

Kobaylarda Ön ve Arka Bacak Uzun Kemiklerinin Homotipik Varyasyonları Üzerinde Araştırmalar[#]

Gülsün PAZVANT^{1*}, K.Oya KAHVECİOĞLU¹

¹İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, 34320 Avcılar, İstanbul

*Sorumlu Yazar: Gülsün PAZVANT İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, 34320 Avcılar, İstanbul
e-posta: gulsun@istanbul.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 28.09.2011

ÖZET

Çalışmada, erişkin kobaylarda ön ve arka bacak uzun kemiklerinin, cinsiyet farklılığı göz önüne alınarak, sağ ve sol kemikler arası homotipik varyasyonu ortaya koymak amacı ile morfometrik değerlerin elde edilmesi, bu değerlerin canlı ağırlık ile olan ilişkisinin incelenmesine kaynak oluşturacak verilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 15 dişi- 15 erkek erişkin kobay canlı ağırlıkları, ön ve arka bacaklarına ait uzun kemiklerindeki (humerus, antebrachium, femur, tibia, fibula) osteometrik ölçümler alınmıştır. Sonuç olarak, kobaylarda ön ve arka bacak uzun kemiklerinin sağ ve sol morfometrik değerlerinin birbirine çok yakın ve istatistiki açıdan homotipik varyasyon göstermediği, ancak cinsiyetin önemli bir faktör olduğu ifade edilebilir. Bununla birlikte, cinsiyet faktörünün kobaylar için önemli olmasının osteoarkeolojik çalışmalar açısından yararlılıklar sağlayacağı düşünülmektedir. Laboratuvar hayvanı olarak kobaylardan alınan araştırma sonuçlarının diğer türlerde yapılacak olan cinsiyete dayalı çalışmalarda model olarak alınabileceği ve söz konusu kemiklerin simetrik olması nedeni ile kontrol şartları oluşturmak üzere kullanılabilceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kobay, uzun kemik, homotipik varyasyon

ABSTRACT

STUDIES ON HOMOTYPIC VARIATIONS OF FORELIMB AND HINDLIMB LONG BONES OF GUINEA PIGS

The aim of this study was to obtain morphometric data to find out the homotypic variations of right and left long bones of forelimb and hindlimb in mature laboratory animals considering the sex variations, and a data source which will enable to study the correlation between these data and live weight values. For this live weights osteometric values of long bones (humerus, antebrachium, femur, tibia, fibula) of forelimb and hindlimb of 15 male and 15 female laboratory animals are measured. As a result, it can be stated that the right and left morphometric values of forelimb and hindlimb of the laboratory animals are very close and they don't reveal homotypic variations statistically, however it is also concluded that sex variation is an important factor. The results obtained from researches on the guinea pigs as laboratory animals can be used as a model for other studies on sex variations of the the different species and it can be stated that, such symmetric bones can be used to form a control environment.

Key Words: Laboratory animal, long bone, homotypic variation

[#] "Tavşan ve Kobaylarda Ön ve Arka Bacak Uzun Kemiklerinin (Humerus, Radius, Ulna, Femur, Tibia, Fibula, Metacarpus ve Metatarsus) Homotipik Varyasyonları Üzerinde Araştırmalar" adlı doktora çalışmasının bir bölümünden özetlenmiştir.

Giriş

Kobay ısı ve rutubet değişikliklerinden kolaylıkla etkilenen Rodentia sınıfına ait tipik bir rodenttir (Çalışlar, 1987). Kobayların erişkinlerinin ağırlığı 700-1200 g arasında değişir (Harkness ve Wagner, 1995). Gelişimini tamamlamış olan bir kemiğin 1/3'ü organik temel madde olan "ossein" den 2/3'ü inorganik maddeden meydana gelir. Bunun yaklaşık %85'i kalsiyum fosfat, %10'u kalsiyum karbonattır. Az olarak da magnezyum fosfat ve kalsiyum florid bulunur (Çalışlar, 1996; Taşbaş, 2001). Kemiğin yapısında bulunan bu inorganik maddeler kemiğe sertlik ve dayanıklılık verirken, organik maddeler ise kemiğin elastikiyetini sağlar. Yaşın ilerlemesi ile organik madde miktarı azalır, inorganik madde miktarı ise artar. Bu durum kemiklerin yaşlılarda daha kolay kırılmasına sebep olur (Dursun, 1996). Kemiğin bileşimindeki organik maddelerin sıcaklığın etkisi ile yer değiştirmesi kemiğin genel formuna etkimezken, ağırlığın 1/3 oranında azalmasına ve kemikte kırılmaya yol açar (Getty, 1975).

Indrekvam ve ark. (1991) rat femur'unun yaşa bağlı mekaniksel özelliklerini incelediklerinde, genç kemiklerin elastik yapılarından dolayı kırıklara karşı daha dayanıklı olduğunu ve yaşlı kemiklerde kırığa dayanıklılığın daha çok kemiğin boyutuna ve şekline bağlı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Türler arasındaki kemik yapılarının farklılığı ve karmaşıklığı ilerleyen yaş kadar türlerin gelişimi ve yaşam periyodunun artarak büyümesine bağlıdır (Hörner ve ark., 1997). Gelişmiş bireylerde yaşlanma süreci içerisinde kemiğin boy ve formu devam ederken tür ve yaşa bağlı olarak kemik hacminin azalması sonucu bazı deformasyon olayları görülmektedir (Eger ve ark., 1967).

Ses stresinin laboratuvar ratlarının uzun kemik gelişimi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, stres grubundaki hayvanların kemik uzunluğunun önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Doyle ve ark., 1997).

Rodent ve insektivorların ön bacak uzun kemiklerinin allometrisi ve lokomotor adaptasyonları incelendiğinde farklı lokomotor

modellerin allometrik ilişkilerinin rodent ve insektivorların diğer memeli gruplarına göre daha iyi örnek olduğu söylenmiştir (Bou ve ark., 1987). Deneysel modellerde bilateral olarak aynı kemiği karşılaştırmak amacı ile kontrolateral uzuvlar kullanılmış ancak bu kuralın sağ ve sol kemiklerin simetrik olduğu durumlarda geçerlilik kazandığı bildirilmiştir (Hanson ve Markel, 1994).

Ön ve arka bacak uzun kemikleri seksüel dimorfizm amacı ile hayvanlarda özellikle ratlarda kullanılmış (Riesenfeld, 1972 ve 1977), bununla birlikte insanlarda uzun kemikler kullanılarak antropolojik ve osteoarkeolojik açıdan önem teşkil eden cinsiyet tayininin yapılabileceği bildirilmiştir (Holman ve Bennett, 1991; Işcan ve ark., 1994 ve 1998; Işcan ve Shaivitz, 1984; Işcan ve Shihai, 1995; Jantz ve ark., 1994).

Homotipik uzun kemiklerde kemiğin mineral yoğunluğunu ve kemiğin dayanıklılığını etkileyen faktörler incelenmiş (Andrews ve Gray, 1990; Monteagudo ve ark., 1997; Riesenfeld, 1975; Simon ve ark., 1984b) ve kemik uzunluğunun kemik ağırlığının küp köküne oranı ile elde edilen dayanıklılık indeksinin (ponderal indeks) küçülmesi ile dayanıklılığın aynı oranda arttığı belirtilmiştir (Riesenfeld, 1972, 1977 ve 1978b).

