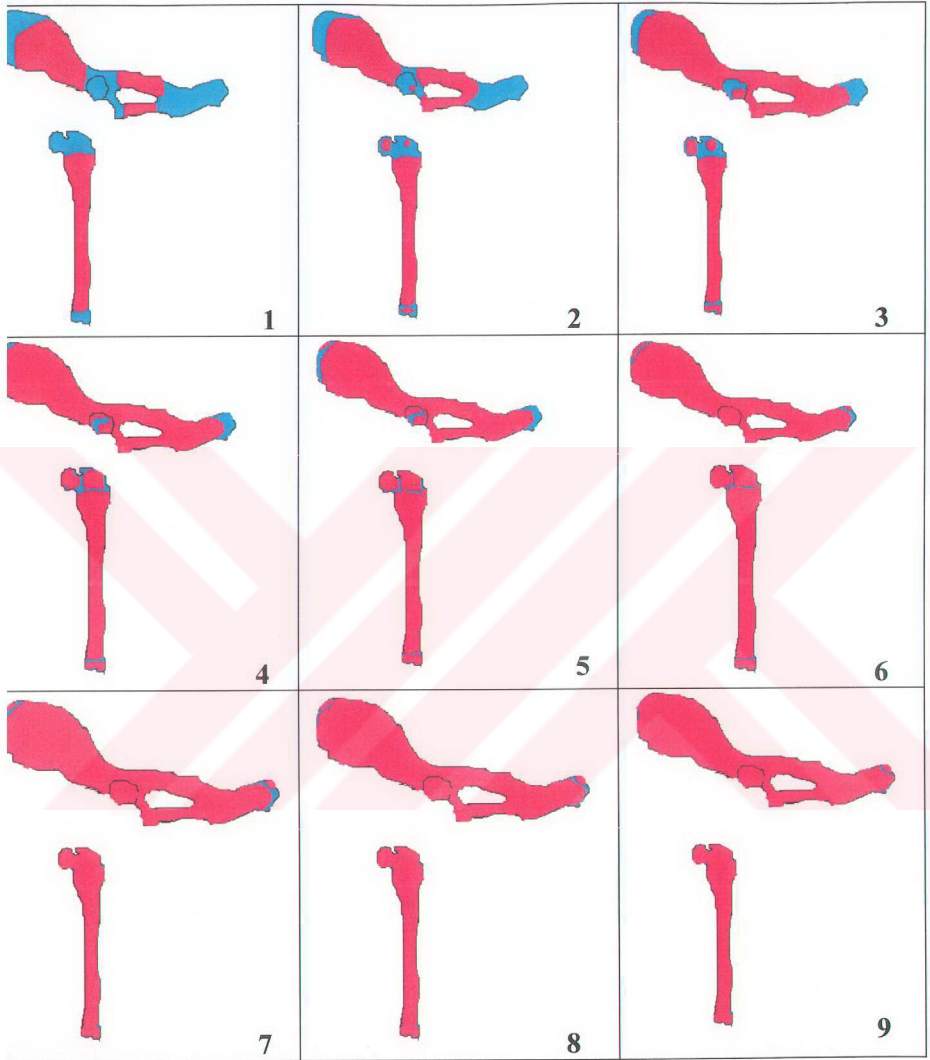
**Çizelge.3.4.** Os coxae, femur, tibia ve os metatarsale III' ün boylarını gösteren tablo.

