

## Van kedilerinde total beyin hacminin bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak hesaplanması

Osman Yılmaz<sup>1\*</sup>, Taylan Tugrul<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Van, Türkiye  
<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Van, Türkiye

\*Corresponding author : osman\_40\_5@hotmail.com  
Orcid No: 0000-0003-2013-9213

Received : 26/07/2019  
Accepted : 26/08/2019

**Özet:** Canlıların beyindeki hacimsel değişikliklerin klinik teşhis ve tedavide oldukça önemli bir yeri vardır. Bu çalışmada, Van Gölü ve çevresinde yetişen, yetişkin Van kedilerinin bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak, total beyin hacim değerlerinin hesaplanması ve bu değerlerin cinsiyetler arasındaki farklılıklarının belirlenmesi amaçlandı. Çalışmada 10 erkek, 10 dişi olmak üzere toplam 20 adet erişkin Van kedisi kullanıldı. Hayvanlar ketamin- xylazin kombinasyonu ile anesteziye alındı. Anestezi altındaki hayvanlar bilgisayarlı tomografi ile taranarak görüntüleri elde edildi. Elde edilen görüntülerden Prowess Panther Treatment Planning System V5.01 programı kullanılarak hayvanların total vücut hacimleri ve total beyin hacimleri ölçüldü. İncelenen ölçüm değerlerinin cinsiyetler arasındaki farklılıklarını tespit etmek için istatistiki olarak analizi yapıldı. Buna göre, Ağırlık (A), Total Vücut Hacmi (TVH) ve Total Beyin Hacmi (TBH) ölçüm değerlerinin erkek kedilerde dişi kedilere göre daha yüksek olduğu saptandı. Bu farkların istatistiki olarak önemli düzeyde olduğu görüldü ( $p<0.05$ ). Bununla birlikte, Total Hacim oranı (THO) bakımından ise, cinsiyetler arasında istatistik olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ( $p<0,05$ ). Bu ölçüm değerinin dişi kedilerde, erkek kedilere göre daha fazla olduğu belirlendi. Sonuç olarak, Van kedilerinde total beyin hacminin ölçüm değerlerinin istatistiksel olarak erkek ve dişiler arasındaki farklılıkları tespit edildi. Çalışmanın bu hayvanlarda beyin atrofisi başta olmak üzere, çeşitli nöroanatomik ve nörodegeneratif hastalıkların değerlendirilmesi açısından önemli olduğu görüşüdeyiz.

**Anahtar kelimeler:** Beyin hacmi, Bilgisayarlı tomografi, Van kedisi

### *Evaluation of total brain volume by using computed tomography images in the Van cats*

**Abstract:** Volumetric changes in the brain of living beings have a very important place in clinical diagnosis and treatment. In this study, it was aimed to determine the total brain volume values by using computed tomography images of adult Van Cats, growing around and Lake Van, and to determine the differences between these values in both genders. A total 20 adult Van Cats, 10 male and 10 female, were used in the study. Animals were anesthetized with ketamine-xylazine combination. Anesthetized animals were scanned by computed tomography, and images were obtained. Then, total body volumes and total brain volumes of the cats were measured from these images by using the Prowess Panther Treatment Planning System V5.01 program. Subsequently, these measured values were analyzed statistically in order to determine the differences between the genders. According to this, Weight (W), Total Body Volume (TBV), and Total Brain Volume (TBV) measurement values were found to be higher in male cats than female cats. These differences were observed to be statistically significant ( $p < 0.05$ ). In addition, there was a statistically significant difference between the sexes in terms of the Total Volume Ratio (TVR) measurement value ( $p < 0.05$ ). However, it was observed that these measurement value was higher in female cats than in male cats. In conclusion, the biometric values of total brain volume have been determined to be statistically different between male and female cats. We believe that this study, especially atrophy of the brain, is important for the evaluation of various neuroanatomical and neurodegenerative diseases in Van Cats.