Ratlarda lindane ve linuron'un, kalsiyum metabolizması ve kemik morfometrisi üzerine etkileri incelendiğinde, bu iki bileşimin herhangi bir dozunun femur'un ağırlık ve uzunluğunu etkilemediği, ancak yüksek dozda linuron kullanımının femur'un yoğunluk ve dayanıklılığını azalttığı ortaya konmuştur (Andrews ve Gray, 1990). Aynı şekilde ratların gelişme döneminde sigara inhalasyonunun iskelet sistemi üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada, deney grubuna göre kontrol grubunda dayanıklılık indeksinin düşük olduğu tespit edilmiştir (Kara, 2002). Ayrıca overiektomi yapılmış ratlarda overiektomi'den sonra kemiklerde gözlenen durumların değerlendirildiği çalışmalarda, homotipik kemikler (sağ ve sol femur) ayrı ayrı ele alınarak östrojen azlığının kemik yapısı ve dayanıklılığı üzerine etkileri incelenmiş, femur

boynunda kemiksel doku değişikliklerine bağlı olarak sertlik ve dayanıklılığın azaldığı tespit edilmiştir (Bağı ve ark., 1992, 1996, 1997a ve 1997b; Hietala ve Larmas, 1997). Düşük kalsiyum içeren diyetle uzun süre tabi tutulan ratlarda da femur'un total kemik kalınlığı ve kortikal kalınlığında değişiklikler şekillenirken, femur korteksi'nde incelmeye meydana gelmiştir (Petrikowski ve Overton, 1996). Simon ve ark.'nın (1984a ve 1984b) ratlardaki ağırlık artışının kemik dayanıklılığı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında sağ ve sol homotipik kemiklerin ponderal indeksleri arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Bundan dolayı indeks her hayvan için sağ ve sol değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmış, düşük indeksin yüksek dayanıklılığa işaret ettiği belirtilmiştir. Doğumdan hemen sonra vücut ağırlığındaki artış, hem dişi hem de erkeklerde çok küçük düzeyde bile olsa, daha uzun ve daha dayanıklı kemiklerin şekillenmesine neden olduğu, kemik uzunluğu artışı ve dayanıklılığın ağırlık artışına pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Simon ve ark., 1984c).

Farklı ırklardan ratlarda kemik dayanıklılığının seksüel dimorfizm'e etkisinin incelendiği bir çalışmada, seksüel dimorfizm frekansının sırası ile pelvis, ulna, kafatası, femur ve tibia'da yüksek iken, humerus ve kuyrukta en düşük değerde olduğu tespit edilmiştir (Riesenfeld, 1977). İstatistiki anlamda metatarsus'lardaki dayanıklılığın dimorfizm düzeyi en çok evcil rat ve insanda tespit edilmiş, ancak vahşi rat ve alçak primatlar'da böyle bir şeyin söz konusu olmadığı bildirilmiştir (Riesenfeld, 1978b). Erkek ratlarda tüm metatarsuslar dişi ratlara göre anlamlı ölçüde dayanıklılık gösterirken bipedal ratlarda ise dayanıklılık dişilerde erkeklere oranla artış göstermiştir (Riesenfeld, 1972).

Erişkin kobayların kullanıldığı bu çalışmada; ön ve arka bacak uzun kemiklerinin, cinsiyet farklılığı göz önüne alınarak, sağ ve sol kemikler arası homotipik varyasyonu ortaya koymak amacı ile morfometrik değerlerin elde edilmesi, bu değerlerin canlı ağırlık ile olan ilişkisinin incelenmesine kaynak oluşturacak verilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmada kullanılmak üzere öncelikle İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Deneysel Hayvanları Üretim ve Araştırma Laboratuvarı ve Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda üretilen hayvanlardan erişkin olmak üzere 15 dişi, 15 erkek Guinea Pig (kobay) temin edilmiştir. Canlı ağırlıkları digital hassas terazi (1 mg hassasiyette) ile tespit edilen bu hayvanlara anestezi amacı ile Xylazine-Ketamine anestezisi (100 mg Ketamine ve 14 mg Xylazine karışımından 0,4 mg/kg I.M.) (Holmes, 1984) uygulanmıştır. Daha sonra intrathoracal olarak Pentobarbital Sodyum (40 mg/kg I.P.) (Holmes, 1984) verilerek ötenazileri yapılmıştır.

Ötenazi sonrası uzun kemik ölçümleri yapılacağından dolayı ön ve arka bacaklar vücuttan ayrılarak bunların deri ve kaba kasları temizlenmiştir. Materyaller su dolu bir kapta 30 dakika kaynatılarak maserasyona tabi tutulmuştur. Maserasyon işleminin ardından kemik üzerindeki yumuşak dokular dikkatli bir şekilde temizlenerek 5 dakika süre ile %70 oranında sulandırılmış hidrojen peroksit içinde bekletilmiştir. Tamamen temizlenen kemikler hidrojen peroksitten alınıp oda sıcaklığında kurutulmuştur.

Maserasyon ve kurutma işlemini takiben, her hayvana ait humerus, ossa antebrachium (radius ve ulna), femur, ossa cruris (tibia ve fibula) ağırlıkları digital hassas terazi kullanılarak elde edilmiş ve değerler hazırlanan tablolara kaydedilmiştir. Elde edilen ağırlık değerleri her bir kemik için dayanıklılık indeksinin hesaplanmasında kullanılmıştır (Monteagudo ve ark., 1997; Riesenfeld, 1977 ve 1978a). Çalışmada kullanılan anatomik terimler, Nomina Anatomica Veterinaria esas alınarak yazılmıştır (World Association Veterinary Anatomists, 1994).

Kobayların ön bacak (Şekil 1) ve arka bacak (Şekil 2) uzun kemiklerinden alınan morfometrik ölçümler aşağıdaki resimlerde gösterilen ölçüm noktaları kullanılarak literatürler doğrultusunda belirlenmiştir (Casinos ve ark., 1986; Doyle ve ark., 1997; Driesch, 1976; Hanson ve Markel, 1994; Hartung ve Van

Hasselt, 1988; Heinrich ve Biknevičius, 1998; Hidaka ve ark., 1998; Hiramoto, 1998; Kara, 2002; Onar ve Kahvecioğlu, 1999; Rudicel ve

ark., 1985). Ayrıca ön ve arka bacaklar kemikleri için indeks-1, indeks-2 ve dayanıklılık indeksleri hesaplanmıştır.