**Tablo.3.1.** Os coxae, femur, tibia ve os metatarsale III' ün 9 haftalık gelişimine ait mm cinsinden ölçümleri.

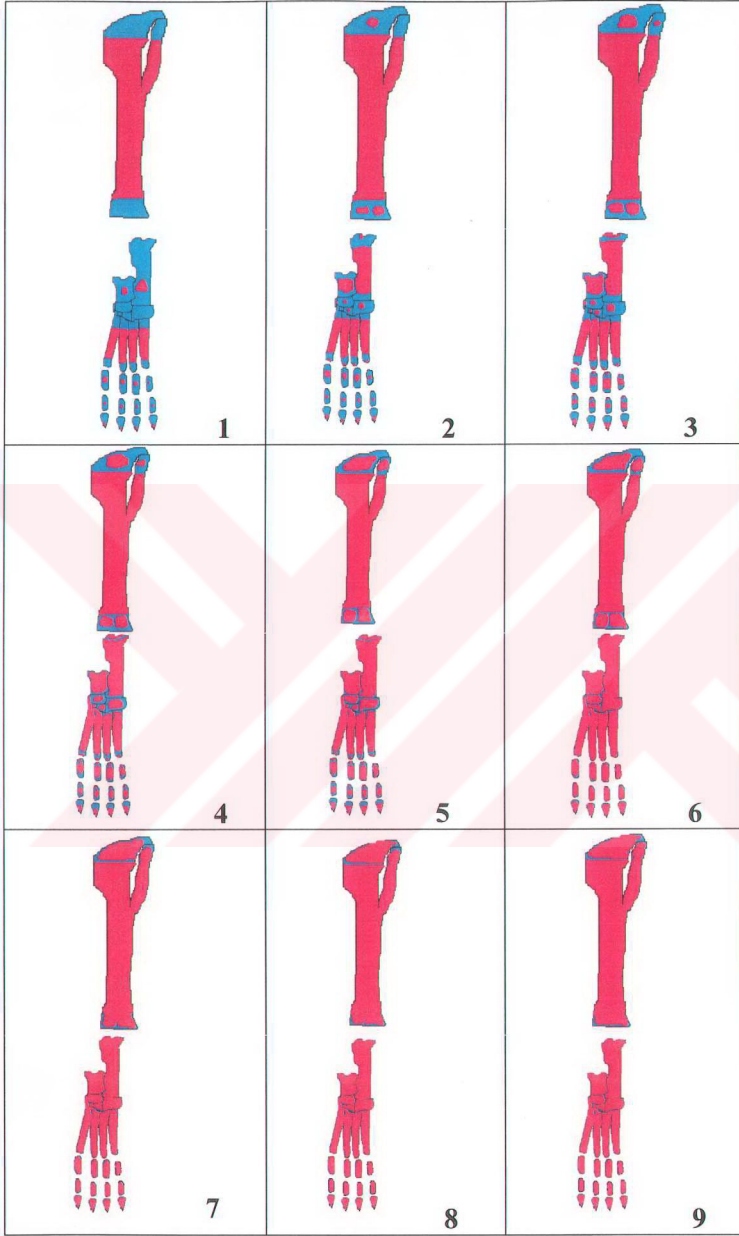
| KEMİKLER          | Periyot | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8      | 9      |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Os Coxae          | 1.Ölçüm | 13,52 | 26,29 | 35,24 | 50,94 | 66,61 | 75,49 | 83,56 | 88,09  | 93,50  |
|                   | 2.Ölçüm | 3,98  | 9,86  | 12,61 | 16,73 | 19,51 | 24,15 | 27,59 | 28,54  | 28,70  |
|                   | 3.Ölçüm | 1,97  | 3,44  | 4,88  | 6,34  | 6,49  | 7,26  | 8,69  | 9,42   | 9,46   |
| Femur             | Boy     | 12,74 | 27,95 | 37,98 | 55,28 | 75,78 | 87,16 | 92,40 | 94,66  | 97,48  |
|                   | En      | 1,58  | 2,80  | 3,46  | 5,07  | 5,95  | 7,46  | 7,68  | 8,01   | 9,36   |
| Tibia             | Boy     | 11,87 | 28,92 | 41,49 | 58,89 | 75,64 | 85,97 | 97,88 | 102,69 | 105,36 |
|                   | En      | 1,79  | 2,20  | 4,19  | 6,20  | 6,95  | 7,10  | 8,03  | 8,23   | 8,95   |
| Os MetatarsaleIII | Boy     | 5,54  | 11,85 | 17,98 | 21,16 | 31,85 | 35,02 | 38,63 | 39,02  | 39,38  |
|                   | En      | 0,48  | 1,66  | 2,05  | 2,97  | 2,85  | 2,97  | 3,32  | 3,43   | 3,53   |



**Şekil 3.13.** Arka ekstremite kemiklerinin röntgen filmleri. Sağ bacak. (Lateral'den görünüş)



**Şekil.3.14.**Arka ekstremitelerin gelişimlerini gösteren şematize edilmiş şekilleri. (Os coxae ve femur).



**Şekil.3.15.**Arka ekstremitelerin gelişimlerini gösteren şematize edilmiş şekilleri.(Tibia,ossa tarsi ve ossa digitorum pedis).

#### 4. TARTIŞMA

İnsanlarda os coxae'nın üçü primer, beşi sekonder olmak üzere toplam sekiz kemikleşme merkezinden geliştiği (Arıncı ve Elhan, 2001), memeli hayvanlarda ise genel olarak üç adet primer kemikleşme merkezi ile bir veya birkaç adet sekonder kemikleşme merkezinden oluştuğu (Barone, 1986) bildirilmiştir. Hare (1961) ve Chapman (1965)'a göre köpeklerde os coxae'nın dokuz adet kemikleşme merkezi vardır. Bu merkezler corpus ossis ilii, ala ossis ilii, ramus ossis ischii, corpus ossis ischii, corpus ossis pubis, ramus ossis pubis, acetabulum, crista iliaca ve tuber ischiadicum'dur. Patton ve Kaufman (1994) farelerde üç adet primer kemikleşme merkezi ile bir adet sekonder kemikleşme merkezinin os coxae'yı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Patton ve Kaufman (1994)'a göre bu üç adet primer kemikleşme merkezi düzenli olarak yavaş yavaş birbirlerine yaklaşıp büyürler fakat bu merkezler gebeliğin 14. gününde acetabulum bölgesinde buluşmazlar. Bu dönemde ilium'un büyük bir bölümü ve os pubis'in büyük bir bölümü kıkırdak doku halindedir. Yapılan bu çalışmada ise Barone (1986)'a uygun, diğer literatürden ise (Hare, 1961; Chapman, 1965; Patton ve Kaufman, 1994; Arıncı ve Elhan, 2001) farklı olarak üç adet primer kemikleşme merkeziyle üç adet sekonder kemikleşme merkezi tespit edildi. Crista iliaca'da Arıncı ve Elhan (2001)'den farklı olarak tek kemikleşme merkezi gözlemlendi. Hare (1961)'nin bildirdiği gibi acetabulum'da bulunan kemikleşme merkezi röntgen ile saptanamadı.