**Keywords:** Brain volume, Computerized tomography, Van cat.

© EJBCS. All rights reserved.

### 1. Giriş

Türkiye’de Van Gölü ve çevresinde yetişen Van kedisi, bölgenin önemli bir kültürel zenginlik kaynağıdır. Son yıllarda fiziksel özelliklerinden dolayı oldukça büyük bir ilgi toplayan bu kediler, üçgen şeklinde baş, küçük burun, yuvarlak yüz, dik kulak, uzun vücut ve bol tüylü kuyruk

yapısı, farklı göz rengi (her iki gözü sarı veya mavi olabileceği gibi, bir gözü sarı diğer gözü mavi renkte olabilir), vücutlarında değişik boylarda ve genellikle fildişi renginde yumuşak tüyler bulundurması, yüzmeyi sevmesi, temizliği, üstün öğrenme yeteneği ve zekiliğiyle bilinmektedir (Odabaşoğlu ve Ateş, 2000).

Son yıllarda bilgisayar destekli öğrenme alanlarındaki teknolojik gelişmeler, çeşitli yazılım programları ve üç boyutlu modellemeler sayesinde birçok anatomik yapının özelliklerinin belirlenmesinde önemli kolaylıklar meydana getirmiştir (Brenton ve ark., 2007). Özellikle küçük hayvanlarda bilgisayarlı tomografi ve üç boyutlu modelleme programları, beyin, beyindeki anatomik yapılar ve meydana gelen değişikliklerin görüntülenmesinde standart bir görüntüleme yöntemi olarak kullanılmaktadır (Ohlerth ve Scharf, 2007). Bununla birlikte, günümüzde beyin hacmi de bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme gibi medikal görüntüleme yöntemleri ve birçok yazılım programları sayesinde oldukça hızlı bir şekilde değerlendirilmektedir. Beyin hacmi, birçok hastalığın tanısı, teşhis ve tedavi etkinliklerinin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Kurtoğlu, 2013). Yapılan çalışmalarda otizim, şizofreni, epilepsi, alzheimer, multiple skleroz, hiperaktivite bozukluğu gibi birçok nörodegeneratif hastalıkta beyin hacimlerinde önemli değişiklikler olduğu bildirilmiştir (Acer ve ark., 2013; Ömerli ve ark., 2013).

Bilgisayarlı Tomografi görüntülerinden beyin hacmini tahmin etmede birçok manuel, yarı otomatik ve otomatik yöntemler bulunmaktadır. Manuel yöntemde beyin hacminin hesaplanması için nokta sayımı ve dilimleme prensibini temel alan stereoloji yöntemi kullanılırken; otomatik veya yarı otomatik teknikteki hacim hesaplamalarında ise, ilgili anatomik yapıdaki noktaların manuel olarak işaretlenmesi ile yoğunluk ve eşik esaslı görüntü segmentasyonunun sağlanmasını temel alan birçok yazılım programı sayesinde gerçekleştirilmektedir (Creasey ve ark., 1986; McEvoy, 2007; Acer ve ark., 2008; Acer ve ark., 2009; Kurtoğlu, 2013).

Yapılan literatür araştırmalarında Van kedilerinde beyin hacmi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, yetişkin Van kedilerinin bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak, total beyin hacim değerlerinin hesaplanması ve bu değerlerin cinsiyetler arasındaki farklılıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışmanın, Van kedilerinin anatomik özelliklerinin ortaya çıkarılması açısından önemli olduğu görülmüştür.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Deneysel Hayvanları

Araştırmada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Kedisi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden temin edilen 4 ile 6 yaşları arasında, 3100 - 6000 gr ağırlığında 10 erkek, 10 dişi olmak üzere toplam 20 adet yetişkin Van kedisi kullanıldı. Belirlenen Van kedilerine çalışmadan bir gün öncesine kadar ad libitum olarak içme suyu ve standart kedi yemi verildi.