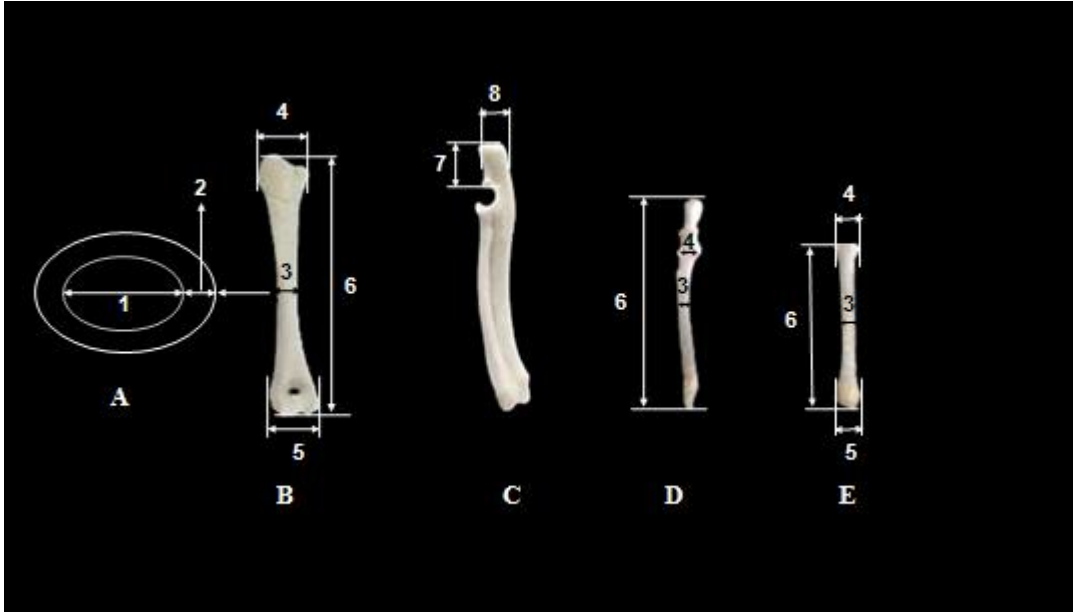
İndeks-1: $((\text{Toplam diafiz çapı} - \text{medullar çapı}) / (\text{Toplam diafiz çapı})) \times 100$

İndeks-2: $(\text{Toplam diafiz çapı} / \text{Kemiğin maksimum uzunluğu}) \times 100$

Dayanıklılık indeksi: $(\text{Maksimum uzunluk} / \text{Ağırlık}^{(1/3)}) \times 100$

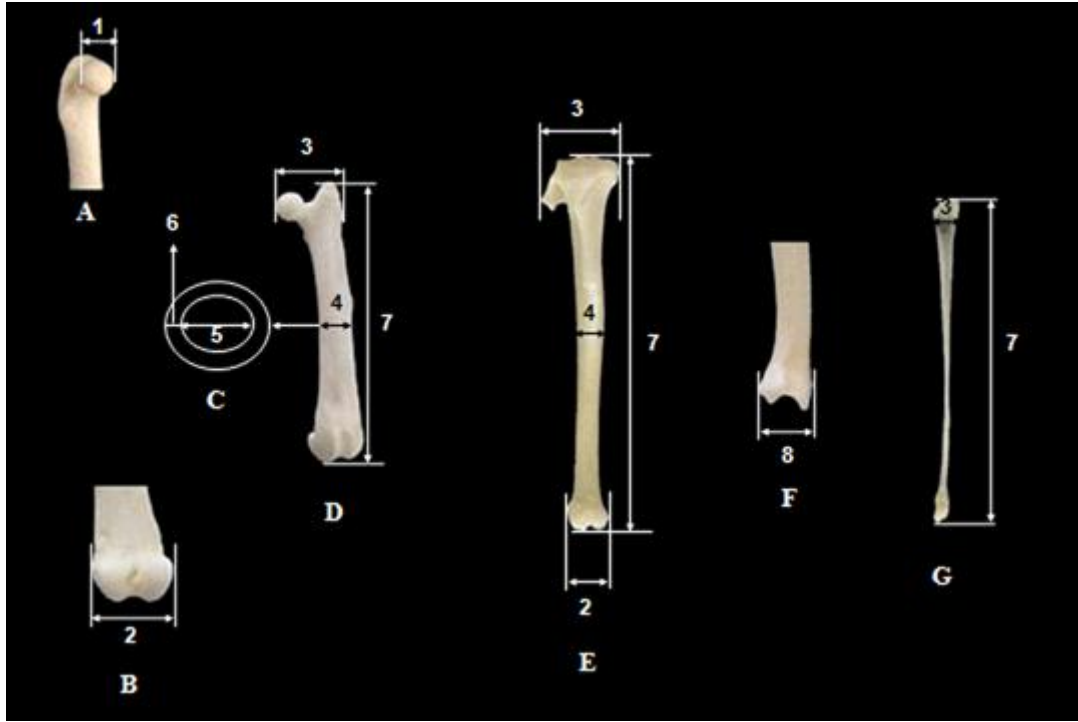
Elde edilen morfometrik ölçümlerin, sağ ve sol yönlerine ve cinsiyetlerine göre ayrılarak ortalama değerleri ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Her iki sınıflandırma da göz önüne alınarak kemiklere ait parametrelerin

ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemlilik kontrolü varyans analizi metodu kullanılarak Student t-testi ile yapılmıştır (Evrım ve Güneş, 1998; Snedecor ve Cochran, 1980).



Şekil 1. Humerus ve antebrachium'dan alınan ölçüm noktaları. (A: Humerus uzunluğunun orta noktasından alınan transversal kesit, B: Humerus'un cranial'den görünümü, C: Antebrachium'un lateral'den görünümü, D: Ulna'nın cranial'den görünümü, E: Radius'un cranial'den görünümü) 1. Humerus'un medullar çapı, 2. Humerus'un toplam diafiz duvarı kalınlığı, 3. Toplam diafiz çapı, 4. Proksimal genişlik, 5. Distal genişlik, 6. Maksimum uzunluk, 7. Olecranon uzunluğu, 8. Olecranon derinliği.

Figure 1. Measurement points taken from humerus and antebrachium (A: Transversal section taken from the middle point of humerus length, B: View of humerus from cranial, C: View of antebrachium from cranial, D: View of ulna from cranial, E: View of radius from cranial) 1. Medullar diameter of humerus, 2. Total diaphysis wall thickness of humerus, 3. Total diaphyseal diameter, 4. Proximal width, 5. Distal width, 6. Maximum length, 7. Length of olecranon, 8. Depth of olecranon.



Şekil 2. Femur, tibia ve fibula'dan alınan ölçüm noktaları. (A: Femur'un proksimal ucunun medial'den görünümü, B: Femur'un distal ucunun caudal'den görünümü, C: Femur uzunluğunun orta noktasından alınan transversal kesit, D: Femur'un cranial'den görünümü, E: Tibia'nın cranial'den görünümü, F: Tibia'nın distal ucunun lateral'den görünümü, G: Fibula'nın medial'den görünümü) 1. Caput ossis femoris genişliği, 2. Distal genişlik, 3. Proksimal genişlik, 4. Toplam diafiz çapı, 5. Femur'un medullar çapı, 6. Femur'un diafiz duvarı kalınlığı, 7. Maksimum uzunluk, 8. Tibia'nın distal ucunun derinliği.

Figure 2. Measurement points taken from femur, tibia and fibula. (A: View of proximal point of femur from medial, B: View of distal point of femur from caudal, C: Transversal section taken from the middle point of femur length, D: View of femur from cranial, E: View of ossa cruris from cranial, F: View of distal point of tibia from lateral, G: View of fibula from medial) 1. Width of caput ossis femoris, 2. Distal width, 3. Proximal width, 4. Total diaphyseal diameter, 5. Medullar diameter of femur, 6. Total diaphysis wall thickness of femur, 7. Maximum length, 8. Depth of distal point of tibia.