İnsanlarda femur'un corpus ossis femoris, caput ossis femoris, trochanter major, trochanter minor ve distal uç olmak üzere beş adet kemikleşme merkeziyle geliştiği bildirilmiştir (Arıncı ve Elhan, 2001). Femur'da ilk kemikleşmenin intrauterin hayatta corpus ossis femoris'te gözlemlendiği, distal uca kemikleşmenin proksimal uca göre erken başladığı bildirilmiştir (Willams ve Dyson, 1989; Arıncı ve Elhan, 2001). Yine insanlarda proksimal epiphysis'in distal epiphysis'ten önce corpus ossis femoris ile kaynaştığına değinilmiştir (Arıncı ve Elhan, 2001). Barone (1986)'a göre femur genel olarak evcil memelilerde, corpus ossis femoris'i şekillendiren bir adet kemikleşme merkezi ile epiphysis'i oluşturan dört adet

sekonder kemikleşme merkezinden oluşmuştur. Bu merkezlerden üç tanesi proksimal uçta; caput ossis femoris, trochanter major ve trochanter minor'de bulunmaktadır. Distal uç ise tek bir kemikleşme merkezinden şekillenmektedir. Getty (1975), atlarda femur'un, corpus ossis femoris, trochanter major, epiphysis proximalis ve epiphysis distalis olmak üzere 4 merkezden geliştiğini bildirmiştir. Yine Getty (1975) bu merkezlerden en erken olarak diaphysis'in; intrauterin hayatın 60. veya 70. günlerinde gözlendiğini, distal epiphysis'teki kemikleşme merkezinin gebeliğin 220-245. günlerinde, epiphysis proximalis ve trochanter major'daki merkezlerin ise 230-300. günlerde gözlendiğini bildirmiştir. Köpeklerde femur'un beş kemikleşme merkezinden geliştiği bildirilmiştir (Hare,1961). Chapman (1965)'e göre femur'un distal ucu tek merkezden gelişmektedir. Literatüre göre corpus ossis femoris doğumda şekillenmiş, caput ossis femoris'in kemikleşme merkezi doğumdan sonra 1,2 veya 3. haftalarda görülmüştür. Trochanter major'un kemikleşme merkezi ise 2. ayda gözlenirken, trochanter minor'un merkezi ise 7-12 haftada gözlenir. Distal uçtaki kemikleşme merkezi 2-3 veya 4. haftalarda görülür (Hare, 1961). Patton ve Kaufman (1994)'a göre farelerde femur'un sekonder kemikleşme merkezlerinden distal uçta bulunan, doğumdan sonraki 7. günde gözlenir. Proksimal uçta bulunan kemikleşme merkezi ise 14. günde şekillenir. Khhermosh ve ark. (1972) tavşanda femur büyümesinin 6 ayda tamamlandığını belirtmiştir. Rudicel ve ark. (1984) ise tavşanda femur büyümesinin % 74'ünün ilk üç ayda tamamlandığını, 4 ay sonunda ise % 78'inin tamamlandığını belirtmiştir. Femur büyümesinin özellikle 2. ve 4. haftada maksimum olduğu, bu dönemde kemik boyunun yaklaşık iki katına çıktığı, 10-14. haftalarda femur büyümesinde kayda değer bir değişiklik olmadığı yine bu araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Khhermosh ve ark. (1972) tavşan femur'unda ilk üç ayda büyümenin çok fazla olduğunu ve 4,5,6. aylarda büyümenin yavaşladığını belirtmişlerdir. Lerner ve Kuhn (1997)'a göre tavşanda 1 ile 42. günler arasında femur boyu yaklaşık 3 kat artmıştır. Yine bu literatürde femur büyümesinin % 95'inin 16 haftada tamamlandığı, 24-28. haftalarda ise büyüme kıkırdaklarının kapandığı bildirilmiştir. Chapman (1965) köpeklerde proksimal uçta bulunan kemikleşme merkezlerinin gövde ile birleşmesini doğumdan sonra 30-36. haftalarda tespit ederken distal uçtaki kemikleşme merkezinin corpus ile birleşmesinin ise 30-37. haftalarda olduğunu bildirmiştir. Femur'da büyüme kıkırdaklarının kapanması