### 2.2. Anestezi

Çalışmaya dahil edilen Van kedileri numaralandırılarak bir gün öncesinden aç bırakıldı. Tetkik yapılacağı gün kedilerin anestezi için Ketamine (15 mg/kg, IM, Ketazol® %10 enjektabl, İnterhas Veteriner İlaçları, Ankara) ile Xylazine (1-2 mg/kg, IM, Alfazyne® %2 enjektabl, Ege - Vet Veteriner İlaçları, İzmir) kombinasyonu kullanıldı.

### 2.3. Bilgisayarlı Tomografi ile görüntüleme

Kedilerin Bilgisayarlı Tomografi (BT) tetkikleri için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda mevcut 16 kesitli çok sıralı bilgisayarlı tomografi (BT) cihazı (Somatom Sensation 16; Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany) kullanıldı. Gantry içerisine serilen "disposable" örtü üzerine anestezi altındaki kediler "head first" olacak şekilde prone pozisyonunda simetrik olarak yerleştirildi. Çekim sırasında BT cihazı parametreleri; KV / Effective mAs / Rotation time (sec) değerleri 120 / 120 / 0.75; gantry rotation period 420 ms; fiziksel dedektör collimation, 16 × 0.6 mm; kesit kalınlığı, 0,75 mm; final section collimation 32 × 0.63 mm; feed/rotation, 6 mm; Kernel, U90u; increment 0.5 mm; resolution 512 × 512 olacak şekilde belirlendi. BT uygulama dozlarının parametreleri ve yapılan taramalar, standart protokoller ve literatür esas alınarak gerçekleştirildi (Prokop, 2003; Kalra ve ark., 2004). Elde edilen axial imajlar Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) formatında işlenmek üzere iş istasyonuna (Prowess Panther Treatment Planning System V5.01) aktarıldı.

### 2.4. Görüntülerden Volümetrik Ölçümlerinin Alınması

Elde edilen görüntülerden beyine ait volüm ölçümlerini yapabilmek amacıyla, iş istasyonu üzerinde aksiyel görüntülerden her bir yapı için, beyin görüntüsünün girdiği tüm kesitler çizildi. Çizilen konturları iş istasyonunda bulunan Prowess Panther Treatment Planning System V5.01 software kapsamındaki volüm aplikasyonu aracılığıyla birleştirilerek volümetrik ölçümler elde edildi (Şekil 1).

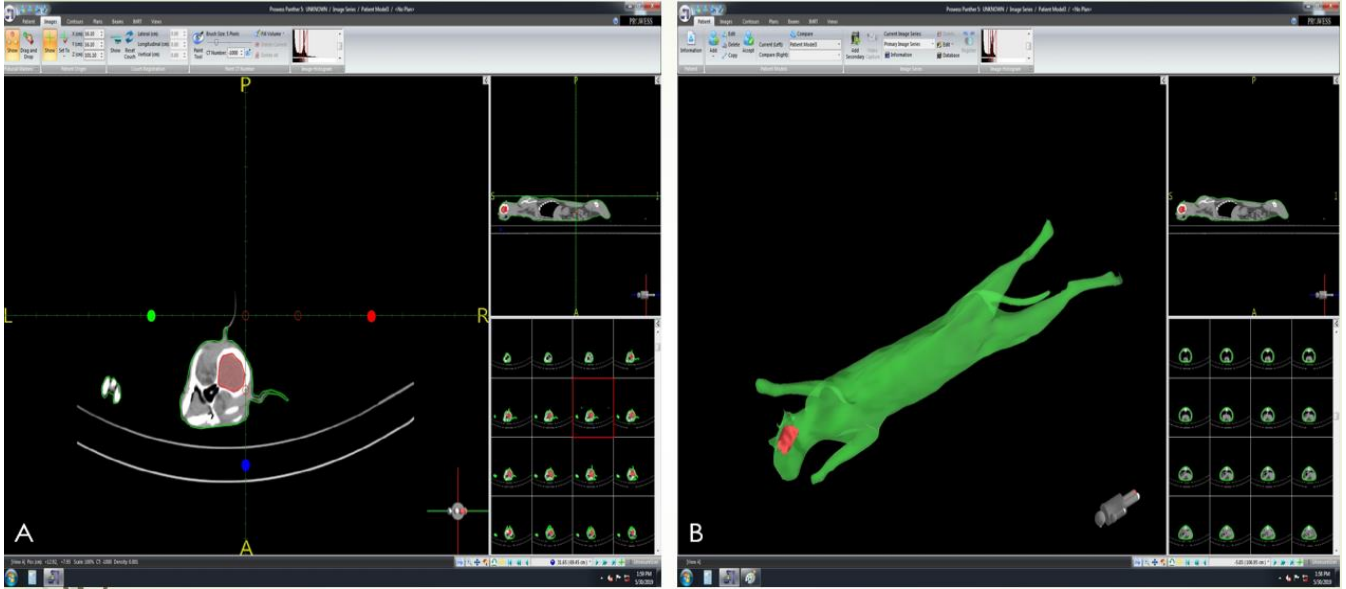
Bu kapsamda alınan ölçüm değerleri ve kısaltmaları şu şekilde belirlendi:

Yaş	Y
Ağırlık	A
Total Vücut Hacmi	TVH
Total Beyin Hacmi	TBH
Total Hacim Oranı = Total Beyin Hacmi/ Total Vücut Hacmi*100	THO

Çalışmada terminolojik terimler için Nomina Anatomica Veterinaria (Nomina Anatomica Veterinaria, 2017) esas alındı. Ayrıca çalışmada kullanılan kedilerin kilo ölçümleri için digital terazi (TESS®, RP-LCD, Çomak Terazi, İstanbul) kullanıldı.

### 2.5. İstatistik Analiz

Çalışmamızdaki sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler; Medyan, Ortalama, Standart Sapma, Minimum ve Maksimum değerler olarak ifade edildi. Sürekli değişkenler bakımından cinsiyete göre karşılaştırmada Mann-Whitney U testi yapıldı. Bu ölçümler arasındaki ilişkiyi belirlemede Spearman's korelasyon katsayıları hesaplandı. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi %1 ve %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için SPSS (IBM SPSS for Windows, Ver.21) istatistik paket programı kullanıldı.



**Şekil 1.** ProWess Panther Treatment Planning System V5.01 yazılım programı kullanılarak axial görüntülerden (A), üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsü (B) elde edilerek TBH ve TVH ölçümlerinin alınması işlemi.

### 3. Bulgular

Bilgisayarlı tomografi görüntülerinden ProWess Panther Treatment Planning System V5.01 yazılım Programı ile elde edilen volümetrik ölçüm değerleri sürekli değişkenler bakımından erkek ve dişilerdeki grup ortalamaları ve

cinsiyetler arasındaki farklılıkları tespit etmek için istatistiki olarak analizi yapıldı. İstatistik sonuçlarına bakıldığında bu ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ( $p < 0,05$ ) kaydedildi. Değerlendirilen ölçüm değerleri Tablo 1-2'de ve Şekil 1'de sunuldu.

**Tablo 1.** Cinsiyete göre volümetrik ölçüm değerleri

	Cinsiyet	Median	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	*p.
Y (yıl)	Erkek	4,50	4,60	,70	4,00	6,00	,702
	Dişi	4,00	4,50	,71	4,00	6,00	
A (gr)	Erkek	5000,00	5020,00	569,21	4100,00	6000,00	,001
	Dişi	3350,00	3530,00	454,73	3100,00	4300,00	
TVH (cm <sup>3</sup> )	Erkek	4337,60	4361,96	574,16	3344,30	5385,00	,001
	Dişi	2986,05	3004,92	338,72	2522,40	3642,80	
TBH (cm <sup>3</sup> )	Erkek	23,05	23,26	1,80	20,90	26,60	,002
	Dişi	20,65	20,72	1,71	18,10	23,10	
THO (cm <sup>3</sup> )	Erkek	,53	,54	,10	,41	,80	,002
	Dişi	,69	,69	,07	,58	,80	

\* Mann-Whitney U testi sonuçları;  $p < 0,05$  olanlar istatistik olarak anlamlı (önemli) bulunmuştur.