Bulgular

Araştırmadaki ortalama canlı ağırlık değerleri erkekler için 567,73 g ve dişiler için 534,47 g olarak saptanmıştır. Kobaylarda canlı ağırlık açısından cinsiyetler arasındaki farklılık istatistiksel bakımdan önemsiz olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Osteometrik Ölçümler

İncelenen materyal sayısının yeterli olması nedeniyle, direkt osteometrik ölçümlerin alınmasında cinsiyet farkı da göz önüne alınmıştır. Hem erkek hem de dişilerde homotipik kemiklerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Böylece dayanıklılık indeksi hesaplanarak bu indeksin aynı kemiklerdeki varyasyonu da değerlendirilerek daha fazla morfometrik değer karşılaştırılması yapılabilmektedir.

dirilerek daha fazla morfometrik değer karşılaştırılması yapılabilmektedir.

A. Ön bacak kemiklerine ait ölçümler

Humerus ölçümleri

Kobaylarda humerus'un incelenen özelliklerinden maksimum uzunluk için gerek sağ ve gerekse sol değerlere göre cinsiyetler arası farklılık istatistiksel bakımdan önemsiz, medullar çap için sağ değerlere göre ve indeks-1 için sol değerlere göre cinsiyetler arası farklılık istatistiksel bakımdan önemsiz, bunların dışında kalan diğer özelliklerde sağ ve sol değerlere göre cinsiyetler arası farklılıklar değişik düzeylerde istatistik bakımdan önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 1. Ortalama canlı ağırlık değerleri.**Table 1.** Average values of live weight.

ÖZELLİKLER	Yön	KOBAY (n=30)		
		\bar{X}	s	t-değeri
Canlı ağırlık (g)	Erkek	567,73	47,527	1,215 ^{öd}
	Dişi	534,47	104,589	

^{öd}: P>0,05.

Tablo 2. Humerus'dan alınan ölçümler.**Table 2.** Values obtained from humerus.

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri	Fark (%)
		\bar{X}	s	t-değeri	\bar{X}	s	t-değeri		
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	0,689	0,110	0,286 ^{öd}	0,585	0,089	0,038 ^{öd}	2,831 ^{**}	15,09
	Sol	0,678	0,095		0,584	0,083		2,877 ^{**}	13,86
Maksimum uzunluk (mm)	Sağ	38,17	1,394	0,541 ^{öd}	37,58	1,751	0,276 ^{öd}	1,012 ^{öd}	1,55
	Sol	38,46	1,534		37,76	1,729		1,171 ^{öd}	1,82
Proksimal genişlik (mm)	Sağ	8,06	0,306	0,973 ^{öd}	7,69	0,240	1,082 ^{öd}	3,681 ^{***}	4,59
	Sol	8,18	0,342		7,60	0,204		5,581 ^{***}	7,09
Distal genişlik (mm)	Sağ	7,22	0,303	1,140 ^{öd}	6,88	0,203	0,217 ^{öd}	3,553 ^{**}	4,71
	Sol	7,10	0,279		6,90	0,184		2,293 ^{**}	2,82
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	3,03	0,220	0,400 ^{öd}	2,78	0,149	0,269 ^{öd}	3,594 ^{**}	8,25
	Sol	3,06	0,209		2,79	0,135		4,112 ^{***}	8,82
Medullar çap (mm)	Sağ	1,76	0,177	0,477 ^{öd}	1,66	0,125	0,200 ^{öd}	1,620 ^{öd}	5,68
	Sol	1,78	0,134		1,67	0,131		2,252 ^{**}	6,18
Diafiz duvar kalınlığı (mm)	Sağ	1,27	0,102	0,097 ^{öd}	1,11	0,062	0,156 ^{öd}	5,156 ^{***}	12,60
	Sol	1,28	0,123		1,12	0,098		3,903 ^{***}	12,50
İndeks-1 (%)	Sağ	42,07	2,879	0,407 ^{öd}	40,16	2,035	0,053 ^{öd}	2,105 [*]	4,56
	Sol	41,68	2,399		40,11	3,183		1,529 ^{öd}	3,77
İndeks-2 (%)	Sağ	7,92	0,356	0,188 ^{öd}	7,40	0,250	0,037 ^{öd}	4,661 ^{***}	6,57
	Sol	7,95	0,335		7,40	0,211		5,323 ^{***}	6,92

*: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001; ^{öd}: P>0,05.

Radius ölçümleri

Kobay radius'undan alınan sağ ve sol morfometrik ölçüm değerleri arasında sadece erkeklerde radius indeks'inin sağ ve sol verileri (8,48 ve 8,20) arasında P<0,05 düzeyinde önemli farklılık görülmüştür. Bu sağ ve sol değerler arasındaki farklılık ise %3,30 olarak

saptanmıştır. Kobay radius'unun incelenen özellikleri bakımından sağ ve sol değerler ayrı ayrı ele alındığında sadece maksimum uzunluk için sağ değerlere göre cinsiyetler arası farklılık önemsiz, diğer özelliklerdeki cinsiyetler arasındaki farklılık ise önemli olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Radius'dan alınan ölçümler.**Table 3.** Values obtained from radius.

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri	Fark (%)
		\bar{X}	s	t-değeri	\bar{X}	s	t-değeri		
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	0,241	0,040	0,104 ^{ÖD}	0,193	0,029	0,121 ^{ÖD}	3,756 ^{***}	19,92
	Sol	0,240	0,041		0,192	0,029		3,707 ^{***}	20,00
Maksimum uzunluk (mm)	Sağ	31,87	1,233	0,332 ^{ÖD}	30,95	1,368	0,213 ^{ÖD}	1,922 ^{ÖD}	2,89
	Sol	32,02	1,288		30,85	1,265		2,509 [*]	3,65
Proksimal genişlik (mm)	Sağ	4,46	0,159	0,756 ^{ÖD}	4,19	0,163	0,329 ^{ÖD}	4,560 ^{***}	6,05
	Sol	4,50	0,146		4,21	0,192		4,630 ^{***}	6,44
Distal genişlik (mm)	Sağ	4,81	0,194	0,672 ^{ÖD}	4,61	0,178	0,851 ^{ÖD}	2,913 ^{**}	4,16
	Sol	4,76	0,186		4,55	0,187		3,054 ^{**}	4,41
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	2,70	0,205	1,202 ^{ÖD}	2,34	0,156	0,990 ^{ÖD}	5,508 ^{***}	13,33
	Sol	2,63	0,146		2,28	0,179		5,849 ^{***}	13,31
İndeks (%)	Sağ	8,48	0,418	2,246 [*]	7,56	0,411	1,114 ^{ÖD}	6,095 ^{***}	10,85
	Sol	8,20	0,240		7,38	0,454		6,176 ^{***}	10,00

*: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001; ^{ÖD}: P>0,05.

Tablo 4. Ulna'dan alınan ölçümler.**Table 4.** Values obtained from ulna.

