

Kıvırcık Koyunlarında Stereolojik Metotla Cranial Hacim Hesaplanması ve Bunun Kraniyometrik Ölçümleri ile İlişkisi

Haluk ÖMER¹*, Hasan ALPAK¹

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

*Sorumlu Yazar: Haluk ÖMER İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, 34320 Avcılar, İstanbul
e-posta: homer@istanbul.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 02.05.2011

ÖZET

Bu çalışmada toplam 40 adet Kıvırcık koyunun (20 erkek, 20 dişi) kafatası kullanıldı. Bu amaçla kafataslarından 4 adet morfometrik (canlı, karkas, kafa ve kafatası ağırlıkları) ve 23 craniometrik ölçüm alındı. Kafataslarından yapılan paralel kesitler kullanılarak nokta sayım tekniği ile cranial hacim hesaplanması yapıldı. Kıvırcık ırkı koyunlarda, cranial hacim dişiler için $133,89 \pm 10,82 \text{ cm}^3$, erkekler için ise $136,10 \pm 17,281 \text{ cm}^3$ olarak tespit edildi. Uygulanan nokta sayım tekniği ile %1'den daha küçük bir hata katsayısı ile hesaplandı. Morfometrik verilerin hem dişi hem de erkek koyunlar arasındaki farkın istatistikî olarak önem taşıdığı gözlenirken, cranial hacim değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlendi. Hem dişi hem de erkek koyunlarda tüm kafatasının genel değerlendirmesinde önem taşıyan kafatasının uzunluk değerleri (M1, M2, M3) ile cranial hacim arasında $P < 0,001$ düzeyinde istatistikî olarak önemli korrelasyonlar gözlemlendi. Genişlik değerleriyle (M22, M23) arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu saptandı. Yapılan bu çalışmada genel olarak ilişkinin, kafatasının genişliğinden ziyade uzunluk ölçümleriyle arasında bulunduğu belirlendi. Neurocranium'un değerlendirilmesinde önem taşıyan M4, M6, M7, M8, M9, M18 ve M19 ölçümlerinin dişi ve erkekler arasında gözlenen farklarının değişik düzeylerde olduğu saptandı. Neurocranium'un uzunluğu ile ilgili olan M4 ve M7 ölçümlerinin dişi ve erkekler arasında gözlenen farklarının istatistikî açıdan önem taşımadığı belirlenirken, diğer ölçümler arasındaki farkların $P < 0,05$ ile $P < 0,001$ düzeylerinde değişen istatistikî öneme sahip oldukları gözlemlendi. Craniometrik ölçümlerden facial bölge ile ilgili olanların (M5, M10, M11, M12, M20 ve M21) dişi ve erkekler arasındaki farklarının istatistikî açıdan $P < 0,001$ düzeyinde (sadece M10 için $P < 0,05$) önemli oldukları tespit edildi. Occipital bölge hakkında fikir veren ölçümlerden (M13-M17) sadece M16 ve M17'nin dişi ve erkekler arasında gözlenen farkın istatistikî olarak önem taşımadığı gözlenirken, diğerlerinin $P < 0,001$ düzeyinde öneme sahip olduğu belirlendi. Sonuç olarak yapılan çalışmada, kıvırcık ırkı koyunlarda elde edilen cranial hacim değerleri, sağlıklı ve nörolojik olarak herhangi bir hastalık belirtisi göstermeyen hayvanlardan alınmış olması nedeniyle, beyin hacmi ve cranial hacim ilişkisi üzerindeki çalışmalarda referans veri olarak değer göreceğini düşünmekteyiz. Aynı zamanda tarafsız ve güvenilir bir yöntem olduğu kabul gören stereolojik yöntemle sağlıklı kıvırcık koyunlarından elde edilen bu değerlerin koyun ırklarının karşılaştırmasında da yararlanılabacağına inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kıvırcık koyunu, kafatası, kraniyometri, stereoloji, kranial hacim

Birinci yazarın doktora çalışmasından özetlenmiştir.

ABSTRACT

CRANIAL VOLUME ESTIMATION USING STEREOLOGICAL METHOD IN KIVIRCIK SHEEP AND ITS CORRELATIONS BETWEEN SKULL PARAMETERS

We used 40 Kıvırcık breed sheep (20 male, 20 female) skulls in this study. We took 4 morphometric (body, carcass, head and skull weights) and 23 craniometric measurements from the skulls. Cranial volume estimation, using point counting technique on the paralel crosssections from the skulls was done. In Kıvırcık breed sheep, we determined that cranial volume is $133.89 \pm 10.815 \text{ cm}^3$ for females and $136.10 \pm 17.281 \text{ cm}^3$ for males. The estimation using the stereological point counting technique gave us less than 1% coefficient of error. The coefficient of error was less than 5% for the stereological estimates using point counting technique. All the data were evaluated for sexual dimorphism. We observed that according to morfophometric data the difference between males and females was statistically significant. But the difference among cranial volume values was not significant. To observe the differences in cranial morphology with more details and to be able to make comparisons in indices estimations made by different authors, we estimated our indices 6 different ways in this study. We observed statistically important correlastions between cranial volume and the skull length values that are important in evaluation of whole skull (M1, M2, M3) in both male and female sheep ($P < 0.001$). We determined that the relation between width values was not significant. In this study, we designated that general relation was between skull length measurements than skull width. According to results of the measurements (M4, M6, M7, M8, M9, M18 and M19) that are important for evaluation of neurocranium variousness between male and female was observed in different levels. According to results concerning the length of neurocranium (M4 and M7) variousness between male and female was not significant statistically, while differences among other measurements were statistically significant at the variation of $P < 0.05$ and $P < 0.001$ levels. According to results of craniometric measurements concerning facial region (M5, M10, M11, M12, M20 and M21), it is designated that the differences between male and female were statistically significant in $P < 0.001$ level (for only M10 it was $P < 0.05$). The measurements, which give an idea about occipital region (M13, M17), were significant in $P < 0.001$ level, however only in M16 and M17 the differences designated between male and female were not significant statistically. As a result we think that cranial volume values determined from Kıvırcık breed sheep in our study will be treated as reference data for studies in brain volume and cranial volume relation, because the data were taken from animals which were healthy and without any symptoms of neurological disease. Also we believe that values determined by stereological method which are unbiased and reliable, from healthy Kıvırcık breed sheep, will be used in other sheep breed comparisons.

Key Words: Kıvırcık sheep, skull, craniometry, stereology, cranial volume

Giriş

Ruminantlarda cranial kapasite hakkında veriler çoğunlukla osteometrik verilere dayandırılarak direkt ölçümler üzerinden yapılmıştır (Hoefs, 2000; Malik ve ark., 1989; Nishida ve ark., 1983; Saber, 1989; Teria ve ark., 1998; Wehausen ve Roy Ramey, 2000). Kafatası morfolojisine bağlı olarak craniometrik ölçümlerin alınması, morfometrik değişkenliklerin ne şekilde olduğu konusunda önemli bilgiler sunduğu (Wehausen ve Roy Ramey, 2000), türler arasındaki morfolojik farklılıkların belirlenmesinde de önemli rol oynadığı gözlenmiştir (Nishida ve ark., 1983).