Barone (1986)'a göre equidea'de ve ruminantia'da doğumdan sonra 3. yıla doğru, carnivora'da 1. yılda ve insanda ise 20. yılda olur. Küçük ruminantia'da ise kapanma proksimalde 3. yılda, distal'de 3,5. yılda olur. Yapılan çalışmada Hare (1961) ile Arıncı ve Elhan, (2001)'a uygun, Barone (1986) ve Getty (1975)'nin aksine olarak femur'un 5 adet merkezden geliştiği saptandı. Chapman (1965)'in bildirdiği gibi femur'un distal ucu tek merkezden kemikleşmektedir. Patton ve Kaufman (1994)'ın çalışmasından farklı olarak önce proksimal uçta daha sonra ise distal uçta kemikleşme görülmektedir. Proksimal uçtaki kemikleşme merkezleri sırasıyla, önce caput ossis femoris, daha sonra trochanter major ve en son da trochanter minor'da saptandı. Yapılan çalışmada altıncı periyot hayvanlarda femur büyümesinin % 89'unun tamamlandığı, bu değerin Rudicel ve ark. (1984)'nın bildirdiği değerle yakın bir değer olduğu belirlendi. Khernosh ve ark. (1972)'a uygun olarak dokuzuncu periyotta femur büyümesinin büyük ölçüde tamamlandığı saptandı. Dördüncü periyot, 42 günlük hayvanlarda Lerner ve Kuhn (1997)'un bildirdiğinden daha fazla yaklaşık 4,5 kat büyüme tespit edildi. Yine bu araştırmacıların büyüme kırkırdaklarının 24-28. haftalar arasında kapandığını belirtmesine rağmen, çalışmada 21. haftada büyüme kırkırdaklarının kapandığı görüldü. Büyüme kırkırdaklarının kapanması Chapman (1965) ve Barone (1986)'un bildirdiğinden çok önce şekillendiği tespit edildi.

Arıncı ve Elhan (2001) tibia'nın insanlarda 3 kemikleşme merkezinden geliştiğini bildirmiştir. Bu merkezlerden birisi diaphysis'i oluştururken diğerleri ise proksimal ve distal uçta yer alır. Proksimal uçtaki kemikleşme merkezi doğumdan hemen sonra görülür. Distal uçtaki kemikleşme merkezi ise postnatal 2. yılda kemikleşmeye başlar ve 18 yaşında diaphysis ile kaynaşır. Memeli hayvanlarda genel olarak tibia'nın 4 kemikleşme merkezinden geliştiği (Getty,1975), bu merkezlerden bir tanesinin diaphysis'i oluşturduğu, diğer ikisi proksimal ucu oluştururken, bir diğerinin ise distal ucu oluşturduğu Barone (1986) tarafından bildirilmiştir. Yine aynı literatürde proksimal uçtaki sekonder kemikleşme merkezinin, büyük ruminantia'da gebeliğin 6. ayında, equidae'de 7. ayda, küçük ruminantia'da 4. ayda ortaya çıktığı bildirilmiştir. Aynı literatürde carnivora'da bu merkezin doğumdan sonraki 2. ayda, tavşanda ise doğumdan sonraki 2. haftada görüldüğü bildirilmiştir. Chapman (1965)

köpeklerde distal uçta kemikleşmenin 25. günde olduğunu belirtmiştir. Barone (1986)'a göre distal uçta kemikleşme proksimal uçtan biraz sonra, büyük ruminantia'da gebeliğin 7. ayında, equidae'de 8. ayda, carnivora'da 1. ayda, tavşanda ise 2 haftalıkken gözlenir. Aynı literatürde tibia'nın tuberositas tibiae'sının daha geç ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bu merkez büyük ruminantia'da gebeliğin en erken 8. ayında, equidae'lerde 9. ayda, carnivora'da 2. ayda görülür. Büyüme kırırdağının kapanması ise Barone (1986)'a göre distal uçta equidae'de 2. yıla doğru, ruminantia'da 2 ve 2,5 yılda, küçük ruminantia'da 2,5 yılda, köpekte ise 10. ayda olur. Chapman (1965)'a göre ise 8. aya doğru büyüme kırırdağında kapanma olmaktadır. Proksimal uçta büyüme kırırdağındaki kapanma biraz daha geç şekillenmektedir. Equidae'de 3,5 yılda, ruminantia'da 3-3,5 yılda, küçük ruminantia'da 4,5 yılda, Getty (1975)'ye göre ise carnivora'da 1. yılda büyüme kırırdağında kapanma olur. Patton ve Kaufman (1994) farede tibia'nın ilk kemikleşme merkezinin gebeliğin 16. gününde, sekonder kemikleşme merkezlerinin ise hemen hemen aynı zamanda postnatal 7. günde gözlendiğini bildirmiştir. Hare (1961) köpeklerde tibia'nın 5 merkezden kemikleştiğini bildirmiştir. Aynı literatürde diaphysis'in doğumda iyi geliştiği, distal uçta bulunan kemikleşme merkezlerinin 2,3,4. haftalarda gözlendiği bildirilmiştir. Chapman (1965)'a göre tuberositas tibia'nın kemikleşme merkezi 7-11. haftalarda görülmektedir. Yapılan çalışmada Barone (1986) ve Getty (1975)'ye uygun, fakat Arıncı ve Elhan (2001) ile Hare (1961)'den farklı olarak 4 kemikleşme merkezi saptandı. Proksimal ve distal kemikleşme merkezleri Arıncı ve Elhan (2001)'dan farklı, Patton ve Kaufman (1994)'a uygun olarak aynı zamanda gözlendi. Barone (1986) proksimal ve distal uçta bulunan kemikleşme merkezlerinin ilk kez 2. haftada gözlendiğini belirtmiş ancak çalışmada bu merkezlerin 1 haftalık hayvanlarda gözlendiği belirlenmiştir. Barone (1986)'a uygun olarak tüm hayvanlarda proksimal uçtaki kapanmanın distal uçtaki kapanmadan daha sonra olduğunu tespit edildi.