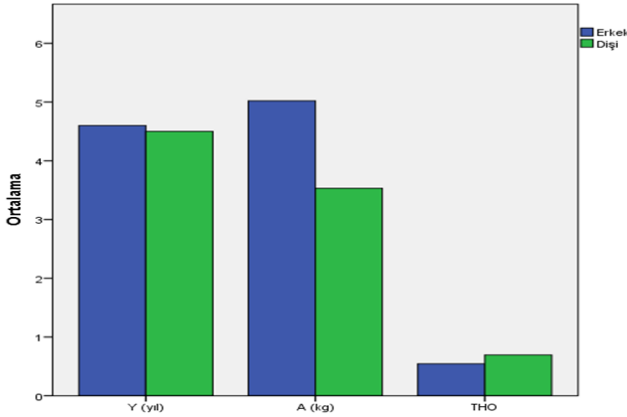
Cinsiyete göre beynin volümetrik ölçüm değerleri tablo 1'de verildi. Buna göre, Ağırlık (A), Total Vücut Hacmi (TVH) ve Total Beyin Hacmi (TBH) ölçüm değerlerinin erkek kedilerde dişi kedilere göre daha yüksek olduğu saptandı. Bu farkların istatistik olarak önemli düzeyde olduğu görüldü ( $p < 0,05$ ). Bununla birlikte, Total Hacim oranı (THO) bakımından ise, cinsiyetler arasında istatistik olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Bu ölçüm değerinin dişi kedilerde, erkek kedilere göre daha fazla olduğu belirlendi. Tablo 2'de erkek ve dişilerde ayrı ayrı olmak üzere, "ölçümler arası korelasyon katsayıları"

verildi. Buna göre bakıldığında; erkek kedilerde; TVH ile Ağırlık arasında istatistik olarak anlamlı (önemli) bir ilişki gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Başka bir ifadeyle, ağırlık arttıkça TVH de artış göstermektedir ve bu artışın derecesi %98,8'dir. Benzer şekilde, THO ile TVH ve Ağırlık arasında da anlamlı ( $p < 0,05$ ) ve negatif bir ilişki saptandı. Dişilerde ise, THO ile TVH arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Başka bir ifadeyle, TVH arttıkça THO azalmıştır bu azalışın derecesi %68,5'tir. Bunların aksine diğer ölçümler arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmedi ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 2.** Cinsiyete göre volümetrik ölçüm değerleri arasındaki ilişki

	Erkek				Dişi			
	Yaş	A (gr)	TVH (cm <sup>3</sup> )	TBH (cm <sup>3</sup> )	Yaş	A (gr)	TVH (cm <sup>3</sup> )	TBH (cm <sup>3</sup> )
A (gr)	r ,014				-,479			
TVH (cm <sup>3</sup> )	r -,080	,988**			,298	,379		
TBH (cm <sup>3</sup> )	r ,386	-,012	-,024		,160	,086	,455	
THO (cm <sup>3</sup> )	r ,147	-,791**	-,818**	,498	-,090	-,355	-,685*	,224

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; r: Spearman korelasyon katsayısı



