

Araştırma Makalesi

TAVŞANLARDA ÖN VE ARKA BACAK UZUN KEMİKLERİNİN
HOMOTİPİK VARYASYONLARI ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR*

Gülsün PAZVANT¹ **, K. Oya KAHECİOĞLU¹

Geliş Tarihi : 30.07.2009

Kabul Tarihi : 07.09.2009

Studies on Homotypic Variation of Forelimb and
Hindlimb Long Bones of Rabbits

Özet: Çeşitli tür ve ırklardan hayvanların iskelet sistemine ait kemiklerinin yapısal, mekaniksel ve histolojik özellikleri ile ilgili bir takım araştırmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların iskelet sisteminin önemli bir bölümünü oluşturan ön ve arka bacak uzun kemiklerine ait osteometrik verilere yönelik incelemeleri yeterli oranda kapsamadığı görülmüştür. Bu çalışmada; erişkin tavşanlarda incelenen gelişmiş uzun kemiklerin, cinsiyet farklılığı göz önüne alınarak homotipik varyasyonunu 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 tavşan canlı ağırlıkları ve ön ve arka bacaklara ait uzun kemiklerindeki (humerus, antebrachium, femur, tibia, fibula) osteometrik ölçümler alınmıştır. Sonuç olarak; tavşanlarda ön ve arka bacak uzun kemikleri bakımından sağ ve sol değerlerin birbirine çok yakın ve istatistiki açıdan homotipik varyasyon göstermediği, aynı zamanda cinsiyetin önemli bir faktör olmadığı ifade edilebilir. Bununla birlikte, söz konusu kemikler simetrik olması bakımından kontrol şartları oluşturmak üzere kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Tavşan, uzun kemik, homotipik varyasyon

Summary: Until recently, a number studies have been conducted on the structural, mechanical and histological properties on the bones of the skeletal system of various animal species and breeds. However, it was found out that the studies on obtaining osteometric data on the long bones of the forelimb and hindlimb, which comprise an important part of the skeletal system were limited and insufficient. The aim of this study was to obtain morphometric data in order to find out the homotypic variation of long bones on mature rabbits considering the sex variations, and a data source which will enable to study the correlation between these data and live weight values. For this reason, osteometric values of live weights, long bones of forelimb and hindlimb (humerus, antebrachium, femur, tibia, fibula) of 15 male and 15 female rabbits are measured. As a

* "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.

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

** Gülsün PAZVANT, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, 34320 Avcılar/İstanbul, gulsun@istanbul.edu.tr

result, it can be stated that the values of the long bones of forelimb and hindlimb of the rabbits are very close and they don't reveal homotypic variations statistically. It is also concluded that sex variation is not an important issue. In addition, such symmetric bones can be used to from a control environment.

Key Words: Rabbit, long bone, homotypic variation

Giriş

Tavşan gibi tetrapod (dört ayakları ile yere basan) grup içerisinde değerlendirilen (34) bazı hayvanların iskelet sistemine ait kemikleri üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmış (23, 25, 27, 31) hem aynı hayvan türünde hem de farklı hayvan türleri ile karşılaştırılarak osteolojik değerlendirmeler ortaya konulmuştur (1, 3, 11, 12, 14, 21, 36, 37, 41).

Gelişimini tamamlamış olan bir kemiğin yapısında bulunan inorganik maddeler kemiğe sertlik ve dayanıklılık verirken, organik maddeler ise kemiğin elastikiyetini sağlamaktadır. Yaşın ilerlemesi ile organik madde miktarı azalır, inorganik madde miktarı ise artar. Bu durum kemiklerin yaşlılarda daha kolay kırılmasına neden olur (10).

Abdalla ve ark.'nın (1) tavşan ve kedilerin ön ve arka bacak kemiklerinin anatomik ve biyokimyasal farklılıklarını ortaya koymak amacı ile yapmış oldukları çalışmada tavşan kemiklerinde kalsiyum ve fosfor miktarının daha yüksek olması sebebi ile daha sert bir kemik yapısına sahip oldukları belirtilmiştir. Rat femur'unun yaşa bağlı mekaniksel özelliklerinin incelendiği bir çalışmada genç kemiklerin elastik yapılarından dolayı kırıklara daha dayanıklı olduğunu ve yaşlı kemiklerde kırığa karşı dayanıklılığın daha çok kemiğin boyutuna ve şekline bağlı olduğunu ortaya koymuşlardır (17).

Tavşanlarda büyümenin farklı evrelerinde femur'un boyutlarını inceleyen Rudicel ve ark. (32), femur'un hızlıca uzamasının doğumdan sonraki dört hafta içerisinde gerçekleştiğini ancak sağ ve sol femur arasında anlamlı ölçüde büyüme farklılıklarının olmadığını belirtmiştir. Mekaniksel özellikler açısından da tavşanların sağ ve sol kemikleri arasında önemli farklar bulunamamıştır (2, 38). Tavşanlarda yapılan bir diğer çalışmada dişi tavşanların vücut ağırlığı ve uzunluğu yönünden erkek tavşanlara göre daha çok varyasyon gösterdiği ortaya konmuştur (19).

Onar ve ark.'nın (24) 40 ile 105 günlük Alman kurt köpeklerinde yapmış oldukları morfometrik incelemeler sonucunda humerus indeksi humerus uzunluğu ile ilişkilendirildiğinde indeksin dişilerde erkeklere göre daha fazla olduğu ancak bu farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığını belirtmiş, humerus indeksinin küçük yaşlarda yüksek, yaş ilerledikçe değişkenlik gösterdiği vurgulanmıştır. Köpeklerin sağ ve sol uzuvları arasında geometrik özellikler açısından farklılıklar olmadığı (20, 37), ancak insan uzun kemikleri arasında anlamlı farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir (33, 40).