Cranial kapasite, hayvan türlerindeki beyin hacminin tahmin edilmesinde büyük yarar sağlamaktadır (Saber, 1989). Ayrıca hem gelişim morfolojisinin değerlendirilmesinde

(Teria ve ark., 1998) hem de beyin kapasitesi arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında (Arencibia ve ark., 1997; Saber, 1989) önemli rol oynamaktadır.

Gelişim morfolojisindeki değişimler kafatası parametreleriyle doğru orantılı değerlendirilmektedir (Onar, 1999). Böylece kafatası şekli ve dolayısıyla kafatası parametreleriyle cranial gelişim arasındaki ilişki geometrik varyasyonlar açısından da değerlendirilebilmektedir (Onar ve Güneş, 2003).

Cranial hacim hesaplanmasında çeşitli bitki tohumları (Malik ve ark., 1989; Onar, 1999; Rao, 1967; Saber, 1989) ya da kurşun bilyeleri (Regedon ve ark., 1992) kullanılmış, böylece direkt metotla ölçümü sağlanmıştır. Günümüzde cranial hacim hesaplamalarında

bu metottan farklı olarak röntgen ve Bilgisayarlı Tomografi'den de yararlanılmıştır (Arencibia ve ark., 1997; Mazonakis ve ark., 2004; Regedon ve ark., 1992). Stereotaxic teknikler (Arencibia ve ark., 1997) ve seri kesitlerin tomodensitometrik değerlendirilmesiyle cranial hacim hesaplamasına (Mazonakis ve ark., 2004; Regedon ve ark., 1991a ve 1991b; Regedon ve ark., 1992; Robina ve ark., 1991) gidilmiştir. Böylece güvenilir bir yöntem olarak stereolojik metotla cranial hacim hesaplaması farklı bir uygulama alanı bulunmuştur (Mazonakis ve ark., 2004; Regedon ve ark., 1991a ve 1991b; Regedon ve ark., 1992; Robina ve ark., 1991).

Bilgisayarlı tomografi kesitleri kullanılarak stereolojik teknikler yardımıyla cranial hacim tahmini çoğunlukla insanlarda kullanılmış (Majunath, 2002a ve 2002b; Mazonakis ve ark., 2004). Elde edilen sonuçlarda hata katsayısı %5'in altında saptanmıştır. Yapılan bilimsel çalışmalarda, toplam intracranial hacim hesaplamasının birçok yararı ortaya konulmuştur. Gelişim anomalilerinin değerlendirilmesi yanında neurodejeneratif hastalıklarda, hastalık gelişiminden önceki beyin boyutları ile hastalık gelişimden sonraki beyin boyutlarının karşılaştırmasına olanak tanınması açısından güvenilir yöntemle hesaplamaların önemi büyük olmaktadır (Mazonakis ve ark., 2004). Allometrik olarak insanlarda kafatası parametreleriyle cranial hacim arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde irksal, coğrafik ve etnik gibi çeşitli temel farklılıkların karşılaştırılması yapılabilmişse de (Majunath, 2002a ve 2002b) hayvan türleri içindeki ırk karşılaştırmaları bu konuda geri planda kalmıştır.

Çalışmamızda ekonomik durum yararlılığı göz önüne alınarak direk kesit yönteminden yararlanılarak stereolojik bir teknik olan "Cavalieri Prensibi"nden yararlanılmıştır. Böylece elde edilecek hacim verilerinin kafatası parametreleriyle ilişkisi değerlendirilerek yerli ırklarımız arasında önemli bir popülasyona sahip olan Kıvırcık koyunlarında kafatası verileriyle ilgili daha fazla bilgiye ulaşılması planlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada, toplam 40 adet (20 dişi, 20 erkek) bir yaşında Kıvırcık ırkı koyunun kafatası kullanıldı. Koyun kafatasları, mezbahada rutin kesimi sonucundaki hayvanlardan elde edildi. Öncelikle kafatasları temin edilecek hayvanların, canlı ağırlıkları tespit edildikten sonra, kesimi takiben karkas ve kafa ağırlıkları alındı. Bu işlemlerden sonra koyun kafaları, maserasyon işlemine tabi tutuldu.

Kafataslarının öncelikle ağırlıkları, dijital hassas terazi (1 mg hassasiyette) kullanılarak tartıldı. Bu işlemi takiben morfometrik ölçümler alındı.

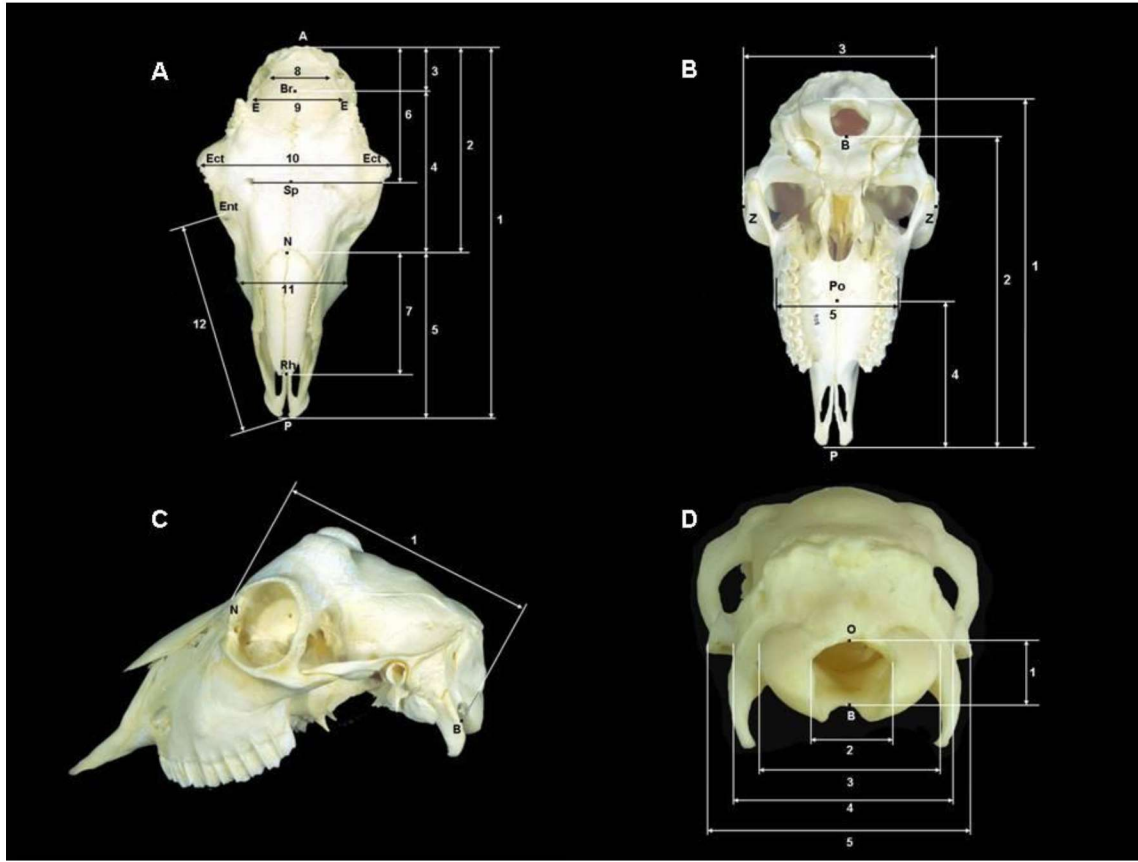
Craniometrik Ölçümler

Craniometrik ölçümlerde 20 erkek ve 20 dişi Kıvırcık ırkı koyunun kafatasları kullanıldı. Morfometrik ölçümlerin alınmasında literatürlerde belirtilen ölçüm noktaları ve ölçümler temel alındı (Majunath, 2002a; Sandhu ve Dhingra, 1986; Şahin ve ark., 2001).