**Şekil 2.** Cinsiyete göre Yaş, Ağırlık ve Total Hacim Oranı ölçümlerinin dağılımı.

Şekil 2’de yaş, ağırlık ve THO ölçüm değerlerinin cinsiyete göre dağılımı verilmiştir. Buna göre, yaş ve ağırlık ölçüm değerlerinin erkek kedilerde, THO ölçüm değerlerinin ise dişi kedilerde daha yüksek olduğu gözlemlendi.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Klinikte hastalıkların teşhisi, takibi, tedavi planlaması, tedavi etkinliklerinin değerlendirilmesi, bir takım operatif uygulamaların takibi gibi konularda ilgili anatomik yapıların hacminin bilinmesine sıklıkla ihtiyaç duyulmaktadır (Chia ve Baddeley, 2000; Sahin ve ark., 2003; Akalan ve Demirkan, 2013). Bununla birlikte, beyin gibi kompleks yapıdaki organların hacimlerinin tahmin edilmesinde fiziksel muayene ile yeterli bilgi elde edilemediği durumlarda röntgen, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme gibi birçok medikal görüntüleme yöntemlerine başvurulur, bu görüntüleme yöntemleri ve kullanılan üç boyutlu modelleme programları sayesinde canlıya zarar vermeden hızlı, güvenilir ve doğruluğu yüksek bir şekilde çeşitli ölçümler alınabilmekte ve değerlendirilmesi yapılabilmektedir (Kurtuluş, 2013).

Allen ve ark., (2003) tarafından sağlıklı 23 erkek ve 23 bayan beyni üzerinde yapılan bir çalışmada erkeklerde beyin hacimlerinin ölçüm değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu bilgiye paralel olarak, Sahin ve ark., (2001) tarafından 10 rat, 12 kuş ve 17 kuzu beyni üzerinde Cavalieri metodu ile yapılan hacim çalışmasında beyin hacimlerinin ölçüm değerlerinin erkek ratlarda  $605.5 \pm 17.12 \text{ mm}^3$ , dişi ratlarda  $592.4 \pm 13.09 \text{ mm}^3$ ; erkek kuşlarda  $759.91 \pm 24.62 \text{ mm}^3$ , dişi kuşlarda  $689.03 \pm 17.0 \text{ mm}^3$ ;

erkek kuzularda  $40.03 \pm 1.3 \text{ cm}^3$ ; dişi kuzularda  $36.13 \pm 0.79 \text{ cm}^3$  olarak bulunmuş ve kuzu ile kuşlardaki bu ölçüm değerlerinin istatistik olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Mayhew ve ark.(1990) Cavalieri prensibiyle evcil memeli hayvanların beyni üzerine yaptığı hacim hesaplamalarında bu değerlerin kedilerde  $15.9 \text{ cm}^3$ ; köpeklerde  $48,7 \text{ cm}^3$ ; keçilerde  $50,8 \text{ cm}^3$ ; domuzlarda  $58,3 \text{ cm}^3$ ; sığırlarda  $235,5 \text{ cm}^3$ ; atlarda  $326,3 \text{ cm}^3$  olarak ölçmüşlerdir. Ayrıca Schmidt ve ark.,(2014)’te brachiocephalik ve metacephalik köpek ırklarının total beyin hacimlerinin ölçüm değerlerinin sırasıyla  $84.30 \text{ cm}^3 \pm 1.41$  ve  $77.18 \text{ cm}^3 \pm 1.41$  olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte Nadimi ve ark. (2018)’te 11 köpek ve 15 kedi üzerinde yaptığı çalışmada beyin hacimlerinin köpeklerde  $59580 - 92010 \text{ mm}^3$  arasında değiştiğini ortalama  $68832.73 \text{ mm}^3$  olduğunu, kedilerde ise  $14840 - 29900 \text{ mm}^3$  arasında değiştiğini ortalama  $26420 \text{ mm}^3$  olduğunu tespit etmişlerdir. 10 erkek ve 10 dişi sağlıklı Van kedisinde yaptığımız çalışmada ise ortalama hacim değerlerinin erkeklerde  $23,26 \text{ cm}^3 \pm 1,80$ , dişilerde  $20,12 \text{ cm}^3 \pm 1,71$  olduğu tespit edildi.