Barone (1986)'a göre insanda fibula'nın proksimal ucunda bulunan kemikleşme merkezi 3. yaşa doğru gözlenir ve 18-19. yaşlarda diaphysis ile birleşir. Yine aynı literatürde distal uçtaki kemikleşme merkezi 4. yaşta gözlenirken, 19-22. yaşlarda diaphysis ile birleştiği belirtilmiştir. Evcil memelilerde fibula'nın üç

merkezden geliştiği bildirilmiştir (Chapman, 1965; Barone, 1986). Barone (1986)'a göre corpus fibulae'sı olan türlerde, fibula'nın kemikleşme merkezi tibia'nınkiyle hemen hemen aynı zamanda gözlenir. Hare (1961) ve Chapman (1965)'a göre köpeklerde diaphysis'in kemikleşme merkezi doğumda iyi bir şekilde gelişmiştir. Yine aynı literatürde proksimal uçtaki kemikleşme merkezinin 2 ve 3. aylarda görüldüğü, distal uçtaki merkezlerin ise 4,5,6 ve 7. haftalarda gözleendiği bildirilmiştir. Carnivora'da distal epiphysis'in 2. ay sonunda, proksimal epiphysis'in ise bundan daha geç kapandığı Barone (1986) ve Chapman (1965) tarafından belirtilmiştir. Araştırmada, Hare (1961), Chapman (1965) ve Barone (1986)'un bildirdiğinden farklı olarak fibula'nın iki merkezden geliştiği tespit edildi. Tavşanların ossa cruris'i çoğu evcil memeliden farklı bir şekilde kemiksel olarak birleştiğinden fibula'nın sadece iki kemikleşme merkezinden geliştiği saptandı.

İnsanlarda tarsal kemiklerden sadece calcaneus'un iki kemikleşme merkezinden geliştiği, diğer tarsal kemiklerin tek merkezden geliştikleri belirtilmektedir. (Barone 1986; Williams ve Dyson, 1989; Arıncı ve Elhan, 2001). Talus ve calcaneus dışındaki tüm tarsal kemiklerin kemikleşme merkezlerinin doğumdan sonra görüldüğü Barone (1986) tarafından bildirilmiştir. Köpeklerde Hare (1961) ve Chapman (1965)'a göre tarsus kemikleri calcaneus hariç tek bir kemikleşme merkezinden gelişmektedir. Bu merkezlerden biri calcaneus'un gövdesini, diğeri tuber calcanei'yi oluşturur. Hare (1961) calcaneus dışındaki tarsal kemiklerin 2,3,4 ve 5. haftalarda primer kemikleşme merkezini gösterdiğini, 2 ay sonunda ise tüm tarsal kemiklerin kemikleşme merkezinin görüldüğünü bildirmiştir. Barone (1986) tavşanlarda ossa tarsi'nin doğumda tamamen kıkırdak yapıda olduğunu, doğumdan sonraki 2. hafta sonunda kemikleşmeye başladığını bildirmiştir. Patton ve Kaufman (1994)'a göre farelerde talus ve calcaneus kemikleşmeye gebeliğin 19. gününde, diğer tarsal kemikler ise doğumdan sonra 7. günde başlar. Yapılan çalışmada literatüre (Hare, 1961; Chapman, 1965; Barone, 1986; Williams ve Dyson, 1989; Arıncı ve Elhan, 2001) uygun olarak calcaneus'un 2 merkezden, diğer tarsal kemiklerin ise tek merkezden geliştiği tespit edildi. Çalışmada tüm tarsal kemiklerin kemikleşme merkezleri Hare (1961)'nin bildirdiğinden erken, Patton ve Kaufman (1994)'ın bildirdiğinden ise daha geç, 3. haftada şekillendiği belirlendi.

Alınan bulgulara Barone (1986)'un bildirdiğinden biraz geç olarak, 3 haftalık hayvanlarda tarsal kemiklerin hepsinde kemikleşme merkezi gözlemlendi.

İnsanlarda metatarsal kemiklerin herbirinin 2 merkezden geliştiği (Arıncı ve Elhan, 2001) bildirilmiştir. Köpeklerde de 2 adet kemikleşme merkezinin bulunduğu belirtilmiş, bu merkezlerden biri corpus'u oluştururken, diğerinin ise distal ucu şekillendirdiği belirtilmiştir (Hare, 1961; Chapman, 1965). Arıncı ve Elhan (2001)'a göre insan metatarsus'unda diaphysis'de kemikleşme postnatal 7-9. haftada başlayarak 18-20. yıllarda büyüme kıkırdağı kapanır. Patton ve Kaufman (1994), farelerde os metatarsale I'in gebeliğin 19. gününde kemikleşmeye başladığını, fakat diğer metatarsal kemiklerin postnatal 7. günde kemikleşmeye başladıklarını bildirmiştir. Yeni Zelanda tavşanında yapılan çalışmada tüm metatarsal kemiklerin literatüre (Hare, 1961; Chapman, 1965; Barone, 1986; Arıncı ve Elhan, 2001) uygun olarak 2 merkezden geliştiği, bunlardan birinin diaphysis'i oluştururken diğerinin distal uçta bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca araştırmada, os metatarsale I'in, os metatarsale II'nin proximal'i ile 6 haftalıkken kaynaştığı ve bu kemiğin proximal'inde bir çıkıntı olarak kaldığı tespit edildi.