Morfometrik ölçümlerin alımı tamamlandıktan sonra, her bir kafatasından stereolojik ölçüm ve hesaplamalar yapıldı.

Stereolojik Ölçümler

Kafataslarında stereolojik yöntemlerden "Cavalieri prensibi" kullanılarak cavum cranii'nin hacmi hesaplandı. Bu amaçla, "Cavalieri prensibine göre hacim hesaplaması yapılacak kafataslarından eşit kalınlıkta (0,5 cm) transversal kesitler alındı ve tüm bu kesitler sırasıyla numaralandırıldı. Bu amaçla elektrikli ince kalınlıkta (0,5 mm) testere makinesi kullanıldı (Mayhew ve Olsen, 1991, Şahin ve ark., 2001). Her bir kesitin aynı yöndeki yüzeyi üzerine şeffaf noktalı sayım cetveli rastgele atılarak kesit üzerine düşen nokta sayıları hesaplandı (Clatterbuck ve Sipos, 1997; Howard ve ark., 2003; Mazonakis ve ark., 1998; Odacı ve ark., 2003; Roberts ve ark., 1993; Rosen ve Harry, 1990; Şahin ve ark., 2001; Şahin ve ark., 2003). Bu işlem her bir kesit için 3 defa yapılarak ortalama nokta sayısı temel alındı (Şekil 2).



Şekil 1. Craniometrik ölçümler.

Figure 1. Craniometric measurements.

A. Dorsal görünüş: A. Akrokranium, Br. Bregma, E. Euryon, Ect. Ectorbitale, Ent. Entorbitale, N. Nasion, Sp. Supraorbitale, Rh. Rhinion, 1. Profil uzunluğu, 2. Median frontal uzunluk, 3. Akrokranium-Bregma uzunluğu, 4. Frontal uzunluk, 5. Viscerocranium uzunluğu, 6. Üst neurocranium uzunluğu, 7. Proc. nasalis'lerin uzunluğu, 8. En küçük parietal genişlik, 9. Neurocranium'un genişliği, 10. Orbitalar arası en büyük genişlik, 11. Facial genişlik, 12. Lateral facial uzunluk.

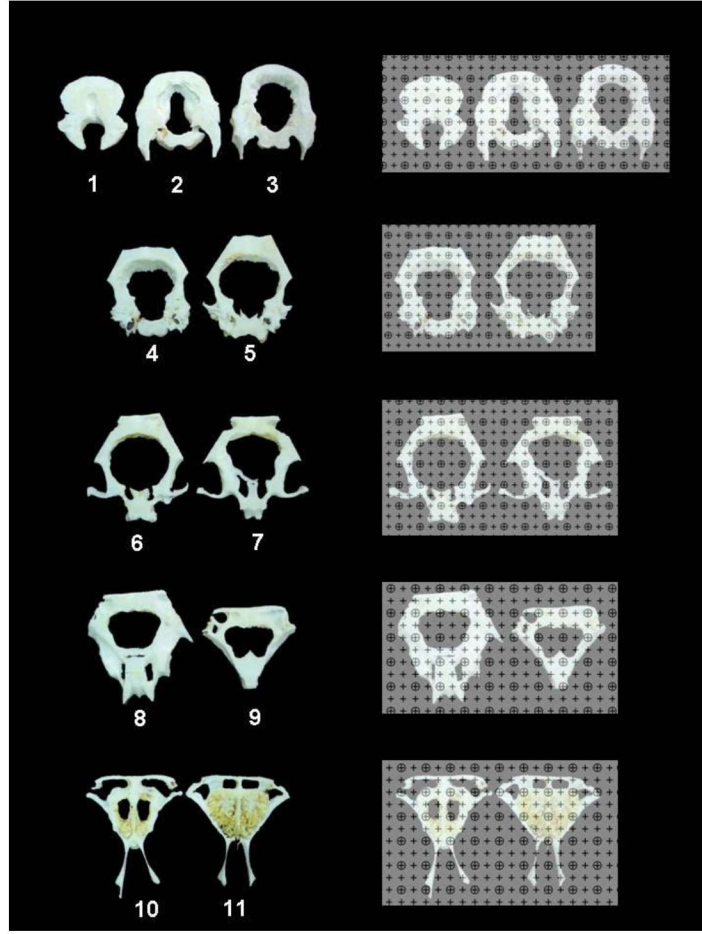
B. Ventral görünüş: B. Basion, P. Prosthion, Po. Postdentale, Z. Zygion, 1. Condylbasal uzunluk, 2. Basal uzunluk, 3. Zygomatic genişlik, 4. Dental uzunluk, 5. Palatal genişlik.

C. Lateral görünüş: N. Nasion, B. Basion, 1. Neurocranium uzunluğu.

D. Occipital görünüş: B. Basion, O. Opisthion, 1. Foramen magnum'un yüksekliği, 2. Foramen magnum'un genişliği, 3. Condylus occipitalis'lerin genişliği, 4. Proc. jugularis'lerin tabanının genişliği, 5. En büyük mastoid genişlik.

Bu craniometrik ölçümler kullanılarak 6 adet farklı indeks hesaplaması yapıldı.

Kafatası indeksi 1 (I1)	: Orbitalar arası en büyük genişlik x 100 / Profil uzunluğu
Kafatası indeksi 2 (I2)	: Zygomatic genişlik x 100 / Profil uzunluğu
Cranial indeksi 1 (I3)	: Neurocranium'un genişliği x 100 / Neurocranium uzunluğu
Cranial indeksi 2 (I4)	: Neurocranium'un genişliği x 100 / Üst Neurocranium uzunluğu
Facial indeksi 1 (I5)	: Orbitalar arası en büyük genişlik x 100 / Viscerocranium uzunluğu
Facial indeksi 2 (I6)	: Zygomatic genişlik x 100 / Viscerocranium uzunluğu



Şekil 2. Kafataslarının ardışık kesitleri ve nokta sayımı (sayılar kesit numaralarını göstermektedir).

Figure 2. Consecutive cross sections of the skulls and point counting (numbers indicate cross sections).

Bütün kesitlerdeki cavum cranii üzerine çakışan nokta sayıları toplandı. Toplam nokta sayısı ile kemiğin kesit kalınlığı çarpılarak toplam cavum cranii hacmi hesaplandı. Bu amaçla, hesaplamada “ $V = t \times a$ ” formülü kullanıldı (Şahin ve ark., 2003). Bu formüldeki “ V ” hacmi, “ t ” nesnenin yüksekliğini “ a ” ise nesnenin taban alanını tanımlamaktaydı.