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri	Fark (%)
		\bar{X}	s	t-değeri	\bar{X}	s	t-değeri		
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	0,309	0,050	0,030 ^{ÖD}	0,259	0,035	0,301 ^{ÖD}	3,173 ^{**}	16,18
	Sol	0,310	0,058		0,255	0,034		3,128 ^{**}	17,74
Maksimum uzunluk (mm)	Sağ	40,54	1,508	0,288 ^{ÖD}	39,30	1,437	0,039 ^{ÖD}	2,305 [*]	3,06
	Sol	40,71	1,709		39,28	1,350		2,543 [*]	3,51
Olecranon uzunluğu (mm)	Sağ	7,24	0,290	0,520 ^{ÖD}	6,98	0,283	0,395 ^{ÖD}	2,461 [*]	3,59
	Sol	7,30	0,410		7,01	0,164		2,557 [*]	3,97
Olecranon derinliği (mm)	Sağ	4,61	0,197	0,438 ^{ÖD}	4,36	0,264	0,032 ^{ÖD}	2,975 ^{**}	5,42
	Sol	4,64	0,151		4,36	0,185		4,594 ^{***}	6,04
Proksimal genişlik (mm)	Sağ	4,04	0,203	0,523 ^{ÖD}	3,86	0,181	0,289 ^{ÖD}	2,619 [*]	4,46
	Sol	4,08	0,140		3,88	0,198		3,150 ^{**}	4,90
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	2,16	0,133	3,022 ^{**}	1,89	0,166	1,003 ^{ÖD}	4,924 ^{***}	12,50
	Sol	1,98	0,184		1,83	0,130		2,541 [*]	7,58
İndeks (%)	Sağ	5,32	0,228	4,828 ^{***}	4,81	0,442	1,110 ^{ÖD}	4,011 ^{***}	9,57
	Sol	4,86	0,295		4,66	0,237		1,992 ^{ÖD}	4,12

*: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001; ^{ÖD}: P>0,05.

Ulna ölçümleri

Kobay ulna'larından yapılan ölçüm ve hesaplamalardan, sadece erkeklerde sağ ve sol

değerler için toplam diafiz çapı ve indeks değerleri arasında istatistiki fark gözlenmiştir. Ulna'nın toplam diafiz çapı değerinin sağ ve sol

değerleri arasında $P<0,01$, ulna indeks'inin sağ ve sol değerleri arasında ise $P<0,001$ düzeyinde bir fark tespit edilmiştir. Toplam diafiz çapı değerleri arasındaki farklılığın oranı %8,33, ulna indeks değerleri arasındaki farklılığın oranı ise %8,65 olarak saptanmıştır. Diğer ölçümler arasındaki farkın ise istatistiki olarak önem taşımadığı gözlenmiştir. Kobay ulna'larının incelenen özellikleri sağ ve sol değerler bakımından sınıflandırıldığında cinsiyetler arasında sadece sol indeks değerleri arasındaki farklılık istatistiki bakımdan önemsiz, diğer özellikler arasındaki farklılıklar ise önemli bulunmuştur (Tablo 4).

B. Arka bacak kemiklerine ait ölçümler

Femur ölçümleri

Dişi ve erkek kobaylara ait tüm femur ölçüm değerleri karşılaştırıldığında erkeklerde ve dişilerde sağ ve sol değerler arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemsiz olarak belirlenmiştir. Femur'un incelenen özellikleri sağ ve sol değerler bakımından her zaman erkeklerde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada alınan femur özellikleri sağ ve sol değerlere göre cinsiyetler arasındaki maksimum uzunluk ve medullar çapta belirlenen farklılıklar dışındakiler $P<0,01$ ve $P<0,001$ düzeylerinde önemli olduğu gözlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Femur'dan alınan ölçümler.

Table 5. Values obtained from femur.

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri	Fark (%)
		\bar{x}	s	t-değeri	\bar{x}	s	t-değeri		
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	1,142	0,173	0,054 ^{ÖD}	0,954	0,129	0,277 ^{ÖD}	3,365 ^{**}	16,46
	Sol	1,138	0,165		0,941	0,124		3,691 ^{***}	17,31
Maksimum uzunluk (mm)	Sağ	44,55	1,383	0,094 ^{ÖD}	43,65	1,636	0,210 ^{ÖD}	1,627 ^{ÖD}	2,02
	Sol	44,59	1,250		43,52	1,730		1,950 ^{ÖD}	2,40
Proksimal genişlik (mm)	Sağ	10,50	0,448	0,052 ^{ÖD}	9,68	0,335	0,419 ^{ÖD}	5,711 ^{***}	7,81
	Sol	10,49	0,463		9,73	0,394		4,842 ^{***}	7,24
Distal genişlik (mm)	Sağ	8,53	0,243	0,430 ^{ÖD}	8,11	0,208	0,225 ^{ÖD}	5,117 ^{***}	4,92
	Sol	8,49	0,250		8,09	0,198		4,860 ^{***}	4,71
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	5,63	0,454	0,159 ^{ÖD}	5,11	0,374	0,140 ^{ÖD}	3,442 ^{**}	9,24
	Sol	5,66	0,395		5,09	0,302		4,407 ^{***}	10,07
Medullar çap (mm)	Sağ	3,05	0,215	0,854 ^{ÖD}	2,99	0,191	0,463 ^{ÖD}	0,842 ^{ÖD}	1,97
	Sol	3,12	0,216		3,02	0,145		1,509 ^{ÖD}	3,21
Diafiz duvarı kalınlığı (mm)	Sağ	2,58	0,326	0,374 ^{ÖD}	2,12	0,261	1,335 ^{ÖD}	4,261 ^{***}	17,83
	Sol	2,54	0,267		1,94	0,436		4,499 ^{***}	23,62
Caput ossis femoris genişliği (mm)	Sağ	4,75	0,172	0,279 ^{ÖD}	4,46	0,122	0,467 ^{ÖD}	5,297 ^{***}	6,11
	Sol	4,73	0,168		4,44	0,136		5,258 ^{***}	6,13
İndeks-1 (%)	Sağ	45,68	2,952	0,881 ^{ÖD}	41,39	2,788	0,781 ^{ÖD}	4,090 ^{***}	9,39
	Sol	44,79	2,584		40,65	2,423		4,527 ^{***}	9,24
İndeks-2 (%)	Sağ	12,63	0,739	0,187 ^{ÖD}	11,70	0,558	0,006 ^{ÖD}	3,894 ^{***}	7,36
	Sol	12,67	0,592		11,70	0,419		5,206 ^{***}	7,66

** : $P<0,01$; *** : $P<0,001$; ^{ÖD} : $P>0,05$.

Tibia ölçümleri

Kobay tibia ölçümlerinden sadece erkeklerde sağ ve sol distal ucun derinliği arasındaki farklılığın $P<0,001$ düzeyinde önem taşıdığı gözlenmiştir. Bu özellik için sağ ve sol değerler arasındaki oranın ise %3,35 olduğu saptan-

mıştır. Sağ ve sol değerlere göre incelenen özellikler için erkek ve dişiler arasındaki farklılıklardan maksimum uzunluk dışındaki diğer farklılıkların istatistiki bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Tibia'dan alınan ölçümler.

Table 6. Values obtained from tibia.