Arıncı ve Elhan (2001)'a göre insanlarda phalanx'lar biri gövdesinde, diğeri basis'inde olmak üzere, 2 merkezden gelişir. Gövdedeki merkez 10. haftada, basis'deki ise 4-10. yıllarda görülür. Hare (1961)'e göre phalanx proksimalis ve phalanx media ikişer kemikleşme merkezinden gelişirler. Bunlardan biri diaphysis'te diğeri ise distal uçtadır. Diaphysis'teki kemikleşme merkezi doğumda vardır (Hare, 1961; Chapman, 1965). Proksimal uçtaki sekonder kemikleşme merkezleri ise Chapman (1965)'a göre 30. günde görülmektedir. Patton ve Kaufman (1994) ise farelerde phalanx proximalis II-III ve IV'ün gebeliğin 18. gününde kemikleşmeye başladığını, hemen hemen aynı zamanlarda phalanx distalis II-III ve IV'ün uç kısımlarında da kemikleşmenin olduğunu bildirmişlerdir. Aynı literatürde postnatal 2. haftada kemikleşmenin tamamlandığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmada ise phalanx proximalis ve phalanx media'nın Hare (1961) ve Chapman (1965)'a uygun olarak ikişer merkezden kemikleştikleri saptanmıştır. Yine aynı literatüre uygun olarak diaphysis'deki merkezlerin doğumda var olduğu belirlenmiştir. Sekonder

kemikleşme merkezlerinin ise Chapman (1965)'ın bildirdiğinden daha erken, 3. haftada gözlemlendiği saptanmıştır.

Patella insanlarda tek merkezden, postnatal 2-3. yıllarda oluşmaktadır (Arıncı ve Elhan, 2001). Hare (1961)'ye göre patella postnatal 50. günde, Chapman (1965)'a göre ise 52. günde kemikleşmektedir. Patton ve Kaufman (1994), farelerde patella'nın postnatal 7-14. günlerde gözlemlendiğini belirtmiştir. Çalışmada ise literatür'den (Hare, 1961; Chapman, 1965; Arıncı ve Elhan, 2001) farklı olarak bir haftalık hayvanlarda kemikleşme merkezi gözlemlendi. Patton ve Kaufman (1994)'ın bildirdiği zamana ise yakın bir bulgu alındı.

Chapman (1965) os sesamoideum musculi poplitei ve os sesamoideum musculi gastrocnemii'nin postnatal 94. günde görüldüğünü belirtmiştir. Patton ve Kaufman (1994), farelerde os sesamoideum musculi gastrocnemii'nin postnatal 14. günde kemikleşme göstermediğini bildirmiştir. Araştırmada ise os sesamoideum musculi poplitei ve os sesamoideum musculi gastrocnemii'nin postnatal 42. günde, Chapman (1965)'ın bildirdiğinden daha erken ortaya çıktığı belirlendi. Patton ve Kaufman (1994)'ın bildirdiğinden ise daha geç şekillendiği saptandı.

## 5. SONUÇ

Yeni Zelanda tavşanı'nda arka ekstremite kemiklerinde ilk haftadan itibaren bütün kemiklerin kıkırdak taslakları görüldü. Bazı kemiklerde bu taslaklar içinde primer kemikleşme merkezleri tespit edildi. Daha sonraki periyotlarda ise bu primer kemikleşme merkezinin gelişimiyle birlikte seconder kemikleşme merkezleri belirlendi.

Os coxae'da üç adet primer kemikleşme merkeziyle üç adet sekonder kemikleşme merkezi saptandı. Os coxae'nın toplam 6 adet kemikleşme merkezinden geliştiği tespit edildi. 0 günlük, yeni doğmuş materyallerde, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama olarak 13,52 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık 3,98 mm, ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise 1,97 mm olarak ölçüldü. Son gruptaki materyallerde ise, os ilium'un crista iliaca'sı ile os ischii'nin tuber ischiadicum'u arasındaki uzaklık ortalama olarak 93,50 mm, symphysis pelvina'nın cranial ucu ile acetabulum'un lateral kenarı arasındaki uzaklık ortalama 28,70 mm, corpus ossis ilii'nin mediolateral uzunluğu ise 9,46 mm olarak belirlendi.

Femur'un biri primer diğerleri sekonder olmak üzere 5 adet kemikleşme merkezi olduğu saptandı. Primer kemikleşme merkezi diaphysis'i oluştururken diğerleri ise caput ossis femoris, trochanter major, trochanter minor ve distal ucu oluşturmaktadırlar. Birinci grup 0 günlük materyallerin femur'larının ortalama uzunluğu 12,74 mm olarak ölçülürken, diaphysis'in eni ise ortalama olarak 1,58 mm olarak tespit edildi. Dokuz haftalık hayvanların femur'u ortalama olarak 97,48 mm saptanırken, corpus'un eni ise 8,36 mm olarak ölçüldü.

Tibia'nın biri primer kemikleşme merkezi olmak üzere toplam 4 adet merkezden oluştuğu belirlendi. Fibula ise 2 adet merkezden gelişmektedir. Yeni doğan hayvanlarda tibia'nın uzunluğu ortalama olarak 11,87 mm ölçüldü. Tibia'nın diaphysis'inin fibula ile birleştiği yerdeki genişliği ise 1,79 mm olarak tespit edildi.