Cranial hacim ile kafatası parametreleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için cinsiyet farkı dikkate alınarak craniyometrik ölçümler ve indeksler ile cranial hacim arasında korrelasyon analizleri yapıldı. Böylece hem cranial hacim hem de morfometrik ölçümler arasındaki ilişkinin boyutu değerlendirildi

(Onar, 1999). İstatistiksel verilerin hesaplanmasında ise (ortalama değer, standart sapma, korrelasyon analizi) bilgisayarda SPSS 8.0 programından yararlanıldı.

Bulgular

Çalışmada dişi ve erkek koyunların canlı, karkas, kafa ve kafatası ağırlıkları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar gözlenirken, cranial hacimleri arasındaki farkın ise önem taşımadığı belirlendi. Bu morfometrik değerlerin cinsiyet karşılaştırması Tablo1’de sunuldu.

Tablo 1. Dişi ve erkek koyunlarda morfometrik ve stereolojik verilerin ortalama değerleri ve *t-testi* sonuçları.**Table 1.** The mean values of male and female sheep, morphometric and stereological data and *t-test* results.

	Cinsiyet	n	x	SD	t-değeri
Canlı Ağırlık (kg)	Dişi	20	52,35	4,510	-8,678 ^b
	Erkek	20	65,10	4,778	
Karkas ağırlığı (kg)	Dişi	20	27,17	2,280	-7,222 ^b
	Erkek	20	32,77	2,609	
Kafa ağırlığı (kg)	Dişi	20	2,74	0,351	-8,220 ^b
	Erkek	20	3,63	0,333	
Kafatası ağırlığı (gr)	Dişi	20	573,85	68,290	3,021 ^a
	Erkek	20	509,65	66,090	
Cranial hacim	Dişi	20	133,89	10,815	-0,485 ^{Ö.D.}
	Erkek	20	136,10	17,281	

^a: P<0,01; ^b: P<0,001; ^{Ö.D.}: Önemli değil (P>0,05).

İncelenen kafataslarından toplam 23 adet craniometrik ölçüm alındı. Bunlara ait ortalama değer ve standart sapma değerleri Tablo 2’de verildi.

Çalışmada craniometrik ölçümlerden yararlanılarak hesaplanan indeks değerlerine ait ortalama değer ve standart sapmaları ise, Tablo 3’de sunuldu.

Stereolojik yöntem kullanılarak hesaplanan cranial hacim ile diğer morfometrik veriler arasında hem dişi hem de erkek koyunlarda genel olarak istatistiki açıdan önemli korrelasyonlar bulunmadığı gözlemlendi. Morfometrik verilerin kendi aralarındaki ilişkisi değerlendirildiğinde hem dişi hem de erkek koyunlarda pozitif; yüksek korrelasyonlar tespit edildi (Tablo 4).

Morfometrik ve craniometrik ölçümler arasındaki korrelasyon analizi hem dişi hem de erkek hayvanlar için ayrı ayrı Tablo 5 ve 6’da sunuldu.

Tüm kafatasının değerlendirmesinde önem taşıyan M1, M2, M3, M22 ve M23 ölçümleri ile cranial hacim arasındaki korrelasyon analizi değerlendirildiğinde; hem dişi hem de erkek hayvanlarda kafatasının uzunluk değerleriyle (M1, M2, M3) cranial hacim arasında P<0,001 düzeyinde istatistiki açıdan önem taşıyan bir ilişki gözlenirken, genişlik değerleriyle (M22,

M23) cranial hacim arasındaki ilişkinin ise önemsiz olduğu tespit edildi.

Neurocranium’un değerlendirilmesiyle ilişkide olan M4, M6, M7, M8, M9, M18 ve M19 ölçümleriyle cranial hacim arasında erkek koyunlarda istatistiki açıdan önem taşıyan bir ilişki gözlenemezken, dişi koyunlarda cranial hacim ile sadece M4, M7 ve M19 değerleri arasındaki ilişkinin önem taşıdığı belirlendi.

Kafatasının facial bölümüyle ilgili değerlendirmelerde önem taşıyan craniometrik ölçümler (M5, M10, M11, M12, M20 ve M21) ile cranial hacim arasında M12 (dental uzunluk) hariç hem dişi hem de erkek hayvanlarda istatistiki açıdan önem taşıyan bir ilişkiye rastlanılmadı. Erkek hayvanlarda ise dental uzunluk (M12) ile cranial hacim arasında P<0,05 düzeyinde bir ilişki tespit edildi.

Occipital bölgenin değerlendirilmesinde önem taşıyan bu bölge ile ilgili ölçümler (M13, M14, M15, M16, M17) ile cranial hacim arasındaki ilişki, hem dişi hem de erkek hayvanlarda farklı düzeylerde öneme sahip olduğu gözlemlendi. Dişi hayvanlarda foramen magnum ölçümleriyle cranial hacim arasında istatistiki açıdan önem taşıyan bir korrelasyon (P<0,01) tespit edilirken, erkek hayvanlarda occipital üçgen ile ilgili craniometrik ölçümler (M14, M15) arasında istatistiki açıdan önem taşıyan bir ilişki olduğu saptandı.

Tablo 2. Dişi ve erkek koyunlarda craniometrik ölçümler.**Table 2.** Craniometric measurements in male and female sheeps.

Ölçümler	Cinsiyet	n	X	SD	t-değeri
M1	Dişi	20	263,33	10,312	6,441 ^c
	Erkek	20	244,40	8,146	
M2	Dişi	20	258,70	9,890	6,538 ^c
	Erkek	20	239,68	8,456	
M3	Dişi	20	240,62	9,710	6,553 ^c
	Erkek	20	222,09	8,103	
M4	Dişi	20	140,10	6,826	0,648 ^{Ö.D.}
	Erkek	20	138,98	3,706	
M5	Dişi	20	151,45	6,177	6,192 ^c
	Erkek	20	138,92	6,623	
M6	Dişi	20	140,05	8,712	3,098 ^b
	Erkek	20	133,36	4,161	
M7	Dişi	20	50,91	2,544	0,024 ^{Ö.D.}
	Erkek	20	50,89	3,042	
M8	Dişi	20	100,47	7,739	4,471 ^c
	Erkek	20	92,18	2,971	
M9	Dişi	20	99,57	5,076	-2,339 ^a
	Erkek	20	102,79	3,501	
M10	Dişi	20	95,18	5,827	2,132 ^a
	Erkek	20	91,20	5,977	
M11	Dişi	20	161,52	7,833	3,426 ^c
	Erkek	20	153,36	7,201	
M12	Dişi	20	141,19	6,755	9,447 ^c
	Erkek	20	123,31	5,101	
M13	Dişi	20	73,50	3,849	-3,882 ^c
	Erkek	20	77,65	2,847	
M14	Dişi	20	49,73	2,384	-6,823 ^c
	Erkek	20	54,77	2,287	
M15	Dişi	20	69,31	2,445	-4,449 ^c
	Erkek	20	72,83	2,570	
M16	Dişi	20	19,63	1,256	-0,521 ^{Ö.D.}
	Erkek	20	19,92	2,140	
M17	Dişi	20	19,34	1,163	1,409 ^{Ö.D.}
	Erkek	20	18,78	1,328	
M18	Dişi	20	40,91	3,791	-5,980 ^c
	Erkek	20	46,92	2,415	
M19	Dişi	20	68,59	2,724	3,578 ^c
	Erkek	20	65,82	2,154	
M20	Dişi	20	123,74	5,629	5,233 ^c
	Erkek	20	115,82	3,759	
M21	Dişi	20	82,78	4,524	7,957 ^c
	Erkek	20	73,18	2,944	
M22	Dişi	20	73,89	3,520	6,972 ^c
	Erkek	20	66,77	2,911	
M23	Dişi	20	106,35	5,563	2,587 ^a
	Erkek	20	102,64	3,168	

^a: P<0,05; ^b: P<0,01; ^c: P<0,001; ^{Ö.D.}: Önemli değil (P>0,05).