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DIŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri	Fark (%)
		\bar{X}	s	t-değeri	\bar{X}	s	t-değeri		
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	0,915	0,147	0,130 ^{ÖD}	0,749	0,117	0,109 ^{ÖD}	3,431 ^{**}	18,23
	Sol	0,909	0,143		0,744	0,110		3,531 ^{**}	18,04
Maksimum uzunluk (mm)	Sağ	47,39	1,745	0,332 ^{ÖD}	46,62	2,186	0,458 ^{ÖD}	1,078 ^{ÖD}	1,63
	Sol	47,19	1,607		46,20	2,752		1,205 ^{ÖD}	2,10
Proksimal genişlik (mm)	Sağ	8,31	0,358	0,418 ^{ÖD}	7,82	0,224	0,197 ^{ÖD}	4,528 ^{***}	5,90
	Sol	8,26	0,294		7,83	0,221		4,503 ^{***}	5,21
Distal genişlik (mm)	Sağ	5,36	0,169	1,589 ^{ÖD}	5,05	0,195	0,160 ^{ÖD}	4,705 ^{***}	5,78
	Sol	5,25	0,220		5,04	0,168		2,942 [*]	4,00
Distal ucun derinliği (mm)	Sağ	4,77	0,150	2,993 ^{***}	4,35	0,205	0,569 ^{ÖD}	6,289 ^{***}	8,60
	Sol	4,61	0,145		4,41	0,300		2,303 [*]	4,34
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	3,57	0,253	0,104 ^{ÖD}	3,33	0,261	0,281 ^{ÖD}	2,546 [*]	6,72
	Sol	3,58	0,239		3,30	0,258		3,032 ^{**}	7,82
İndeks (%)	Sağ	7,52	0,314	0,477 ^{ÖD}	7,13	0,326	0,093 ^{ÖD}	3,306 ^{**}	5,19
	Sol	7,57	0,287		7,14	0,300		3,993 ^{***}	5,68

*: $P<0,05$; **: $P<0,01$; ***: $P<0,001$; ^{ÖD}: $P>0,05$.

Tablo 7. Fibula'dan alınan ölçümler.

Table 7. Values obtained from fibula.

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DIŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri	Fark (%)
		\bar{X}	s	t-değeri	\bar{X}	s	t-değeri		
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	0,071	0,015	0,296 ^{ÖD}	0,050	0,007	0,324 ^{ÖD}	4,779 ^{***}	29,58
	Sol	0,069	0,016		0,050	0,008		4,286 ^{***}	27,54
Maksimum uzunluk (mm)	Sağ	40,35	1,435	0,283 ^{ÖD}	39,75	1,929	0,095 ^{ÖD}	0,971 ^{ÖD}	1,49
	Sol	40,21	1,338		39,82	1,998		0,630 ^{ÖD}	0,97
Maksimum diafiz genişliği (mm)	Sağ	1,00	0,129	0,465 ^{ÖD}	0,90	0,102	0,054 ^{ÖD}	2,210 [*]	10,00
	Sol	1,02	0,105		0,91	0,100		2,982 ^{**}	10,78
İndeks (%)	Sağ	2,47	0,248	0,753 ^{ÖD}	2,22	0,260	0,678 ^{ÖD}	2,686 [*]	10,12
	Sol	2,53	0,194		2,27	0,176		3,777 ^{***}	10,28

*: $P<0,05$; **: $P<0,01$; ***: $P<0,001$; ^{ÖD}: $P>0,05$.

Fibula ölçümleri

Kobay fibula'sından alınan sağ ve sol ölçüm değerleri arasında istatistiki açıdan önem taşıyan bir fark gözlenmemiştir. İncelenen kemik ağırlığı, maksimum uzunluk, maksimum diafiz genişliği ve indeks değeri erkeklerde dişilere göre daha yüksek düzeylerde belirlenmiştir. Maksimum uzunluk dışındaki incelenen diğer özelliklerin sağ ve sol değerleri için cinsiyetler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (Tablo 7).

Dayanıklılık indeks değerlerine ilişkin bulgular

Kobay homotipik uzun kemiklerine ait sağ ve sol dayanıklılık indeks değerlerinin hem erkek hem de dişilerde istatistiksel açıdan önem taşımadığı görülmüştür. Gerek ön ve gerek arka bacak uzun kemiklerinden alınan morfometrik ölçümlerin sağ ve sol değerleri dişilerde daha yüksek bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. Dayanıklılık indeks değerleri.

Table 8. Values of robusticity index.

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DIŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri	Fark (%)
		\bar{X}	s	t-değeri	\bar{X}	s	t-değeri		
Humerus	Sağ	43,39	1,112	1,437 ^{ÖD}	45,05	0,680	0,844 ^{ÖD}	4,941 ^{***}	-3,83
	Sol	43,90	0,802		45,28	0,761		4,823 ^{***}	-3,14
Radius	Sağ	51,44	1,566	0,638 ^{ÖD}	53,69	1,060	0,134 ^{ÖD}	4,607 ^{***}	-4,37
	Sol	51,80	1,528		53,64	1,108		3,767 ^{***}	-3,55
Ulna	Sağ	60,21	1,665	0,466 ^{ÖD}	61,80	1,158	0,615 ^{ÖD}	3,046 ^{**}	-2,64
	Sol	60,52	2,033		62,07	1,266		2,508 [*]	-2,58
Femur	Sağ	42,78	1,162	0,179 ^{ÖD}	44,44	0,919	0,177 ^{ÖD}	4,340 ^{***}	-3,88
	Sol	42,86	1,167		44,50	0,812		4,467 ^{***}	-3,83
Tibia	Sağ	49,02	1,407	0,178 ^{ÖD}	51,49	1,049	0,796 ^{ÖD}	5,448 ^{***}	-5,04
	Sol	48,93	1,430		51,09	1,644		3,840 ^{***}	-4,41
Fibula	Sağ	98,39	4,762	0,327 ^{ÖD}	107,82	3,466	0,649 ^{ÖD}	6,206 ^{***}	-9,58
	Sol	99,02	5,736		108,68	3,794		5,445 ^{***}	-9,76

*: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001; ^{ÖD}: P>0,05.

Tartışma ve Sonuç

Uzun kemik morfometri'si üzerine yapılan bu araştırmada çalışma materyali olarak Kobay (Guinea Pig) kullanılmış olup, literatür incelemelerinde kobay uzun kemik morfometri'si ile ilgili pek fazla bilgiye rastlanılmamıştır. Erişkin dönemdeki kobayların canlı ağırlıkları ortalama erkek için 567,73 g, dişi için 534,47 g olarak tespit edilmiştir. Cinsiyetler arası canlı ağırlık değerlerinin istatistiksel açıdan farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Kobay humerus'una ait özelliklerin erkek ve dişilerde ayrı ayrı sağ ve sol değerlerinin

karşılaştırılmasında, istatistik bakımından önem taşımadığı Kara (2002) tarafından ratlar üzerinde belirlenen kemik ağırlığı, maksimum uzunluk, distal genişlik ve toplam diafiz çapı için önemsiz olarak bildirilen bulgularla aynıdır. Cinsiyetler arası farklılıkların ise genel olarak fark gösterdiği belirlenmiştir.