Homotipik uzun kemiklerde kemiğin mineral yoğunluğunu ve dayanıklılığını etkileyen faktörler incelenmiş (3, 22, 29, 35) ve kemik uzunluğunun kemik ağırlığının küp köküne oranı ile elde edilen dayanıklılık indeksinin (ponderal indeks) küçülmesi ile dayanıklılığın aynı oranda arttığı belirtilmiştir (27, 28, 30). Buna bağlı olarak ratlarda linuron kullanımının femur'un dayanıklılığını azalttığı (3), aynı zamanda gelişme dönemindeki ratlarda sigara inhalasyonunun dayanıklılık indeksinin düşmesine neden olduğu belirtilmiştir (18). Overioktemi yapılmış ratlarda da femur boynunda kemiksel doku değişikliklerine bağlı olarak sertlik ve dayanıklılığın azaldığı tespit edilmiştir (4, 5, 6, 7, 15).

Bu çalışmada; erişkin tavşanlarda incelenen gelişmiş uzun kemiklerin, cinsiyet farklılığı göz önüne alınarak homotipik varyasyonunu ortaya koymak amacı ile morfometrik değerlerin elde edilmesi, bu değerlerin canlı ağırlık ile olan ilişkisinin incelenmesine kaynak oluşturacak verilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

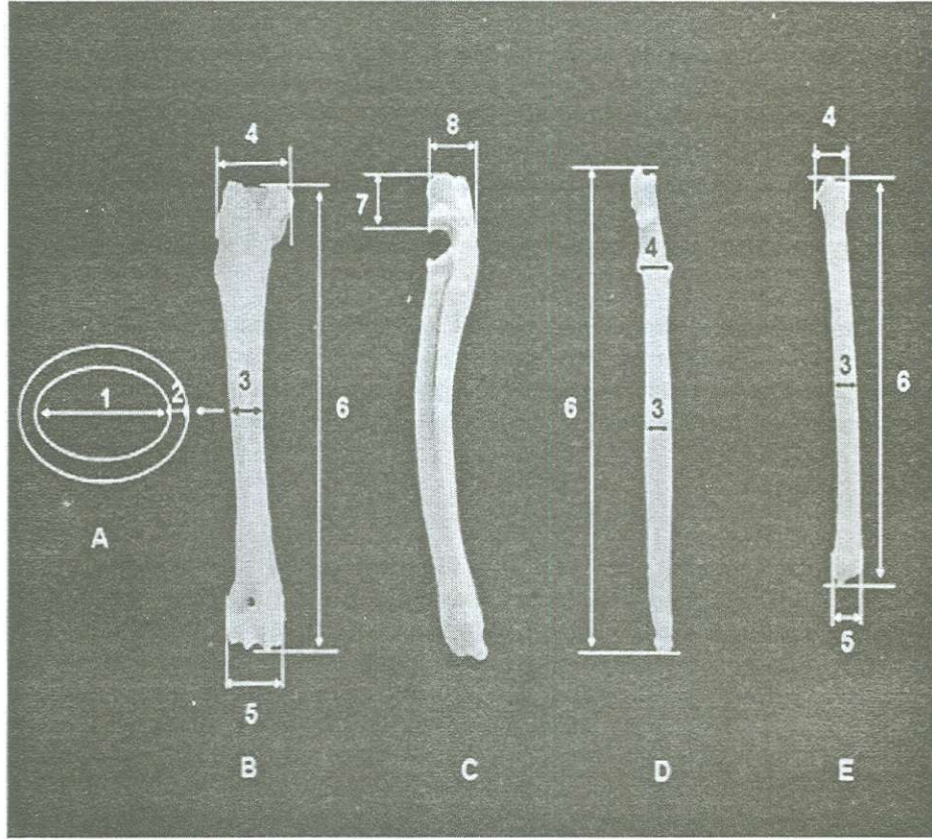
Çalışma materyali olarak 15 dişi, 15 erkek erişkin Yeni Zelanda tavşanı kullanıldı. Canlı ağırlıkları 1mg hassasiyette dijital terazi kullanılarak tespit edilen hayvanlara anestezi amacı ile 35 mg/kg Ketamine ve 5 mg/kg Xylazine IM (16) uygulanıp, ötenazi için intrathoracal olarak Pentobarbital Sodyum (40 mg/kg) verilmiştir. Ötenazi sonrası maserasyon işleminin ardından ön ve arka bacaklarda yumuşak dokuları dikkatlice ayrılan kemikler 5 dk. süre ile 70% oranında sulandırılmış hidrojen peroksit içinde bekletilmiş, bu süre sonunda oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Öncelikle her hayvana ait humerus, ossa antebrachii (radius ve ulna), femur, ossa cruris'in ağırlıkları dijital hassas terazi (1 mg hassasiyette) kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen ağırlık değerleri her bir kemik için dayanıklılık indeksinin hesaplanmasında kullanılmıştır (22, 26, 28). Çalışmada kullanılan anatomik terimler, Nomina Anatomica Veterinaria esas alınarak yazılmıştır (39).

Tavşanların ön bacak (Şekil 1) ve arka bacak (Şekil 2) uzun kemiklerinden alınan morfometrik ölçümler aşağıdaki resimlerde gösterilen ölçüm noktaları kullanılarak literatürler doğrultusunda belirlenmiştir (8, 9, 12, 13, 18, 22, 24, 26, 28, 29, 30, 32). Ayrıca ön ve arka bacak kemikleri için indeks-1, indeks-2 ve dayanıklılık indeksleri hesaplanmıştır.