Vücut ağırlığı ve beyin hacmi arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir (Rathjen ve ark., 2003; Oguz ve ark., 2013; Schmidt ve ark., 2014). Van kedilerinde ise, TVH ölçüm değeri ile vücut ağırlığının arasında istatistik olarak anlamlı (önemli) bir ilişki gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Başka bir ifadeyle, ağırlık arttıkça Total vücut hacmi de artış göstermektedir ve bu artışın derecesi %98,8’dir. Benzer şekilde, THO ile TVH ve Ağırlık arasında da anlamlı ( $p < 0,05$ ) ve negatif bir ilişki gözlemlendi. Dişilerde ise, TVH ve TBH ile vücut ağırlığı arasında pozitif bir korelasyon tespit edildi. Ancak, bu ölçümler arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki gözlemlenmedi ( $p > 0,05$ ).

Bununla birlikte kedilerde boy ve yaş ile beyin hacmi de değişiklik ve gelişmelere uğramaktadır (Rathjen ve ark., 2003). Özellikle postpartum dönemin ilk evrelerinde yaş ile beyin hacminde önemli artışlar meydana gelmektedir (Oguz ve ark., 2013). Van kedilerinde ise, erkek ve dişilerde yaş ile total beyin hacmi ölçüm değerleri arasında pozitif bir korelasyon bulundu. Ancak bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ( $p > 0,05$ ).

Bilgisayarlı tomografi görüntüleme ile hayvanlara bedensel herhangi bir zarar verilmeden, öldürülmeksizin anestezi altında ilgilenilen yapının istenilen kalınlıkta görüntüleri alınmakta ve bu görüntülerden çeşitli yazılım programları kullanılarak yine ilgilenilen yapıların üç boyutlu

rekonstrüksiyonu elde edilebilmektedir (Correia ve ark., 2005). Ayrıca, çeşitli anatomik yapıların görüntülenmesi, yorumlanması ve bu anatomik yapılara ait birçok ölçüm işlemleri kolay ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir (Yılmaz, 2018). Bu özelliklerinden dolayı gelişen teknolojiyle birlikte bilgisayarlı tomografi ve üç boyutlu modelleme programları Veteriner Anatomi alanında gün geçtikçe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Özkadif, 2015).

Van kedilerinde total beyin hacminin ölçüm değerlerinin istatistiksel olarak erkek ve dişiler arasındaki farklılıkları tespit edildi. Çalışmanın bu hayvanlarda beyin atrofişi başta olmak üzere, çeşitli nöroanatomik yapıların ve birçok nörodejeneratif hastalıkların değerlendirilmesi açısından önemli olduğu görüşünderiz.