Radius'un kobaylardaki sağ ve sol değerleri arasındaki istatistik bakımından önemsiz farklılıklar ve allometri gösteren düzeylerin bulunması Markel ve Sielman'ın (1993) köpek uzun kemikleri üzerinde yaptığı çalışmalarda belirlediği bulgularla aynıdır. Söz konusu kemiğin sağ ve sol değerleri arasındaki önemsiz

olan farklılıkları (indeks değeri hariç) Kara'nın (2002) ratlar için bildirdiği aynı özellikler ile benzerdir. Bununla birlikte cinsiyetler arası önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Kobayların osteometrik olarak ulna'sından alınan değerlerin, cinsiyetler arasındaki farklılıklarının istatistiki bakımından önem taşıdığı belirlenmiştir. Kobaylardaki bu bulgular Kara'nın (2002) ratlar üzerinde yaptığı çalışması ile benzerdir.

Direkt osteometrik yöntemle incelenen femur özelliklerinin sağ ve sol değerleri arasında önemsiz farklılıkların bulunmaması, Rudicel ve ark. (1985), White ve ark. (1974) ile An ve ark. (1996) tarafından bildirilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Ayrıca incelenen femur indeksinin erkek kobaylarda yüksek olması kemik yoğunluğunun bu cinsiyette daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum Hartung ve Van Hasselt'in (1988) köpek femur indeks sonuçları ile paraleldir.

Kobay tibia'larında erkek ve dişilerin sağ ve sol değerlerinin birbirlerine yakın düzeyde olduğu gözlenmiştir. İncelen kemik özellikleri için daha yüksek düzeylere sahip olan erkek kobay tibia'ları ile dişiler arasında, yüksek oranda farklılıklar belirlenmiştir. Kobay tibia'larının cinsiyetler arasındaki farklılıkların oranları %1,63 ile %18,23 arasında değişim göstermiştir. Bununla birlikte kobayların fibula'larının sağ ve sol değerleri arasındaki düşük düzeydeki farklılıklar istatistik bakımından önem taşımamaktadır.

Kemik yoğunluğunu yansıtan bir morfometrik değer olan kemik dayanıklılık indeksi, kobayların ön ve arka bacak uzun kemikleri üzerinde erkek ve dişilerde sağ ve sol olmak üzere ayrı ayrı incelenmiştir. İncelenen ön ve arka bacak kemiklerine ait dayanıklılık indeksleri erkek ve dişi gruplarında sağ ve sol değerler bakımından birbirine yakın düzeylerde belirlenmiştir. Bu değerler arası farklılıklar istatistiksel öneme sahip değildir. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise tüm değerler arası farklılıklar istatistiki bakımdan önem taşımaktadır. Kobayların ön ve arka bacak kemiklerine ait dayanıklılık indeksleri için

erkek ve dişiler arasındaki farklılıklar %2,58-%9,76 oranında değişim göstermiş olup, bu değerlerin tümünün dişilerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bulgulara göre dişilerdeki dayanıklılık indeksinin daha yüksek olması nedeniyle, bu çalışmadaki erkek kobayların incelenen kemiklerinin daha dayanıklı olduğu görülmektedir. Kobayların ön bacak kemiklerine ait indeks değerleri için erkek ve dişiler arasındaki oransal farklılık arka bacak kemiklerinden daha düşük düzeydedir.

Kobaylarda osteometrik olarak yapılan 98 sağ ve sol karşılaştırma testinden sadece 4 adedi (%4,08) istatistiki fark gösterirken, cinsiyetler arası 98 karşılaştırmada ise 84 adedi (%85,71) istatistiki önem taşımaktadır. Kobaylardaki bu bulgular, ratların ön ve arka bacak uzun kemikleri ile insanların uzun kemikleri kullanılarak antropolojik ve osteoarkeolojik açıdan önem teşkil eden cinsiyet tayininin yapılabileceği bildirilen çalışmalarla benzerdir (Holman ve Bennett, 1991; Işcan ve ark., 1994 ve 1998; Işcan ve Shaivitz, 1984; Işcan ve Shihai, 1995; Jantz ve ark., 1994; Riesenfeld, 1977; Riesenfeld, 1972). Bu çalışmanın sonuçlarına göre, kobaylarda ön ve arka bacak uzun kemiklerinin sağ ve sol değerlerinin birbirine yakın ve istatistiki bakımdan önemsiz farklılıklar taşıması nedeni ile homotipik varyasyon göstermediği belirlenmiştir. Cinsiyet faktörünün kobaylar için önemli olması osteoarkeolojik açıdan yararlanabileceği ve bir laboratuvar hayvanı olarak kobaylardan alınan araştırma sonuçlarının diğer türlerde yapılacak olan cinsiyete dayalı çalışmalarda model olarak alınabileceği ve söz konusu kemiklerin simetrik olması nedeni ile kontrol şartları oluşturmak üzere kullanılabileceği ifade edilebilir.

KAYNAKLAR

- An, Y.H., Kang, Q., Friedman, R.J., 1996. Mechanical symmetry of rabbit bones studies by bending and indentation testing. American Journal of Veterinary Research 57 (12), 1786-1789.
- Andrews, J.E., Gray, L.E., 1990. The effects of lindane and linuron on calcium metabolism, bone morphometry and the kidney in rats. Toxicology 60, 99-107.