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

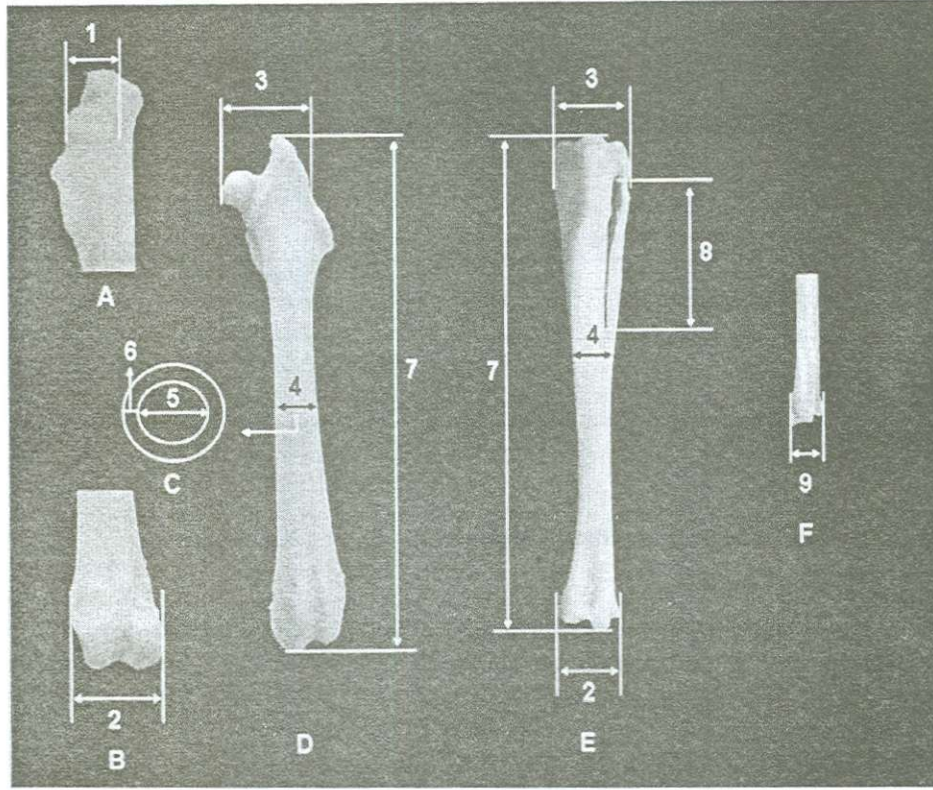
İndeks-2: $(\text{Toplam diafiz çapı} / \text{Kemiğin maximum uzunluğu}) \times 100$

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



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. Proximal genişlik, 5. Distal genişlik, 6. Maximum 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 ve ossa cruris'den alınan ölçüm noktaları (A: Femur'un proximal 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: Ossa cruris'in cranial'den görünümü, F: Tibia'nın distal ucunun lateral'den görünümü) 1. Caput ossis femoris genişliği, 2. Femur'un distal genişliği, 3. Proximal genişlik, 4. Toplam diafiz çapı, 5. Femur'un medullar çapı, 6. Femur'un diafiz duvarı kalınlığı, 7. Maximum uzunluk, 8. Fibula'nın maximum uzunluğu, 9. Tibia'nın distal ucunun derinliği.

Figure 2: Measurement points taken from femur and ossa cruris (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) 1. Width of caput ossis femoris, 2. Distal width of femur, 3. Proximal width, 4. Total diaphyseal diameter, 5. Medullar diameter of femur, 6. Total diaphysis wall thickness of femur, 7. Maximum length, 8. Maximum length of fibula, 9. Depth of distal point of tibia.

Bulgular

Çalışmada kullanılan erişkin tavşanlara ait canlı ağırlık değerleri erkekler için 2335.2 g, dişiler için 2273.2 g olarak saptanmıştır. Canlı ağırlık açısından cinsiyetler arası farklılık istatistiki bakımdan önemsiz olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

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

ÖZELLİKLER	Yön	TAVŞAN (n=30)		
		\bar{X}	S	t-değeri
Canlı ağırlık (g)	Erkek	2335.2	546.38	0.280 ^{NS}
	Dişi	2273.2	659.32	

^{NS}: p>0.05

A. Ön bacak kemiklerine ait ölçümler

Humerus ölçümleri

Tavşan humerus'undan ölçülen ve hesaplanan 9 adet morfometrik değerlerin hem erkeklerden hem de dişilerden alınan sağ ve sol değerleri arasında, istatistiki açıdan önem taşıyan bir fark görülmemiştir (Tablo 2). İncelenen özelliklerden maximum uzunluk, distal genişlik, diafiz duvarı kalınlığı ve indeks-1'in erkeklerde yüksek bulunmasına karşın, kemik ağırlığı, proximal genişlik, toplam diafiz çapı, medullar çap ve indeks-2'nin dişilerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Erkek ve dişilerin sağ ve sol değerleri arasındaki farklılığın istatistik bakımından önemsiz olduğu gibi, sağ ve sol değerler göz önüne alındığında cinsiyetler arasındaki farkın da istatistiki açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Tablo 2: Humerus'tan alınan ölçümler
Table 2: Values obtained from humerus