Tablo 3. Dişi ve erkek koyunlarda kafatası indeksleri.**Table 3.** Skull indexes in female and male sheep.

İndeks	Cinsiyet	n	x	SD	t-değeri
İ1	Dişi	20	46,99	1,065	-0,816 ^{Ö.D.}
	Erkek	20	47,44	2,211	
İ2	Dişi	20	40,39	1,553	-3,077 ^a
	Erkek	20	42,04	1,815	
İ3	Dişi	20	49,00	1,601	3,035 ^a
	Erkek	20	47,38	1,778	
İ4	Dişi	20	68,97	2,536	6,709 ^b
	Erkek	20	64,06	2,067	
İ5	Dişi	20	81,73	2,753	-1,361 ^{Ö.D.}
	Erkek	20	83,59	5,463	
İ6	Dişi	20	70,27	3,551	-2,941 ^a
	Erkek	20	74,07	4,558	

^a: P<0,01; ^b: P<0,001; ^{Ö.D.}: Önemli değil (P>0,05).

Tablo 4. Dişi ve erkek koyunlarda morfometrik verilerin korrelasyon analizi.**Table 4.** Correlation analysis of morphometric data in male and female sheep

Erkek ↓ Dişi →	Canlı Ağırlık	Karkas Ağırlığı	Kafa Ağırlığı	Kafatası Ağırlığı	Cranial Hacim
Canlı Ağırlık		0,9525***	0,9069***	0,5073*	0,2441 ^{Ö.D.}
Karkas Ağırlığı	0,9388***		0,8987***	0,5898**	0,2374 ^{Ö.D.}
Kafa Ağırlığı	0,7994***	0,8055***		0,5831**	0,2849 ^{Ö.D.}
Kafatası Ağırlığı	0,6366**	0,5798**	0,7805***		0,4436*
Cranial hacim	0,3193 ^{Ö.D.}	0,3830 ^{Ö.D.}	0,2906 ^{Ö.D.}	0,0573 ^{Ö.D.}	

*: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001; ^{Ö.D.}: Önemli değil (P>0,05).

Typolojik değerlendirmelerde önem taşıyan ve kafataslarının belli standartlar içerisinde değerlendirilmesine olanak tanıyan indeksler ile cranial hacim arasındaki ilişki değerlendirildiğinde; erkek koyunlarda İ3 dışındaki (İ3 ile pozitif) indekslerle negatif bir korrelasyon gözlenirken, dişi koyunlarda sadece İ2 indeksi ile arasındaki korrelasyonun negatif olduğu diğerleriyle ise pozitif bir korrelasyona sahip olduğu belirlendi. Ancak yine bu ilişkilerin genelde istatistikî olarak

önem taşımadıkları (dişilerde İ5, erkeklerde İ1 hariç) saptandı (Tablo 7, 8).

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, orta irilikte ve yaklaşık 65 cm omuz yüksekliğine sahip olan (Akçapınar, 1994) Kıvırcık koyunlarının bu cranial hacim değerleri, insanlarda uygulanan stereolojik nokta sayım tekniği ile (Majunath, 2002a ve 2002b; Mazonakis ve ark., 2004) hesaplanmış ve %1'den daha küçük bir hata katsayısı ile hesaplanmıştır. Elde edilen bu hata katsayısı

Bilgisayarlı Tomografi kesitleri üzerinde insanlarda yapılan total intracranial hacim

tahmini çalışmasındaki (%5) değerden daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Tablo 5. Dişi koyunlarda morfometrik ve craniometrik ölçümler arasındaki korrelasyon analizi.

Table 5. Correlation analysis between morphometric and craniometric measurements in female sheep.

Dişi	Canlı Ağırlık	Karkas Ağırlığı	Kafa Ağırlığı	Kafatası Ağırlığı	Cranial Hacim
M1	0,5305*	0,5837**	0,6195**	0,5436*	0,5522*
M2	0,5539*	0,6173**	0,6409**	0,5992**	0,5219*
M3	0,5187*	0,5791**	0,6006**	0,5611*	0,5086*
M4	0,3927 ^{Ö.D.}	0,5280**	0,4879*	0,5627*	0,4747*
M5	0,2861 ^{Ö.D.}	0,2724 ^{Ö.D.}	0,2669 ^{Ö.D.}	0,3218 ^{Ö.D.}	0,3734 ^{Ö.D.}
M6	0,3372 ^{Ö.D.}	0,4362 ^{Ö.D.}	0,4439*	0,4599*	0,4298 ^{Ö.D.}
M7	0,1502 ^{Ö.D.}	0,1423 ^{Ö.D.}	0,1769 ^{Ö.D.}	0,3608 ^{Ö.D.}	0,5869**
M8	0,2646 ^{Ö.D.}	0,3639 ^{Ö.D.}	0,3828 ^{Ö.D.}	0,3550 ^{Ö.D.}	0,2934 ^{Ö.D.}
M9	0,4049 ^{Ö.D.}	0,4738*	0,4516*	0,4460*	0,3102 ^{Ö.D.}
M10	0,2694 ^{Ö.D.}	0,2436 ^{Ö.D.}	0,3182 ^{Ö.D.}	0,1718 ^{Ö.D.}	0,1070 ^{Ö.D.}
M11	0,2907 ^{Ö.D.}	0,3779 ^{Ö.D.}	0,4101 ^{Ö.D.}	0,3999 ^{Ö.D.}	0,2821 ^{Ö.D.}
M12	0,5121*	0,6257**	0,6570**	0,5882**	0,3795 ^{Ö.D.}
M13	0,4872*	0,5123*	0,6159**	0,2757 ^{Ö.D.}	0,1371 ^{Ö.D.}
M14	0,3303 ^{Ö.D.}	0,4063 ^{Ö.D.}	0,4753*	0,3525 ^{Ö.D.}	0,2813 ^{Ö.D.}
M15	0,1818 ^{Ö.D.}	0,1690 ^{Ö.D.}	0,3138 ^{Ö.D.}	0,1633 ^{Ö.D.}	0,1579 ^{Ö.D.}
M16	0,1410 ^{Ö.D.}	0,1417 ^{Ö.D.}	0,2020 ^{Ö.D.}	0,4700*	0,5392*
M17	0,0247 ^{Ö.D.}	0,0667 ^{Ö.D.}	0,1688 ^{Ö.D.}	0,3188 ^{Ö.D.}	0,4628*
M18	0,4455*	0,4325 ^{Ö.D.}	0,4003 ^{Ö.D.}	0,4554*	0,2942 ^{Ö.D.}
M19	0,2801 ^{Ö.D.}	0,3039 ^{Ö.D.}	0,3221 ^{Ö.D.}	0,4669*	0,6215**
M20	0,5549*	0,5746**	0,5527*	0,4682*	0,6635**
M21	0,5641*	0,6481**	0,6740**	0,4873*	0,2415 ^{Ö.D.}
M22	0,6789**	0,7510***	0,7604***	0,4501*	0,1603 ^{Ö.D.}
M23	0,2214 ^{Ö.D.}	0,2629 ^{Ö.D.}	0,3407 ^{Ö.D.}	0,3232 ^{Ö.D.}	0,3839 ^{Ö.D.}

*: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001; ^{Ö.D.}: Önemli değil (P>0,05).