- Bagi, C.M., Ammann, P., Rizzoli, R., Miller, S.C., 1997a.** Effect of Estrogen deficiency on cancellous and cortical bone structure and strength of the femoral neck in rats. *Calcified Tissue International* 61, 336-344.
- Bagi, C.M., DeLeon, E., Ammann, P., Rizzoli, R., Miller, S.C., 1996.** Histo-anatomy of the proximal femur in rats: Impact of ovariectomy on bone mass, structure, and stiffness. *The Anatomical Record* 245, 633-644.
- Bagi, C.M., Miller, S.C., Bowman, B.M., Blomstrom, G.L., France, E.P., 1992.** Differences in cortical bone in overloaded and unloaded femurs from ovariectomized rats: Comparison of bone morphometry with torsional testing. *Bone* 13, 35-40.
- Bagi, C.M., Wilkie, D., Georgelos, K., Williams, D., Bertolini, D., 1997b.** Morphological and structural characteristics of the proximal femur in human and rat. *Bone* 21, 261-267.
- Bou, J., Casinos, A., Ocana, J., 1987.** Allometry of the limb long bones of insectivores and rodents. *Journal of Morphology* 192 (2) (abst), 113-123.
- Çalışlar, T., 1996.** Evcil hayvanların Anatomisi (Genel). İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Çalışlar, T., 1987.** Laboratuvar Hayvanları Anatomisi. İ.Ü. Yayınları, Gençlik Basımevi, İstanbul.
- Casinos, A., Bou, J., Castiella, M.J., Viladiu, C., 1986.** On the allometry of long bones in dogs (*Canis familiaris*). *Journal of Morphology* 190, 73-79.
- Doyle, W.J., Kelley, C., Siegel, M.I., 1997.** The effects of audiogenic stress on the growth of long bones in the laboratory rat (*Rattus Norvegicus*). *Growth* 41, 183-189.
- Driesch, A.V.D., 1976.** A Guide to the measurement of Animal Bones from Archaeological Sites. Peabody Museum Bulletin 1. Harvard University, Massachusetts.
- Dursun, N., 1996.** Veteriner Anatomi I. Medisan Yayınevi. Ankara.
- Eger, W., Gerner, H.J., Kammerer, H., 1967.** Bau und Dichte der menschlichen spongiosa in Rippe, Wirbel und Becken als Ausdruck der statischen Funktion. *Archiv für Orthopädische und Unfall-Chirurgie* 62, 97.
- Evrin, M., Güneş, H., 1998.** Biyometri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları No: 81. İstanbul.
- Getty, R., 1975.** Sisson and Grossman's the Anatomy of the Domestic Animals. 5th Ed. Wb Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto, 23-24.
- Hanson, P.D., Markel, M.D., 1994.** Radiographic geometric variation of equine long bones. *American Journal of Veterinary Research* 55 (9), 1220-1227.
- Harkness, J.E., Wagner, J.E., 1995.** The Biology and Medicine Rabbits and Rodents. Chapter II: Physiologic values: Guinea pigs. 4th Ed. Williams and Wilkins.
- Hartung, K., Van Hasselt, S.C., 1988.** Morphometrische Untersuchungen am femurknochen des Hundes. *Berlin München Tierärztliche Wochenschrift* 101, 15-19.
- Heinrich, R.E., Biknevičius, A.R., 1998.** Skeletal allometry and interlimb scaling patterns in mustelid carnivorans. *Journal of Veterinary Medical Science* 60 (3), 323-326.
- Hidaka, S., Matsumoto, M., Ohsako, S., Toyoshima, Y., Nishinakagawa, H., 1998.** A histometrical study on the long bones of raccoon dogs, *Nyctereutes procyonoides* and badgers, *Meles meles*. *Journal of Veterinary Medical Science* 60 (3), 323-326.
- Hietala, E.L., Larmas, M., 1997.** Effect of ovariectomy upon weaning on the morphometric parameters of femorae and tibiae of growing rats. *Acta Physiologica Scandinavica* 159, 175-178.
- Hiramoto, Y., 1998.** Errors in femoral oblique and total tibial length measurements. *Anthropological Science* 106 (suppl), 139-145.
- Holman, D.J., Bennett, K.A., 1991.** Determination of sex from arm bone measurements. *American Journal of Physical Anthropology* 84, 421-426.
- Holmes, D.D., 1984.** Clinical Laboratory Animal Medicine. An Introduction. The Iowa State University Press. 1st Ed. Ames, Iowa. pp: 95-99.
- Hörner, K., Loeffler, K., Holtzmann, M., 1997.** Vergleich der histologischen Struktur der Kompakta der langen Röhrenknochen bei Maus, Hamster, Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen, Katze und während der Altersentwicklung. *Anatomia, Histologia, Embryologia* 2, 289-295.
- Indrekvam, K., Husby, O.S., Gjerdet, N.R., Engester, L.B., Langeland, N., 1991.** Age-dependent mechanical properties of rat femur. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 62 (3), 248-252.
- İşcan, M.Y., Loth, S.R., King, C.A., Shihai, D., Yoshino, M., 1998.** Sexual dimorphism in the

- humerus: A comparative analysis of chinese, japanese and thais. *Forensic Science International* 98, 17-29.
- Işcan, M.Y., Shaivitz, P.M., 1984.** Determination of sex from the tibia. *American Journal of Physical Anthropology* 64, 53-57.
- Işcan, M.Y., Shihai, D., 1995.** Sexual dimorphism in the chinese femur. *Forensic Science International* 74, 79-87.
- Işcan, M.Y., Yoshino, M., Kato, S., 1994.** Sex determination from the tibia: Standards for contemporary Japan. *Journal of Forensic Science* 39 (3), 785-792.
- Jantz, R.L., Hunt, D.R., Meadows, L., 1994.** Maximum length of the tibia: How did trotter measure it? *American Journal of Physical Anthropology* 93, 525-528.
- Kara, M.E., 2002.** Ratlarda gelişme döneminde sigara inhalasyonunun iskelet sistemi üzerine etkisinin morfolometrik yöntemlerle belirlenmesi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Markel, M.D., Sielman, E., 1993.** Radiographic study of homotypic variation of long bones in dogs. *American Journal of Veterinary Research* 54 (12), 2000-2003.
- Monteagudo, M.D., Hernandez, E.R., Seco, C., Gonzales-Riola, J., Revilla, M., Villa, L.F., Rico, H., 1997.** Comparison of the bone robusticity index and bone weight/bone length index with the results of bone densitometry and bone histomorphometry in experimental studies. *Acta Anatomica* 160, 195-199.
- Onar, V., Kahvecioğlu, K.O., 1999.** Alman Kurt köpeklerinde humerus'un morfolometrik incelenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 23, 189-191.
- Petrikowski, C.G., Overton, T.R., 1996.** Quantitative radiographic changes in the mandible, femur and vertebra in lactating rats fed a low-calcium diet. *Dentomaxillofacial Radiology* 25, 136-145.
- Riesenfeld, A., 1972.** Metatarsal robusticity in bipedal rats. *American Journal of Physical Anthropology* 36 (2), 229-233.
- Riesenfeld, A., 1975.** Endocrine control of skeletal robusticity. *Acta Anatomica* 91, 481-499.
- Riesenfeld, A., 1977.** Sexual dimorphism of bone robusticity in different strains of rats. *Acta Anatomica* 98, 206-209.
- Riesenfeld, A., 1978a.** Sexual dimorphism of skeletal robusticity in several mammalian orders. *Acta Anatomica* 102, 392-398.
- Riesenfeld, A., 1978b.** Functional and hormonal control of pelvic width in the rat. *Acta Anatomica* 102, 427-432.
- Rudicel, S., Lee, K.E., Pelker, R.R., 1985.** Dimensions of the rabbit femur during growth. *American Journal of Veterinary Research* 46 (1), 268-269.
- Simon, M.R., Holmes, K.R., Olsen, A.M., 1984a.** The effects of simulated increases in body weight for 30 and 60 days on bone robusticity of limb bones in rats. *The Anatomical Record* 210, 327-331.
- Simon, M.R., Holmes, K.R., Olsen, A.M., 1984b.** The effects of simulated increases in body weight for 60 days on robusticity and mineral content of limb bones of hypophysectomized rats. *The Anatomical Record* 210, 333-341.
- Simon, M.R., Holmes, K.R., Olsen, A.M., 1984c.** The effects of simulated increases in body weight from birth on robusticity of limb bones of rats. *The Anatomical Record* 210, 343-346.
- Snedecor, G.W., Cochran, W.G., 1980.** *Statistical Methods*. 7th Ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Taşbaş, M., 2001.** *Veteriner Anatomi. Kemik-Eklemler. Kas. Yorum Matbaacılık*, Ankara.
- White, A.A., Panjabi, M.M., Hardy, R.J., 1974.** Analysis of mechanical symmetry in rabbit long bones. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 45, 328-336.
- World Association Veterinary Anatomists, 1994.** *Nomina Anatomica Veterinaria*. International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature of the World Association, 4th Ed. Zürich and Ithaca, New York.