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri
		\bar{X}	S	t-değeri	\bar{X}	S	t-değeri	
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	3.009	0.488	0.093 ^{NS}	3.043	0.593	0.024 ^{NS}	0.172 ^{NS}
	Sol	2.992	0.532		3.049	0.662		0.260 ^{NS}
Maximum uzunluk (mm)	Sağ	70.64	3.420	0.160 ^{NS}	69.39	4.652	0.110 ^{NS}	0.842 ^{NS}
	Sol	70.45	3.224		69.20	4.751		0.843 ^{NS}
Proximal genişlik (mm)	Sağ	13.67	0.706	0.017 ^{NS}	13.87	0.622	0.216 ^{NS}	0.812 ^{NS}
	Sol	13.66	0.593		13.82	0.663		0.656 ^{NS}
Distal genişlik (mm)	Sağ	10.75	0.591	1.812 ^{NS}	10.67	0.557	1.006 ^{NS}	0.347 ^{NS}
	Sol	11.32	1.062		10.88	0.554		1.414 ^{NS}
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	5.00	0.439	0.265 ^{NS}	5.05	0.408	0.247 ^{NS}	0.345 ^{NS}
	Sol	5.04	0.443		5.09	0.462		0.303 ^{NS}
Medullar çap (mm)	Sağ	3.05	0.300	0.218 ^{NS}	3.24	0.452	0.208 ^{NS}	1.298 ^{NS}
	Sol	3.08	0.352		3.20	0.424		0.863 ^{NS}
Diafiz duvar kalınlığı (mm)	Sağ	1.94	0.292	0.158 ^{NS}	1.81	0.264	0.883 ^{NS}	1.267 ^{NS}
	Sol	1.96	0.287		1.89	0.179		0.831 ^{NS}
İndeks-1 (%)	Sağ	38.81	3.975	0.032 ^{NS}	36.08	5.840	0.637 ^{NS}	1.499 ^{NS}
	Sol	38.86	4.541		37.25	4.058		1.026 ^{NS}
İndeks-2 (%)	Sağ	7.07	0.451	0.479 ^{NS}	7.28	0.463	0.413 ^{NS}	1.301 ^{NS}
	Sol	7.15	0.443		7.36	0.576		1.160 ^{NS}

^{NS}: p>0.05

Radius ölçümleri

Tavşan radius'una ait morfometrik ölçüm değerleri incelendiğinde sağ ve sol değerler arasında ve cinsiyetler arasındaki farklılıklarında istatistik bakımdan önemli olmadığı gözlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3: Radius'tan alınan ölçümler
Table 3: Values obtained from radius

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri
		\bar{X}	S	t-değeri	\bar{X}	S	t-değeri	
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	0.977	0.140	0.214 ^{NS}	0.997	0.194	0.119 ^{NS}	0.323 ^{NS}
	Sol	0.965	0.171		0.989	0.199		0.349 ^{NS}
Maximum uzunluk (mm)	Sağ	65.29	3.182	0.109 ^{NS}	63.74	4.667	0.022 ^{NS}	1.067 ^{NS}
	Sol	65.42	3.232		63.78	4.912		1.083 ^{NS}
Proximal genişlik (mm)	Sağ	7.13	0.345	0.346 ^{NS}	7.14	0.417	0.391 ^{NS}	0.057 ^{NS}
	Sol	7.09	0.341		7.20	0.414		0.799 ^{NS}
Distal genişlik (mm)	Sağ	7.10	0.537	0.310 ^{NS}	7.13	0.474	0.083 ^{NS}	0.133 ^{NS}
	Sol	7.04	0.571		7.11	0.448		0.391 ^{NS}
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	3.89	0.329	0.298 ^{NS}	3.91	0.358	0.269 ^{NS}	0.128 ^{NS}
	Sol	3.86	0.346		3.87	0.389		0.119 ^{NS}
İndeks (%)	Sağ	5.96	0.368	0.546 ^{NS}	6.15	0.592	0.288 ^{NS}	1.054 ^{NS}
	Sol	5.89	0.344		6.09	0.608		1.096 ^{NS}

^{NS}: p>0.05

Ulna ölçümleri

Tavşan ulna'sından alınan morfometrik ölçüm değerleri karşılaştırıldığında erkek ve dişilerde sağ ve sol ölçüm değerleri arasında homotipik farklılık gözlenmediği gibi incelenen özelliklerde sağ ve sol ulna'larda cinsiyetler arası farklılıklarda istatistiki bakımdan önemsiz olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

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

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri
		\bar{X}	S	t-değeri	\bar{X}	S	t-değeri	
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	1.427	0.239	0.063 ^{NS}	1.400	0.260	0.084 ^{NS}	0.295 ^{NS}
	Sol	1.432	0.252		1.408	0.285		0.246 ^{NS}
Maximum uzunluk (mm)	Sağ	78.13	3.905	0.104 ^{NS}	76.48	5.321	0.057 ^{NS}	0.970 ^{NS}
	Sol	77.98	4.163		76.59	5.562		0.772 ^{NS}
Olecranon uzunluğu (mm)	Sağ	9.25	0.813	0.212 ^{NS}	9.22	0.731	0.226 ^{NS}	0.130 ^{NS}
	Sol	9.31	0.771		9.28	0.849		0.110 ^{NS}
Olecranon derinliği (mm)	Sağ	8.89	0.422	0.770 ^{NS}	8.97	0.491	0.650 ^{NS}	0.479 ^{NS}
	Sol	9.02	0.486		8.85	0.493		0.921 ^{NS}
Proximal genişlik (mm)	Sağ	6.80	0.351	0.044 ^{NS}	6.75	0.328	0.786 ^{NS}	0.446 ^{NS}
	Sol	6.81	0.308		6.83	0.278		0.249 ^{NS}
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	5.10	0.352	0.198 ^{NS}	5.05	0.382	0.562 ^{NS}	0.388 ^{NS}
	Sol	5.13	0.403		4.96	0.430		1.069 ^{NS}
İndex (%)	Sağ	6.53	0.466	0.265 ^{NS}	6.61	0.370	0.832 ^{NS}	0.470 ^{NS}
	Sol	6.58	0.509		6.49	0.416		0.558 ^{NS}