İri ırklar olarak değerlendirilen Alman ırkı koyunlarda cranial hacim tespitinde bitki tohumlarından yararlanılmış, bu uygulama sonucunda ortalama cranial hacim 122,15±19,308 ml olarak saptanmıştır (Saber, 1989). Kıvırcık ırkı koyunlara göre Alman ırkı koyunların daha iri olmasına rağmen elde edilen cranial hacim değeri görüldüğü üzere daha düşüktür. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, tarafsız veriler sunan ve güvenilir bir yöntem olan (Mazonakis ve ark.,

2004; Odacı ve ark., 2003; Şahin ve ark., 2003) stereolojik nokta sayım tekniğiyle elde edilen cranial hacim değerinin bilimsel olarak daha kabul edilebilir olduğunu düşünmekteyiz. Çünkü kafatası olarak daha iri yapıda olan (ortalama kafatası uzunluğu 332,15 mm) Alman ırkı koyunlarının (Saber, 1989) cranial hacminde daha büyük olması gerektiği ancak taraflı uygulamalar (bitki tohumu uygulaması) sonucunda elde edilen değerlerin stereolojik

veriler kadar güvenilir olmadığı ihtimalini akla getirmektedir.

Mısır yerli keçilerinde yapılan bir çalışmada (Saber, 1989) cranial hacim 95,84 ml olarak bulunmuş ve ortalama 277,15 mm kafatası uzunluğuna sahip bu hayvanlarda yine bitki tohumu yönteminden yararlanılmıştır. Aynı yöntem ile Malik ve ark. (1989) keçilerde cranial hacim ortalama 114,07 cc olarak tespit etmişlerdir. Uygulanan yöntemin tarafsız bir yöntem olmaması nedeniyle bu değerlerin koyunlarla karşılaştırılmasının ancak makro düzeyde kalacağına inanmaktayız.

Keçilerde cranial kapasite ile bazı craniometrik ölçümler arasında pozitif

korrelasyonlar gözlemlendiği bildirilmekle birlikte, koyunlarda aynı ilişkinin istatistiki olarak önem taşımadığı rapor edilmiştir (Saber, 1989). Çalışmamızda hem dişi hem de erkek koyunlarda tüm kafatasının genel değerlendirmesinde önem taşıyan kafatasının uzunluk değerleri (M1, M2, M3) ile cranial hacim arasında $P < 0,001$ düzeyinde istatistiki olarak önemli korrelasyonlar gözlemlendi. Genişlik değerleriyle (M22, M23) arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu saptandı. Yapılan bu çalışmada genel olarak ilişki kafatasının genişlikten ziyade uzunluk ölçümleriyle arasında bulunmaktaydı.

Tablo 6. Erkek koyunlarda morfometrik ve craniometrik ölçümler arasındaki korrelasyon analizi

Table 6. Correlation analysis between morphometric and craniometric measurements in male sheep

Erkek	Canlı Ağırlık	Karkas Ağırlığı	Kafa Ağırlığı	Kafatası Ağırlığı	Cranial Hacim
M1	0,7150***	0,7352***	0,8469***	0,5498*	0,4846*
M2	0,7211***	0,7185***	0,8450***	0,5275*	0,5207*
M3	0,7260***	0,7365***	0,8571***	0,5498*	0,4647*
M4	0,3923 ^{Ö.D.}	0,3756 ^{Ö.D.}	0,6163**	0,3934 ^{Ö.D.}	0,2770 ^{Ö.D.}
M5	0,5726**	0,6484**	0,6067**	0,2838 ^{Ö.D.}	0,2633 ^{Ö.D.}
M6	0,4734*	0,4995*	0,6837**	0,4921*	0,4334 ^{Ö.D.}
M7	0,4222 ^{Ö.D.}	0,4464*	0,5439*	0,2827 ^{Ö.D.}	0,2343 ^{Ö.D.}
M8	0,2751 ^{Ö.D.}	0,2996 ^{Ö.D.}	0,4324 ^{Ö.D.}	0,3251 ^{Ö.D.}	0,3431 ^{Ö.D.}
M9	0,5813**	0,6146**	0,5978**	0,4627*	0,3091 ^{Ö.D.}
M10	0,3687 ^{Ö.D.}	0,5478*	0,4341 ^{Ö.D.}	0,2154 ^{Ö.D.}	0,1524 ^{Ö.D.}
M11	0,6544**	0,6687**	0,6264**	0,3184 ^{Ö.D.}	0,2951 ^{Ö.D.}
M12	0,5174*	0,5898**	0,5681**	0,2017 ^{Ö.D.}	0,4457*
M13	0,6604**	0,6494**	0,7806***	0,6380**	0,2901 ^{Ö.D.}
M14	0,4474*	0,4972*	0,4816*	0,2186 ^{Ö.D.}	0,6005**
M15	0,5130*	0,5100*	0,4660*	0,1070 ^{Ö.D.}	0,4823*
M16	0,0609 ^{Ö.D.}	0,1300 ^{Ö.D.}	0,1720 ^{Ö.D.}	0,1075 ^{Ö.D.}	0,1745 ^{Ö.D.}
M17	0,3202 ^{Ö.D.}	0,2227 ^{Ö.D.}	0,3768 ^{Ö.D.}	0,3033 ^{Ö.D.}	0,1826 ^{Ö.D.}
M18	0,1847 ^{Ö.D.}	0,1007 ^{Ö.D.}	0,1642 ^{Ö.D.}	0,0338 ^{Ö.D.}	0,1888 ^{Ö.D.}
M19	0,2956 ^{Ö.D.}	0,4164 ^{Ö.D.}	0,4765*	0,4516*	0,3234 ^{Ö.D.}
M20	0,1531 ^{Ö.D.}	0,0395 ^{Ö.D.}	0,1811 ^{Ö.D.}	0,4320 ^{Ö.D.}	-0,2186 ^{Ö.D.}
M21	0,5213*	0,4234 ^{Ö.D.}	0,6281**	0,6496**	0,2864 ^{Ö.D.}
M22	0,5048*	0,4370 ^{Ö.D.}	0,5642**	0,5355*	0,3730 ^{Ö.D.}
M23	-0,0019 ^{Ö.D.}	0,0039 ^{Ö.D.}	0,3595 ^{Ö.D.}	0,2888 ^{Ö.D.}	-0,0177 ^{Ö.D.}

*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; ^{Ö.D.}: Önemli değil ($P > 0,05$).