Dokuzuncu ve son gruba ait materyallerin tibia'larının boyu 105,36 mm, eni ise 8,95 mm olarak ölçüldü.

Ossa tarsi'nin yeni doğmuş hayvanlarda sadece talus ve calcaneus'a ait birer kemikleşme merkezi görülmüştür. Bir haftalık materyallerde ise os tarsi centrale, os tarsale III ve os tarsale IV' e ait birer kemikleşme merkezi görülürken, tuber calcanei'de bir adet kemikleşme merkezi tespit edildi. Üç haftalık hayvanlarda os tarsale II'nin de kemikleşme merkezi görüldü, böylece üç haftalık hayvanlarda bütün tarsal kemiklerin kemikleşmeye başladığı belirlendi. Üçüncü gruptan sonraki gruplarda büyümenin devam ettiği ve kıkırdak kısımların azaldığı tespit edildi. Yedinci grupta ise calcaneus'a ait sekonder kemikleşme merkezinin gövde ile birleştiği belirlendi.

Ossa metatarsalia II, III, IV ve V'te, yeni doğmuş hayvanlarda, birer kemikleşme merkezinin olduğu tespit edildi. Os metatarsale I'in ise sadece kıkırdak taslağının olduğu belirlendi. Bir haftalık materyallerde ise metatarsale II, III ve IV'e ait birer adet olmak üzere, distal uçlarında sekonder kemikleşme merkezinin varlığı belirlendi. Os metatarsale I'e ait merkez bu periyotta gözlemlendi. Gelişim plaklarının 24 haftalık hayvanlarda kapandığı tespit edildi.

Yeni doğmuş hayvanlarda phalanx proximalis II, III ve IV'te kemikleşmenin başladığı tespit edildi. Phalanx proximalis V'te ise bazı materyallerde kemikleşmenin henüz başlamadığı tespit edildi. Phalanx media ve phalanx distalis'te de kemikleşmenin başladığı belirlendi. Phalanx distalis'teki kemikleşmenin distal'den proximal'e ilerleme tarzında olduğu tespit edildi. Üç haftalık materyallerde phalanx proximalis ve phalanx media'ya ait kemikleşme merkezlerinin proksimal uçlarında birer adet sekonder kemikleşme merkezinin olduğu saptandı. Sonraki periyotlarda büyümenin devam ettiği belirlendi.

Arka ekstremitenin en büyük susam kemiği olan patella'nın kemikleşme merkezi bir haftalık materyallerde tespit edildi. Os sesamoideum musculi poplitei, os

**sesamoideum musculi gastrocnemii, os sesamoideum proximale ve os sesamoideum distale'nin ilk kemikleşme merkezleri ise 6 haftalık hayvanlarda görülmüştür.**



## ÖZET

### Yeni Zelanda Tavşanında Arka Ekstremitelerin Postnatal Osteolojik Gelişimi

Bu araştırmada Yeni Zelanda tavşanının arka ekstremitelerinin doğumdan sonra 28. haftaya kadarki gelişimi üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışma son yıllarda önem kazanan gelişim araştırmaları için bir örnek teşkil etmek ve var olan kaynakları zenginleştirmek amacıyla yapılmıştır.

Inouye tekniğine göre alizarin red ve alcian blue ile bütün periyotlardaki kemikler boyandı. Uygun solusyonlarda saklanan kemiklerin diseksiyonları yapıldı. Intel play QX3 digital mikroskop ve kodak digital camera ile fotoğrafları çekildi. Diseke edilen bacaklardan 150 mm'lik mitutoyo marka kumpas ile ölçümler alındı.

Yeni doğmuş hayvanların arka ekstremitelerini oluşturan kemiklerin hemen hepsinde (os tarsale II, III, IV ve os tarsi centrale hariç) diaphysis'lerin kemikleşmeye başladığı gözlemlendi. Arka bacakta kemiklerin primer ve sekonder kemikleşme merkezlerinin sayısı, görülme zamanları ve büyüme kıkırdaklarının kapanma zamanları ayrıntılı olarak belirlendi.

Os coxae, femur, ossa cruris ve os metatarsale III kemikleri değerlendirmeye alındığında ANOVA testine göre hem en, hem de boy gelişiminde farklılık olduğu tespit edildi. Bu farklılığı oluşturan kemiğin ise Student Newman Keuls testine göre os metatarsale III olduğu saptandı.

Yapılan grafikler ve istatistik değerlendirmelere göre kemik gelişiminin ilk 15 haftada oldukça yüksek olduğu daha sonraki haftalarda yavaşladığı tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Arka Ekstremiteler, Gelişim, Kemik, Tavşan.

## SUMMARY

### **Postnatal Osteologic Development of the Bones of the Pelvic Limbs of the New Zealand Rabbit within the Periods from Birth to 28. Weeks of Age**

In this research, postnatal osteologic development of the bones of the pelvic limbs within the periods from birth to 28. weeks of age was studied in the New Zealand rabbit. This study done on the development being an important research area in recent years was carried out to be a development research sample and a contribution to the literature.