^{NS}: p>0.05

B. Arka bacak kemiklerine ait ölçümler

Femur ölçümleri

Arka bacak kemiklerinden femur'un morfometrik özelliklerinde sağ ve sol değerlerin birbirlerine çok yakın düzeylerde olduğu gözlenmiştir. Erkek ve dişi tavşanlardan alınan sağ ve sol femur morfometrik ölçüm değerleri arasındaki düşük düzeylerdeki farklılıkların istatistik açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. İncelenen özelliklerin sağ ve sol değerleri cinsiyetler arasındaki farklılıklarında istatistik bakımından önemsiz olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte maximum uzunluk ve medullar çap için dişilerde daha düşük, diğer özellikler için ise dişilerde daha yüksek değerler tespit edilmiştir (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
		\bar{X}	S	t-değeri	\bar{X}	S	t-değeri	
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	5.896	0.931	0.137 ^{NS}	6.125	1.075	0.033 ^{NS}	0.624 ^{NS}
	Sol	5.941	0.882		6.138	1.092		0.543 ^{NS}
Maximum uzunluk (mm)	Sağ	93.32	4.540	0.086 ^{NS}	93.30	5.569	0.062 ^{NS}	0.012 ^{NS}
	Sol	93.46	4.490		93.17	5.509		0.158 ^{NS}
Proximal genişlik (mm)	Sağ	17.94	0.864	0.000 ^{NS}	18.19	0.848	0.229 ^{NS}	0.793 ^{NS}
	Sol	17.94	0.875		18.11	0.953		0.517 ^{NS}
Distal genişlik (mm)	Sağ	15.45	0.758	0.271 ^{NS}	15.78	0.782	0.709 ^{NS}	1.190 ^{NS}
	Sol	15.52	0.763		15.98	0.767		1.647 ^{NS}
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	7.64	0.553	0.068 ^{NS}	7.66	0.518	0.237 ^{NS}	0.102 ^{NS}
	Sol	7.66	0.518		7.71	0.544		0.271 ^{NS}
Medullar çap (mm)	Sağ	5.36	0.516	0.259 ^{NS}	5.28	0.441	0.004 ^{NS}	0.418 ^{NS}
	Sol	5.41	0.555		5.28	0.374		0.714 ^{NS}
Diafiz duvar kalınlığı (mm)	Sağ	2.29	0.348	0.294 ^{NS}	2.38	0.256	0.451 ^{NS}	0.836 ^{NS}
	Sol	2.25	0.348		2.43	0.292		1.501 ^{NS}
Caput ossis femoris genişliği (mm)	Sağ	7.78	0.450	0.631 ^{NS}	7.95	0.358	0.083 ^{NS}	1.168 ^{NS}
	Sol	7.67	0.464		7.94	0.350		1.787 ^{NS}
İndeks-1 (%)	Sağ	29.95	4.088	0.318 ^{NS}	31.10	2.827	0.341 ^{NS}	0.894 ^{NS}
	Sol	29.45	4.454		31.43	2.553		1.493 ^{NS}
İndeks-2 (%)	Sağ	8.19	0.515	0.013 ^{NS}	8.23	0.522	0.305 ^{NS}	0.163 ^{NS}
	Sol	8.20	0.483		8.28	0.481		0.480 ^{NS}

^{NS}: p>0.05

Tibia ölçümleri

Tavşanlarda tibia ölçümlerinin erkek ve dişilere ait sağ ve sol değerleri arasında istatistiki açıdan önemli farklar saptanamamıştır. Sağ ve sol değerlerin cinsiyetler arası karşılaştırmalarında ise, sadece sağ indeks değeri istatistik bakımından önemli ($p<0.05$), diğer özelliklerdeki cinsiyetler arası farklılıklar ise önemsiz olarak bulunmuştur (Tablo 6).

Tablo 6: Tibia'dan alınan ölçümler
Table 6: Values obtained from tibia

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri
		\bar{X}	S	t-değeri	\bar{X}	S	t-değeri	
Kemik ağırlığı (g)	Sağ	5.333	0.921	0.233 ^{NS}	5.601	0.984	0.063 ^{NS}	0.770 ^{NS}
	Sol	5.409	0.873		5.624	0.985		0.630 ^{NS}
Maximum uzunluk (mm)	Sağ	102.07	5.092	0.044 ^{NS}	100.40	6.466	0.041 ^{NS}	0.787 ^{NS}
	Sol	101.99	5.090		100.50	6.434		0.706 ^{NS}
Proximal genişlik (mm)	Sağ	15.87	0.775	0.932 ^{NS}	16.32	0.805	0.227 ^{NS}	1.556 ^{NS}
	Sol	16.15	0.893		16.38	0.821		0.739 ^{NS}
Distal genişlik (mm)	Sağ	14.10	0.642	0.232 ^{NS}	13.92	0.641	0.283 ^{NS}	0.748 ^{NS}
	Sol	14.04	0.587		13.99	0.651		0.250 ^{NS}
Distal ucun derinliği (mm)	Sağ	7.19	0.613	0.355 ^{NS}	7.32	0.489	0.384 ^{NS}	0.642 ^{NS}
	Sol	7.26	0.512		7.25	0.462		0.056 ^{NS}
Toplam diafiz çapı (mm)	Sağ	6.84	0.466	0.163 ^{NS}	7.16	0.543	0.597 ^{NS}	1.757 ^{NS}
	Sol	6.86	0.432		7.03	0.629		0.863 ^{NS}
İndeks (%)	Sağ	6.70	0.329	0.281 ^{NS}	7.15	0.537	0.603 ^{NS}	2.753*
	Sol	6.73	0.317		7.01	0.655		1.503 ^{NS}