Tablo 7. Dişi koyunlarda morfometrik değerlerle kafatası indeksleri arasındaki korrelasyon analizi.**Table 7.** Correlation analysis between morphometric values and skull index in female sheep.

Dişi	İ1	İ2	İ3	İ4	İ5	İ6
Canlı Ağırlık	0,1945 ^{Ö.D.}	-0,2373 ^{Ö.D.}	-0,2396 ^{Ö.D.}	-0,2736 ^{Ö.D.}	0,4265 ^{Ö.D.}	0,0152 ^{Ö.D.}
Karkas Ağırlığı	0,1452 ^{Ö.D.}	-0,2360 ^{Ö.D.}	-0,4078 ^{Ö.D.}	-0,3410 ^{Ö.D.}	0,4712 *	0,0748 ^{Ö.D.}
Kafa Ağırlığı	0,0434 ^{Ö.D.}	-0,1688 ^{Ö.D.}	-0,3309 ^{Ö.D.}	-0,2923 ^{Ö.D.}	0,4460 *	0,1557 ^{Ö.D.}
Kafatası Ağırlığı	0,0075 ^{Ö.D.}	-0,1103 ^{Ö.D.}	-0,2724 ^{Ö.D.}	-0,1248 ^{Ö.D.}	0,2707 ^{Ö.D.}	0,0983 ^{Ö.D.}
Cranial hacim	0,3838 ^{Ö.D.}	-0,0336 ^{Ö.D.}	0,0422 ^{Ö.D.}	0,2215 ^{Ö.D.}	0,4533 *	0,1042 ^{Ö.D.}

*: $P < 0,05$; ^{Ö.D.}: Önemli değil ($P > 0,05$).

Tablo 8. Erkek koyunlarda morfometrik değerlerle kafatası indeksleri arasındaki korrelasyon analizi.**Table 8.** Correlation analysis between morphometric values and skull index in male sheep.

Erkek	İ1	İ2	İ3	İ4	İ5	İ6
Canlı Ağırlık	-0,3867 ^{Ö.D.}	-0,5436*	-0,0269 ^{Ö.D.}	-0,3200 ^{Ö.D.}	-0,3288 ^{Ö.D.}	-0,4387 ^{Ö.D.}
Karkas Ağırlığı	-0,4823*	-0,5536*	0,0910 ^{Ö.D.}	-0,2340 ^{Ö.D.}	-0,4433 ^{Ö.D.}	-0,4927 *
Kafa Ağırlığı	-0,4566*	-0,3811 ^{Ö.D.}	-0,0331 ^{Ö.D.}	-0,1548 ^{Ö.D.}	-0,3387 ^{Ö.D.}	-0,2821 ^{Ö.D.}
Kafatası Ağırlığı	-0,0787 ^{Ö.D.}	-0,2099 ^{Ö.D.}	0,1035 ^{Ö.D.}	-0,0389 ^{Ö.D.}	0,0162 ^{Ö.D.}	-0,0715 ^{Ö.D.}
Cranial hacim	-0,4894*	-0,3749 ^{Ö.D.}	0,0817 ^{Ö.D.}	-0,0030 ^{Ö.D.}	-0,3028 ^{Ö.D.}	-0,2166 ^{Ö.D.}

*: $P < 0,05$; ^{Ö.D.}: Önemli değil ($P > 0,05$).

İncelenen hayvanların boynuzlu bireylere ait olması (özellikle erkeklerin) tüm kafatasının genel değerlendirilmesi ilişkisinde üzerinde durulması gerektiğine inanıyoruz. Özellikle kafa ve kafatası ağırlığının boynuzlu hayvanlarda daha fazla olacağı göz önüne alınır, morfometrik verilerle cranial hacim arasındaki ilişkide dikkat edilmesi gereken bir durum olacağı düşüncesindeyiz.

Yapılan çalışmada neurocranium'un genel değerlendirilmesinde önem taşıyan M4, M6, M7, M8, M9, M18 ve M19 ölçümleriyle cranial hacim arasında erkek koyunlarda istatistiki açıdan önem taşıyan bir ilişki gözlenmemesi, ancak dişi koyunlarda cranial hacim ile sadece M4, M7 ve M19 değerleri arasındaki ilişkinin önem taşıması, kafatasının bu bölümünün dış görünüşü (boynuz veya boynuzsuz) ile ilgili olduğu kanısını uyandırmaktaydı. Kafatası ağırlığı ile cranial hacim arasında dişi

koyunlarda gözlenen istatistiki olarak anlamlı ilişkinin de bundan kaynaklanmış olma ihtimalini güçlendirmekteydi.

Keçilerdeki (Saber, 1989) bulgulara benzer olarak develerde de bazı craniometrik ölçümlerle (kafatası genişliği, uzunluğu, taban uzunluğu, ağırlığı ve cranial uzunluk gibi) cranial kapasite arasında pozitif yüksek bir ilişkinin olduğu bildirilmiş, özellikle de neurocranium kısmıyla cranial kapasite arasında yakın bir ilişkiden bahsedilmiştir (Sandhu ve Dhingra, 1986). Bu ilişki içerisinde kafatası indeksi ile cranial hacim arasında negatif bir ilişkiden söz edilmiştir. Yapılan çalışmada da hem dişi hem de erkek koyunlarda, cranial hacim ile İ2 indeksi arasında negatif bir korrelasyonun bulunduğu ancak bunun istatistiki olarak önem taşımadığı belirlendi.

Stereolojik kesit alınmasındaki kolaylığı ile Bilgisayarlı Tomografi cranial hacim hesaplanmasında özellikle köpeklerde yaygın olarak kullanılmıştır (Regedon ve ark., 1991a ve 1991b; Regedon ve ark., 1992; Robina ve ark., 1991). Tomodensitometrik olarak bu hayvanlarda cranial hacim hesaplamaları yapılmış ve %99,99 oranında cinsiyet ayrımında kullanılabilirliği vurgulanmıştır. Yapılan çalışmada ise hem dişi hem de erkek kıvrıkcık koyunlarında elde edilen cranial hacim değerleri arasındaki farkın istatistiki olarak önem taşımadığı belirlendi. Köpeklerde cranial hacim değerlerinin seksüel dimorfizm açısından önem taşımaya rağmen bunun kıvrıkcık koyunlarında önemli olmadığı görülmektedir.