#### Kaynaklar

- Acer N, Bayar B, Basaloglu H, Oner E, Bayar K, Sankur S 2008. Unbiased estimation of the calcaneus volume using the Cavalieri principle on computed tomography images. *Ann Anat* 190: 452-460.
- Acer N, Kurtoğlu E, Sağiroğlu A, Öztürk Ö, Ilıca T 2013. MRI Studio programı kullanılarak kafa içi yapıların niceliksel analizi. 15. Ulusal Anatomi Kongresi 5-8 Eylül 2013, Samsun, Türkiye.
- Acer N, Sahin B, Uçar T, Usanmaz M 2009. Unbiased estimation of the eyeball volume using the Cavalieri principle on computed tomography images. *J Craniofac Surg* 20: 233-237.
- Akalan MA, Demirkan AÇ 2013. Stereoloji ve veteriner hekimlikte kullanım alanları. *YYU Vet Fak Derg* 24 (2), 95 – 100.
- Allen JS, Damasio H, Grabowski TJ, Bruss J, Zhang W 2003. Sexual dimorphism and asymmetries in the gray-white composition of the human cerebrum. *NeuroImage* 18: 880-894.
- Brenton H, Hernandez J, Bello F, Strutton P, Purkayastha S, Firth T, Darzi A 2007. Using multimedia and Web3D to enhance anatomy teaching. *Comput Educ* 49: 32-53.
- Chia J, Baddeley A 2000. Accuracy of estimates of volume fraction. *Image Anal Stereol* 19: 199-204.
- Correia H, Balseiro S, Areia MD 2005. Sexual Dimorphism in the human pelvis: testing a new hypothesis. *HOMO - J Comp Hum Biol* 56(2): 153-160.
- Creasey H, Rumsey JM, Schwartz M, Duara R, Rapoport JL, Rapoport SI 1986. Brain morphometry in autistic men as measured by volumetric computed tomography. *Arch Neurol* 43: 669-672.
- Kalra MK, Maher MM, Toth TL, Hamberg LM, Blake MA, Shepard J, Saini S 2004. Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology* 230: 619-28.
- Kurtoğlu E 2013. Değişik yazılımlar kullanılarak beyin hacminin ve yüzey alanının MR görüntüleri ile hesaplanması. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Aralık 2013.
- Mayhew TM, Mwamengele GLM, Dantzer V 1990. Comparative morphometry of the mammalian brain: Estimates of cerebral volumes and cortical surface areas obtained from macroscopic slices. *J Anat* 172: 191-200.
- McEvoy FJ 2007. An application of image processing techniques in computed tomography image analysis. *Vet Radiol Ultrasound* 48: 528-534.
- Nadimi S, Molazem M, Jarolmasjed S, Nejad MRE 2018. Volumetric evaluation of pituitary gland in dog and cat using computed tomography. *Vet Res Forum* 9(4): 337 – 341.
- Nomina Anatomica Veterinaria 2017. Prepared by the international committee on veterinary gross anatomical nomenclature and authorized by the general assembly of the world association of veterinary anatomists (6<sup>th</sup> Edition). The Editorial Committee Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil).
- Odabaşoğlu F, Ateş CT 2000. Van kedisi. Selçuk University Printing Office, First Edition, Konya.
- Oguz I, Yaxley R, Budin F, Hoogstoel M, Lee J, Eric Maltbie E, Liu W, Crews FT 2013. Comparison of magnetic resonance imaging in live vs. post mortem rat brains. *PLoS One* 8(8): e71027. doi:10.1371/journal.pone.0071027
- Ohlerth S, Scharf G 2007. Computed tomography in small animals-basic principles and state of the art applications. *Vet J* 173: 254-71.
- Ömerli A, Yılmaz S, Kurtoğlu E, Öztürk M, Ülger H 2013. E.Ü. Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalında Tez Çalışmaları. Anatomi Günleri 2013 Konulu Kış Toplantısı 18-20 Ocak 2013, Kayseri, Türkiye.
- Özkadif S 2015. Üç boyutlu rekonstrüksiyon kullanılarak yapılan bazı veteriner anatomik çalışmalar. *Batman Univ J Life Sci* 5(2): 288-295.
- Prokop M 2003. General principles of MDCT. *Eur J Radiol* 45: 4-10.
- Rathjen S, Engelmann R, Struif S, Kaulisch T, Stiller D, Löwel S 2003. The growth of cat cerebral cortex in postnatal life: A magnetic resonance imaging study. *Eur J Neurosci* 18(7): 1797-1806.
- Sahin B, Aslan H, Unal B, Canan S, Bilgic S, Kaplan S ve Tumkaya L 2001. Brain volumes of the lamb, rat and bird do not show hemispheric asymmetry: A stereological study. *Image Anal Stereol* 20: 9-13.
- Sahin B, Emirzeoglu M, Uzun A, Incesu L, Bek Y, Bilgic S, Kaplan S 2003. Unbiased estimation of liver volume by the Cavalieri principle using magnetic resonance images. *Eur J Radiol* 47: 164-170.
- Schmidt MJ, Amort KH, Failing K, Klingler M, Kramer M, Ondreka N 2014. Comparison of the endocranial- and brain volumes in brachycephalic dogs, mesaticephalic dogs and Cavalier King Charles spaniels in relation to their body weight. *Acta Vet Scand* 56-30.
- Yılmaz O 2018. Three-Dimensional investigation by computed tomography of the forelimb skeleton in van cats. Van Yuzuncu Yil University, Institute of Health Sciences, Faculty of Veterinary, Department of Anatomy, Van, Turkey.