*: p<0.05, ^{NS}: p>0.05

Fibula ölçümleri

Tavşan tibia ve fibula'sı kaynaştığı için fibula ağırlığı saptanamamıştır. Fibula'nın maximum uzunluğu, maximum diafiz genişliği ve indeks değerleri açısından erkek ve dişilerin sağ ve sol fibula'ları arasında istatistiki farklılık gözlenmezken, maximum uzunluğun erkeklerde dişilere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyetler arası karşılaştırmalarda ise sağ maximum diafiz genişliği ve sağ indeks değeri arasındaki farklılık istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 7: Fibula'dan alınan ölçümler
Table 7: Values obtained from fibula

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri
		\bar{X}	S	t-değeri	\bar{X}	S	t-değeri	
Maximum uzunluk (mm)	Sağ	36.38	2.164	0.568 ^{NS}	35.02	2.502	0.050 ^{NS}	1.588 ^{NS}
	Sol	36.95	1.841		35.07	2.826		1.023 ^{NS}
Maximum diafiz genişliği (mm)	Sağ	2.01	0.256	0.633 ^{NS}	2.23	0.193	0.404 ^{NS}	2.689*
	Sol	2.07	0.269		2.20	0.262		1.321 ^{NS}
İndeks (%)	Sağ	5.54	0.720	0.867 ^{NS}	6.39	0.545	0.493 ^{NS}	3.662**
	Sol	5.77	0.730		6.28	0.669		2.015 ^{NS}

*: p<0.05, **: p<0.01, ^{NS}: p>0.05

Dayanıklılık indeks değerlerine ilişkin bulgular

Tavşan ön ve arka bacak uzun kemiklerinden alınan hem erkek ve hem de dişilerin sağ ve sol homotipik kemiklerine ait dayanıklılık indeks değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel öneme sahip bir farklılık gözlenmemiştir.

Ön bacak kemiklerinden radius'un sağ ve sol değerleri cinsiyetler bakımından karşılaştırıldığında aradaki farklılığın p<0.05, erkeklerde daha yüksek olan arka bacak kemiklerinden tibia'nın sağ değerleri p<0.01 ve sol değerleri p<0.05 düzeylerinde önem taşıdığı belirlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 8: Dayanıklılık indeks değerleri
Table 8: Values of robusticity index

ÖZELLİKLER	Yön	ERKEK (n=15)			DİŞİ (n=15)			Cinsiyet arası t-değeri
		\bar{X}	S	t-değeri	\bar{X}	S	t-değeri	
Humerus	Sağ	49.11	1.505	0.038 ^{NS}	48.12	1.555	0.082 ^{NS}	1.784 ^{NS}
	Sol	49.14	1.625		48.06	2.055		1.587 ^{NS}
Radius	Sağ	65.96	1.831	0.827 ^{NS}	64.07	2.102	0.322 ^{NS}	2.622*
	Sol	66.50	1.775		64.36	2.740		2.544*
Ulna	Sağ	69.69	2.598	0.180 ^{NS}	68.64	2.080	0.056 ^{NS}	1.229 ^{NS}
	Sol	69.51	3.006		68.68	2.328		1.843 ^{NS}
Femur	Sağ	51.83	1.457	0.157 ^{NS}	51.19	1.443	0.174 ^{NS}	1.205 ^{NS}
	Sol	51.75	1.245		51.10	1.545		1.279 ^{NS}
Tibia	Sağ	58.67	1.901	0.549 ^{NS}	56.74	1.684	0.045 ^{NS}	2.946**
	Sol	58.31	1.714		56.71	1.711		2.554*

*: p<0.05, **: p<0.01, ^{NS}: p>0.05

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada materyal olarak kullanılan tavşanın kırık ve iyileştirme, kırık fixasyonu ve kemik implantasyonu gibi ortopedik araştırmalar için en iyi laboratuvar hayvanlarından biri olduğu bilinmektedir (2). Erişkin dönemdeki tavşanların canlı ağırlıkları erkeklerde 2335.2 g, dişilerde ise 2273.2 g olarak bulunmuşken, Abdalla ve ark. (1)'nin çalışmalarında kullanmış oldukları bir ve iki yaş arası ve her iki cinsiyetten tavşanların ağırlıklarının iki ile üç kg arasında değişmekte olduklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan tavşanların canlı ağırlıklarının bu çalışmadaki canlı ağırlık değerleri kapsamında olduğu görülmekle birlikte cinsiyetler arası canlı ağırlık değerlerinin istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmemiştir.

Bu çalışmada tavşanların humerus'u için direkt osteometrik ölçümlerle belirlenen değerleri Abdalla ve ark.'nın (1) bildirdiklerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Direkt ölçümlerle hesaplanan indeks-1 değeri Abdalla ve ark.'nın (1) bildirdiği 26.92% düzeyinden daha yüksek, humerus'un kemik ağırlığı ile ilgili bulunan değer (2.992- 3.009 g) ise 3.292 g düzeyinden daha düşüktür. Bunun muhtemel sebebi kullanmış olduğumuz tavşanların canlı ağırlıklarının ortalamasının daha düşük düzeyde olmasından kaynaklanmaktadır.

Onar ve Kahvecioğlu (24) tarafından köpeklerde hesaplanarak bildirilen, erkeklerde 23.18% ve dişilerde 23.90% düzeylerinden daha yüksek, ancak köpeklerde bildirilenin aksine erkek tavşanlarda dişilerdekinden daha yüksek bulunmuştur.

Tavşanların humerus'undan alınan osteometrik ölçümlerdeki sağ ve sol değerler arası farklılıkların önemsiz bulunması Kara (18) tarafından ratlar üzerinde belirlenen kemik ağırlığı, maximum uzunluk, distal genişlik ve toplam diafiz çapı için önemsiz olarak bildirilen bulgularla benzerdir. Tavşanlarda bu özelliklere ait cinsiyetler arası önemsiz olarak belirlenen farklılıklar Kara'nın (18) ratlar için önemli olarak bildirildiğinden farklıdır.