The bones of all the periods were stained with alizarin red and alcian blues in relation with the Inouye technique. They waited in the proper solutions were then dissected, and their photographs were taken by intel play QX3 digital microscope and a kodak digital camera. Measurements were obtained by the use of a Mitutuyo kumpas.

Diaphyses of all the bones of the pelvic limbs but the tarsal bones (os tarsale II, III, IV, and os tarsi centrale) were observed to begin ossifying in the newborn rabbits. Primer and seconder ossification centers and their occurrence time, and the time of the closure of the chondrotic plaques were determined.

If put into consideration by ANOVA, development of the length and width of the os coxae, femur, ossa cruris, and metatarsus III was differed. The cause of this difference determined by Student Newman Kouls test was due to the metatarsale III.

The development in the bones has been seen very high until fifteenth stages of the life and decreasing gradually as time passes if the graphics and statistical analysis are to be evaluated.

**Key Words:** Bone, Development, Pelvic Limb, Rabbit.

## KAYNAKLAR

- AREY, B.L.,(1965). Developmentel Anatomy. A text book and laboratory manual of embr. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 399-404.
- ARINCI, K., ELHAN. A., (2001). Kemikler, Eklemler, Kaslar, İçorganlar Ders Kitabı. Güneş Kitabevi. Ankara. 1-30.
- BARONE, R., PAVAU, C., BLIN, P.C., CUQ, P. (1973). Atlas of Rabbit Anatomy. Masson & Editeurs. Paris. 1-30.
- BARONE, R. (1986). Anatomie Comparee Des Mammiferes Domestiques. Osteologie. Vigot freres. Paris. 542-589.
- CHAPMAN, W.L. (1965). Apperance of ossication centers and epiphysial closures as determined by radyographic techniques. J.A.V.M.A. 147: 138-141.
- COLLIGNON, H., DAVICCO, M.J., BARLET, J.P. (1996). Metacarpal growth and systemic markers of bone metabolism in the ovine fetus. Reprod. Fertil. Dev. 8: 287-295.
- CRAIGIE, E.H. (1969). Practical Anatomy of the Rabbit. University of Toronto press. Toronto.206-214.
- DOĞUER, S., ERENÇİN, Z. (1962). Evcil Hayvanların Komparativ Osteolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara.251-283.
- DOĞUER, S. (1963). Evcil Hayvanların Muhtasar Anatomi ve Fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara. 28-29.
- DRIESCH, A. (1976). The measurement of animal bones from archaeological sites. Peabody Museum Bulltein. Munich. 82-101.
- DURSUN, N., (1999). 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.
- ERBENGİ, T., (1984). Histoloji 1. Beta Basım. İstanbul. 92-113.
- ERDOĞAN, D., KADIOĞLU, D., PEKER, T. (1995). Visulation of fetal skeletal system by double staining with alizarin red and alician blue. Gazi Med. J. 6: 55-58.
- EVANS, H.E., SACK, W.O. (1973). Prenatal Development of Domestic and Laboratory Mammals: Growth Curves, External Features and Selected References. Anat. Histol. Embryol., 2: 11-45.
- GETTY, R. (1975). The Anatomy of the Domestic Animals. WB. Saunders Company. London. 22-23, 271-296.
- 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.
- JOWSEY, J. (1968). Age and species differences in bone. Cornell Vet. 58: 74-94.
- 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 rabbit distal femur. J. Orthop. Res. 15 : 353-361.
- MCLAUGHLIN, C. A., CHIASSON, R. B. (1990). Laboratory Anatomy of the Rabbit. C. Brown Company.Toronto. 1-20
- PATTON, J.T., KAUFMAN, M.H. (1994). Timing of ossification of 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.

- PEKER, T., ERDOĞAN, D., KADIOĞLU, D. (1998). Visualization of fetal skeletal system anomalies induced in mice by cytosine arabinoside using skeletal staining technique. *Sağ. Bil. Araş. Derg.* 9: 19. 127-140.
- POLAT, F. (1997). Sıçanlarda hipotiroidin prenatal ve erken postnatal dönemlerde kemik gelişimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- POPESKO, P., RAJTOWA, V., HORAK, J., (1992). A Colour Atlas of Anatomy of Small Laboratory Animals, Vol. I: Rabbit, Guinea Pig. Wolfe Publishing Ltd., 120.
- POYRAZ, Ö. (2000). Laboratuvar Hayvanları Bilimi. Kardelen Ofset. Ankara. 279-299.
- RAHILLY, R., MÜLLER, F. (1992). Human Embryology and Teratology. A John Wiley and Sons. Inc. Publications. California. 356-359.
- RUDICEL, S., LEE, E., PELKER, R. (1984). Dimensions of the rabbit femur during growth. *Am.J. Vet. Res.* 46: 1.268-269.
- SAĞLAM, M., AŞTI, R. N., ÖZER, A. (2001). Genel Histoloji. Yorum Matbaacılık, Ankara. 189-208.
- TAŞBAŞ, M. (2001). Veteriner Anatomi. Kemik-Eklemler-Kas. Yorum Matbaacılık. Ankara. 3-148.
- WILLIAMS P.L., DYSON, M. (1989). Gray's Anatomy. The Both Press, London. 279-312.

YATIRIMCI KURUMU  
KURUMSAL YATIRIMCI  
KURUMSAL YATIRIMCI