Cerebral atrofi'yi belirlemek amacıyla beyin hacmi ile cranial boşluk hacmi ilişkisinin değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Reifinger, 1997). Gelişim anomalilerinin değerlendirilmesi yanında neurodegeneratif hastalıklarda, hastalık gelişiminden önceki boyut ile hastalık gelişiminden sonraki boyut karşılaştırmalarının yapılmasında stereolojik yöntemle hacim hesaplanmasının yararlılığından bahsedilmiştir (Mazonakis ve ark., 2004). Sonuç olarak yapılan çalışmada, kıvrıkcık ırkı koyunlarda elde edilen cranial hacim değerleri sağlıklı ve neurolojik olarak herhangi bir hastalık belirtisi göstermeyen hayvanlardan alınmış olması nedeniyle, beyin hacmi ve cranial hacim ilişkisi üzerindeki çalışmalarda referans veri olarak değer göreceğini düşünmekteyiz. Aynı zamanda tarafsız bir yöntemle (Mazonakis ve ark., 2004; Odacı ve ark., 2003; Şahin ve ark., 2003) sağlıklı hayvanlardan elde edilen bu değerlerin koyun ırklarının karşılaştırmasında da yararlanılacağına inanmaktayız.

KAYNAKLAR

- Akçapmar, H., 1994.** Koyun Yetiştiriciliği. Medisan Yayınevi, Ankara.
- Arencibia, A., Vazquez, J.M., Ramirez-Gonzalez, J.A., Moreno, F., Gil, F., Latorre, R., Ramirez-Zarzosa, G., Sandoval, J.A., Sosa-Perez, Y.C., 1997.** Correlacion anatomoradiologica de la cabeza an la Cabra de raza Canaria (*Capra hircus L.*). Anatomia Histologia Embryologia - Journal of Veterinary Medicine Series C-Zentralblatt für Veterinarmedizin Reihe C 26, 165-172.
- Clatterbuck, R.E., Sipos, E.P., 1997.** The efficient calculation of neurosurgically relevant volumes from computed tomographic scans using Cavalieri's direct estimator. Neurosurgery 40 (2), 339-343.
- Hoefs, M., 2000.** The thermoregulatory potential of ovis cores. Canadian Journal of Zoology 78 (8), 1419-1426.
- Howard, M.A., Roberts, N., Garcia-Finana, M., Cowell, P.E., 2003.** Volume estimation of prefrontal cortical subfields using MRI and stereology. Brain Research Protocols 10 (3), 125-138.
- Majunath, K.Y., 2002a.** Estimation of cranial volume in dissecting room cadavers. Journal of the Anatomical Society of India 51, 168-172.
- Majunath, K.Y., 2002b.** Estimation of cranial volume-an overview of methodologies. Journal of the Anatomical Society of India 51, 85-91.
- Malik, M.R., Taluja, J.S., Roa, K.C., Shrivastava, A.M., 1989.** Skull parameters as an index to endocranial volume in goat. Indian Journal of Animal Science 59 (6), 669-671.
- Mayhew, T.M., Olsen, D.R., 1991.** Magnetic resonance imaging (MRI) and model - free estimates of brain volume determined using the Cavalieri principle. Journal of Anatomy 178, 133-144.
- Mazonakis, M., Damilakis, J., Varveris, H., 1998.** Bladder and rectum volume estimations using CT and stereology. Computerized Medical Imaging and Graphics 22, 195-201.
- Mazonakis, M., Karampekios, S., Damilakis, J., Voloudaki, A., Gourtsoyiannis, N., 2004.** Stereological estimation of total intracranial volume on CT images. European Radiology 14, 1285-1290.
- Nishida, T., Hayashi, Y., Lee, C.S., Cho, Y.J., Hashiguchi, T., Moghizuki, K., 1983.** Measurements of the skull of Native Cattle in Korea. Japanese Journal of Veterinary Science 45 (4), 537-541.
- Odacı, E., Şahin, B., Sönmez, O.F., Kaplan, S., Baş, O., Bilgiç, S., Bek, Y., Ergür, H., 2003.** Rapid estimation of the vertebral body volume: A combination of the Cavalieri principle and computed tomography images. European Journal of Radiology 48, 316-326.
- Onar, V., 1999.** A morphometric study on the skull of the German shepherd dog (Alsatian). Anatomia, Histologia, Embryologia 28, 253-256.

- Onar, V., Güneş, H., 2003.** On the variability of the skull shape of German Shepherd (Alsatian) puppies. *The Anatomical Record A* 272, 460-466.
- Rao, G.S., 1967.** Cranial capacity of the adult bovine skull. *Journal of the Anatomical Society of India* 16, 121-127.
- Regedon, S., Franco, A., Garin, J.M., Robina, A., Lignereux, Y., 1991a.** Computerized tomographic determination of the cranial volume of the dog applied to racial and sexual differentiation. *Acta Anatomica* 142, 347-350.
- Regedon, S., Franco, A., Lignereux, Y., Garin, J., Martin, A., 1992.** Le volume crânien chez le Pékinois recherche Tomodensitométrique, différence liée au sexe. *Revue de Medecine Veterinaire* 143, 745-748.
- Regedon, S., Lignereux, Y., Garin, J.M., Martin, A., Robina, A., 1991b.** Volumétrie crânienne chez le Pointer. *Revue de Medecine Veterinaire* 142, 907-910.
- Reifinger, M., 1997.** Volumetrische untersuchungen zur senilen Hirninvolution beim Hund. *Anatomia, Histologia, Embryologia* 26, 141-146.
- Roberts, N., Cruz-Orive, L.M., Reid, N.M.K., Brodie, D.A., Bourne, M., Edwards, R.H.T., 1993.** Unbiased estimation of human body composition by the Cavalieri method using magnetic resonance imaging. *Journal of Microscopy* 171, 239-253.
- Robina, A., Regedon, S., Guillen, M.T., Lignereux, Y., 1991.** Utilization of computerized tomography for the determination of the volume of the cranial cavity of the Galgo hound. *Acta Anatomica* 140, 108-111.
- Rosen, G.D., Harry, J.D., 1990.** Brain volume estimation from serial section measurements: a comparison of methodologies. *Journal of Neuroscience Methods* 35 (2), 115-124.
- Saber, A.S., 1989.** Cranial capacity of the sheep and goat. *Assiut Veterinary Medical Journal* 21 (42), 1-6.
- Sandhu, P.S., Dhingra, L.D., 1986.** Cranial capacity of Indian Camel. *Indian Journal of Animal Sciences* 56 (8), 870-872.
- Şahin, B., Aslan, H., Ünal, B., Canan, S., Bilgiç, S., Kaplan, S., Tümkaya, L., 2001.** Brain volumes of the lamb, rat and bird do not show hemispheric asymmetry: A stereological study. *Image Analysis and Stereology* 20, 9-13.
- Şahin, B., Emirzeoğlu, M., Uzun, A., İncesu, L., Bek, Y., Bilgiç, S., Kaplan, S., 2003.** Unbiased estimation of the liver volume by the Cavalieri principle using magnetic resonance images. *European Journal of Radiology* 47 (2), 164-170.
- Teria, S., Endo, H., Rerkamnuaychoke, W., Hondo, E., Agungpryono, S., Kitamura, N., Kurohmaru, M., Kimura, J., Hayashi, Y., Nishida, T., Yamada, J., 1998.** An osteometrical study of cranium and mandible of Lesser Mouse Deer (Chevrotain), *Tragulus javanicus*. *Journal of Veterinary Medical Science* 60, 1097-1105.
- Wehausen, J.D., Roy Ramey, I.I.R., 2000.** Cranial morphometric and evolutionary relationships in the northern range of *Ovis Canadensis*. *Journal of Mammalogy* 81 (1), 145-161.