Bu çalışmada radius'un tavşanlardaki 0.965- 0.997 g arasında değişen ağırlıkları Abdalla ve ark. (1) tarafından bildirilen 1.056 g düzeyine yakındır. Buna karşılık maximum uzunluk daha yüksek, toplam diafiz çapı ise daha düşüktür. Radius'un tavşanlardan elde edilen sağ ve sol değerleri arasındaki istatistik bakımından önemsiz farklılıklar ve allometri gösteren düzeylerin bulunması Markel ve Sielman'ın (20) köpek uzun kemikleri üzerinde yaptığı çalışmalarda belirlediği bulgularla aynıdır. Kara'nın (18) ratlar için bildirdiği cinsiyetler arasındaki önemli farklılıklar tavşanlarda gözlenmemiştir. Tavşanlarda ulna'nın osteometrik olarak incelenen özelliklerinin de sağ ve sol değerler ve ayrıca cinsiyet bakımından birbirlerine benzer düzeylerde olduğu belirlenmiştir.

Tavşan femur indekslerinin dişilerde daha yüksek olması köpek femur'larını inceleyen Hartung ve Van Hasselt'in (13) femur indeksinin erkeklerde daha yüksek olarak bildirdiği bulgularından farklı olarak bu çalışmada tavşan femur indeksinin dişilerde yüksek olması dişi tavşanların kemik yoğunluğunun daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Kara (18) rat femur'unun cinsiyet belirlemede önem teşkil ettiğini bulgularla ortaya koyarken, bu çalışmada tavşan femur'unun cinsiyet belirlemede kullanılamayacağı gözlenmiştir.

Osteometrik olarak tavşan tibia ölçümlerinde cinsiyetler arası karşılaştırmada sağ indeks hariç istatistiksel farklılık gözlenmezken ratlarda yapılan çalışmada femur gibi tibia'nın da cinsiyetler arası farklılığa işaret ettiği ortaya konmuştur.

Ön ve arka bacak kemiklerinin sağ ve sol dayanıklılık indeks değerleri erkeklerde daha yüksek düzeylerde belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre düşük düzeylerdeki indeks değerine sahip olan kemiklerin dayanıklılığının daha fazla olması nedeni ile bu çalışmada dişi tavşanlara ait kemiklerin daha dayanıklı olduğu söylenebilir.

Tavşanlarda osteometrik olarak yapılan 94 sağ ve sol karşılaştırma testinden herhangi birinde istatistiki fark gözlenmezken, cinsiyetler arası 94 karşılaştırmada sadece 7 (%7.45) adedi istatistiki önem taşımaktadır.

Bu sonuçlara göre, tavşanlarda sağ ve sol değerler arasındaki farklılıkların çok az sayıda önem taşımasından dolayı, incelenen tavşan kemiklerinin homotipik varyasyon göstermediği söylenebilir. Ayrıca cinsiyetler arası farklılıklarında çoğunlukla önemsiz bulunması ön ve arka bacak kemiklerinin cinsiyet belirlemede kullanılamayacağını göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Abdalla, K.E.H., Abd El-Nasser, M., İbrahim, I.A., Seddek, A.S.H.: Comparative anatomical and biochemical studies on the main bones of the limbs in rabbit and cat as a medicolegal parameters. Assiut Vet. Med. J., 1992; 26 (52): 142-153.
2. An, Y.H., Kang, Q., Friedman, R.J.: Mechanical symmetry of rabbit bones studies by bending and indentation testing. Am. J. Vet. Res., 1996; 57 (12): 1786-1789.
3. Andrews, J.E., Gray, L.E.: The effects of lindane and linuron on calcium metabolism, bone morphometry and the kidney in rats. Toxicology, 1990; 60 (1-2): 99-107.

4. **Bagi, C.M., Ammann, P., Rizzoli, R., Miller, S.C.:** Effect of estrogen deficiency on cancellous and cortical bone structure and strength of the femoral neck in rats. *Calcif. Tissue Int.*, 1997; 61 (4): 336-344.
5. **Bagi, C.M., DeLeon, E., Ammann, P., Rizzoli, R., Miller, S.C.:** Histo-anatomy of the proximal femur in rats: Impact of ovariectomy on bone mass, structure, and stiffness. *Anat. Rec.*, 1996; 245 (4): 633-644.
6. **Bagi, C.M., Miller, S.C., Bowman, B.M., Blomstrom, G.L., France, E.P.:** Differences in cortical bone in overloaded and underloaded femurs from ovariectomized rats: Comparison of bone morphometry with torsional testing. *Bone*, 1992; 13 (1): 35-40.
7. **Bagi, C.M., Wilkie, D., Georgelos, K., Williams, D., Bertolini, D.:** Morphological and structural characteristics of the proximal femur in human and rat. *Bone*, 1997; 21 (3): 261-267.
8. **Ciochon R.L.:** Evolution of the cercopithecoid forelimb. Phylogenetic and functional implications from morphometric analyses. University of California Press, Berkeley, 1993.
9. **Driesch A.V.D.:** A Guide to the measurement of Anaimal Bones from Archaeological Sites. Peabody Museum Bulletin 1. Harvard University, Massachusetts, 1976.
10. **Dursun N.:** Veteriner Anatomi I. Medisan Yayınevi. Ankara, 1996.
11. **Gong, J.K., Ries, W.:** Volumetric composition of the rabbit skeleton. *Anat. Rec.*, 1970; 167 (1): 79-86.
12. **Hanson, P.D., Markel, M.D.:** Radiographic geometric variation of equine long bones. *Am. J. Vet. Res.*, 1994; 55 (9): 1220-1227.
13. **Hartung, K., Van Hasselt, S.C.:** Morphometrische untersuchungen am femurknochen des hundes. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.*, 1988; 101 (1): 15-19.
14. **Hidaka, S., Matsumoto, M., Ohsako, S., Toyoshima, Y., Nishinakagawa, H.:** A histometrical study on the long bones of raccoon dogs, *Nyctereutes procyonoides* and badgers, *Meles meles*. *J. Vet. Med. Sci.*, 1998; 60 (3): 323-326.
15. **Hietala, E.L., Larmas, M.:** Effect of ovariectomy upon weaning on the morphometric parameters of femorae and tibiae of growing rats. *Acta. Physiol. Scand.*, 1997; 159 (2): 175-178.
16. **Holmes D.D.:** Clinical Laboratory Animal Medicine. An Introduction. The Iowa State University Press. 1st Ed. Ames, Iowa, 1984; Pp: 95-99.
17. **Indrekvam, K., Husby, O.S., Gjerdet, N.R., Engester, L.B., Langeland, N.:** Age-dependent mechanical properties of rat femur. *Acta. Orthop. Scand.*, 1991; 62 (3): 248-252.
18. **Kara M.E.:** Ratlarda gelişme döneminde sigara inhalasyonunun iskelet sistemi üzerine etkisinin morfometrik yöntemlerle belirlenmesi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 2002.
19. **Latimer, H.B., Sawin, P.B.:** Morphogenetic studies of the rabbit. XXXIX. Ponderal correlation coefficients of the bones from two races of rabbits. *Anat. Rec.*, 1967; 159 (1): 29-32.

20. **Markel, M.D., Sielman, E.:** Radiographic study of homotypic variation of long bones in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 1993; 54 (12): 2000-2003.
21. **Markel, M.D., Sielman, E., Rapoff, A., Kohles, S.S.:** Mechanical properties of long bones in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 1994; 55 (8): 1178-1183.
22. **Monteagudo, M.D., Hernandez, E.R., Seco, C., Gonzales-Riola, J., Revilla, M., Villa, L.F., Rico, H.:** 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. Anat.*, 1997; 160 (3): 195-199.
23. **Onar, V.:** A morphometric study on the skull of the German shepherd dog (Alsatian). *Anat. Histol. Embryol.*, 1999; 28 (4): 253-256.
24. **Onar, V., Kahvecioğlu, K.O.:** Alman Kurt köpeklerinde humerus'un morfometrik incelenmesi. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.*, 1999; 23 (1): 189-191.
25. **Onar, V., Mutuş, R., Kahvecioğlu, K.O.:** Morphometric analysis of the foramen magnum in German shepherd dogs (Alsations). *Ann. Anat.*, 1997; 179 (6): 563-568.
26. **Riesefeld, A.:** Sexual dimorphism of skeletal robusticity in several mammalian orders. *Acta Anat.*, 1978; 102 (4): 392-398.
27. **Riesefeld, A.:** Functional and hormonal control of pelvic width in the rat. *Acta Anat.*, 1978; 102 (4): 427-432.
28. **Riesefeld, A.:** Sexual dimorphism of bone robusticity in different strains of rats. *Acta Anat.*, 1977; 98 (2): 206-209.
29. **Riesefeld, A.:** Endocrine control of skeletal robusticity. *Acta Anat.*, 1975; 91 (4): 481-499.
30. **Riesefeld, A.:** Metatarsal robusticity in bipedal rats. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1972; 36 (2): 229-233.
31. **Riesefeld, A.:** Functional and hormonal control of pelvic morphology in the rat. *Acta Anat.*, 1972; 82 (2): 231-253.
32. **Rudicel, S., Lee, K.E., Pelker, R.R.:** Dimensions of the rabbit femur during growth. *Am. J. Vet. Res.*, 1985; 46 (1): 268-269.
33. **Ruff, C.B., Jones, H.H.:** Bilateral asymmetry in cortical bone of the humerus and tibia-sex and age factors. *Human Biol.*, 1981; 53 (1): 69-86.
34. **Searfoss, G.:** Skulls and Bones. A Guide to the Skeletal Structures and Behavior of North American Mammals. 1st Ed., Stackpole Books, Mechanicsburg, U.S.A., 1995; Pp.98-107.
35. **Simon, M.R., Holmes, K.R., Olsen, A.M.:** The effects of simulated increases in body weight for 60 days on robusticity and mineral content of limb bones of hypophysectomized rats. *Anat Rec.*, 1984; 210 (2): 333-341.
36. **Sontag, W.:** Age-dependent morphometric alterations in the distal femora of male and female rats. *Bone*, 1992; 13 (4): 297-310.
37. **Sumner, D.R., Turner, T.M., Galante, J.O.:** Symmetry of the canine femur: Implications for experimental sample size requirements. *J. Orthop. Res.*, 1988; 6 (5): 758-765.

38. **White, A.A., Panjabi, M.M., Hardy, R.J.:** Analysis of mechanical symmetry in rabbit long bones. *Acta Orthop. Scand.*, 1974; 45 (3): 328-336.
39. **World Association Veterinary Anatomists:** *Nomina Anatomica Veterinaria*. International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature of the World Association, 4th Ed. Zürih and Ithaca, New York, 1994.
40. **Yoshioka, Y., Siu, D., Derek, T., Cooke, V., Chir, B.:** The anatomy and functional axes of the femur. *J. Bone Joint Surg.*, 1987; 69-A (6): 873-880.
41. **Zhang, B., Coon, C.N.:** The relationship of various tibia bone measurement in hens. *Poultry Sci.*, 1997; 76 (12):1698-1701.