

---

*Araştırma Makalesi / Research Article*

---

## **Bir Aylık ve Beş Aylık Erkek Ratlarda Medulla Spinalis'in Torakal Segmenti Üzerine Yapılan Morfolojik ve Stereolojik Bir Çalışma**

Asiye ARKAÇ TOYRAN<sup>1</sup>, Gamze ÇAKMAK<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Bitlis Devlet Hastanesi, Bitlis, Türkiye

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi Bölümü, Van, Türkiye  
(ORCID: 0000-0002-1827-7169) (ORCID: 0000-0002-3970-3040)

---

### **Öz**

Bu çalışmanın amacı ratlarda medulla spinalis'in torakal bölümünün substantia alba ve substantia grisea ile tüm dokunun hacim değerlerini stereolojik yöntem ile hesaplamaktır. Çalışmamızda materyal olarak 1 ve 5 aylık olmak üzere iki farklı yaş grubundan altışar adet erkek Wistar Albino ırkı ratlar kullanıldı. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Deneysel Hayvanları Yetiştirme ve Araştırma Merkezi'nden farklı zaman dilimlerinde herhangi bir hastalığa ya da sebebe bağlı olmadan kendiliğinden ölen ratlar % 10'luk formaldehitte bir hafta bekletilerek fikse edildi. Daha sonra ratlar diseksiyon edilerek medulla spinalis'leri ortaya çıkarıldı. Çalışmada 1 ve 5 aylık ratların medulla spinalis'lerinin torakal bölümlerinden segmentler elde edildi. Kesitler alınırken ilk 15 kesit arasından rastgele bir tanesi seçildi. Onu takip eden her 50.kesit sistematik rasgele örnekleme yöntemiyle belirlendi. Böylelikle bir hayvanın medulla spinalis'inin torakal segmentinden 5µm kalınlığında 12 adet kesit alındı. Bu kesitler hematoxilen eozin boyama tekniği ile boyanarak mikroskop altında fotoğraflandı. Cavalieri Prensipli ile Shtereom 1.5 programı kullanılarak noktalı alan cetveli sayesinde medulla spinalis'in torakal bölümünün her bir segmentinde tüm dokunun, substantia alba ve substantia grisea kısımlarının hacim yoğunlukları hesaplandı. Ayrıca araştırmada torakal segmentin tüm hacminin, substantia alba ve substantia grisea hacim değerleri ve bu hacim değerlerinin birbirlerine oranları hesaplanarak değerlendirildi.

**Anahtar Kelimeler:** Hacim, medulla spinalis, rat, stereoloji, torakal segment.

---

## **A Morphological and Stereological Study on Thoracal Spinal Cord of One and Five Months Age Male Rat**

---

### **Abstract**

In this study volume density of gray and white matter of thoracal segments of spinal cords of rats were investigated using stereological method. Twelve male Wistar Albino rats were used in the study as two different age groups 1 and 5 months. Rats that died spontaneously in different time periods without any disease or cause obtained from Van Yuzuncu Yil University of Faculty of Medicine Experimental Animal Breeding and Research Center were fixed in 10% formaldehyde for a week. Rats were dissected and spinal cords of rats were removed. In the study thoracal segments of 1 and 5 months age rats were obtained. One of the first 15 section were selected randomly when the sections were taken. And following every 50th section was determined by systematic random sampling. Thus, 12 sections of 5µm thickness were obtained from thoracal segments of each animal's spinal cord. These sections were stained by hematoxylin eosin and they were photographed at microscope. Densities of volumes of all tissue of thoracal segments of whole spinal cord and white and gray matters were calculated using point counting scala by Cavalieri Principle. Shtereom 1.5 package programme was used for counting dotted area. In addition, the volume vales of total thoracal segment, volume values of the white matter and the gray matter and the ratios of these volume values to each other were evaluated in the study.

**Keywords:** Volume, spinal cord, rat, stereology, thoracal segment.

---

---

\*Sorumlu yazar: [vetgamze@hotmail.com](mailto:vetgamze@hotmail.com)

Geliş Tarihi: 28.12.2020, Kabul Tarihi: 01.03.2021

## 1. Giriş

Axial iskelet sisteminin bir parçası olan columna vertebralis; destek ve hareketi sağlamak, içinde seyreden medulla spinalis ve medulla spinalis'ten köken alan spinal sinir köklerini koruma gibi birçok görevi olan bir organdır [1-3]. Baş, göğüs ve karın organlarına ait olan ağırlıkların taşınmasında da destek sağlayıcı görevi mevcuttur [2]. Gövdenin temelini yapılandıran omurga, vertebra olarak bilinen kemiklerin art arda dizilerek birbirleriyle eklemleşmelerinden oluşmaktadır [2, 4]. İlk boyun omuru olan atlas ile başlayan columna vertebralis ve kuyruğun sonuncu omuruna doğru devam ederek ilerler. Columna vertebralis, sırasıyla servikal, torakal, lumbal, sakral ve kaudal olmak üzere beş ayrı bölümde incelenir. Her hayvan türünde columna vertebralis'i şekillendiren vertebra sayıları farklılık göstermektedir [5-7].

Sinir sistemi embriyonik dönemde nöral plaktan gelişir. Paraksiyal mezoderm ile notokord nöral plağa dönüşebilmek için ektodermi uyarırlar. Nöral tüp, nöral katlantılar ve nöral krista nöral plaktan farklılaşarak meydana gelir. Nöral tüp, MSS'ni oluşturan hücreleri, nöral krest ise PSS ve OSS'nin büyük bölümünü teşkil eden hücreleri meydana getirir [8].

Medulla spinalis merkezi sinir sistemine ait olan ve canalis vertebralis içerisinde varlık gösteren bir yapıdır [9]. Medulla spinalis, medulla oblongata'dan foramen magnum seviyesinde herhangi bir sınır göstermeden başlar ve conus medullaris'i şekillendirerek sonlanır [7]. Her ne kadar silindirik şeklinde olsa da medulla spinalis tüm uzunluğu seyri boyunca silindirik yapı bu halini koruyamaz. Bu nedenle lumbal ve servikal bölgelerde olmak üzere iki farklı kısımda iki farklı genişleme bölgesi meydana gelir [2, 6]). Medulla spinalis dorsal'den basık olup iki yüze sahiptir. Bu yüzlerde ilerleyen olukları bulunmaktadır. Fissura mediana ventralis adı verilen oluk medulla spinalis'in altta kalan yüzünün tam orta kısmında uzunlamasına yer alan bir oluşumdur. Sulcus lateralis ventralis olarak bilinen oluklar ise mevcut oluğun her iki tarafında yer almaktadır. Spinal sinirlere ait olan ventral dallar bu oluklardan çıkar. Dorsal yüzde tam ortada longitudinal olarak seyreden oluk ise sulcus medianus dorsalis'tir. Sulcus lateralis dorsalis olarak tanımlanan oluklar ise sulcus medianus dorsalis'in her iki yanında sığ olarak bulunmaktadır [2]. Medulla spinalis'in transversal kesit yüzlerinde gri ve beyaz cevher olmak üzere iki bölge bulunmaktadır. Medulla spinalis'in orta kısmını oluşturan bölge kelebek şeklini almıştır. Bu bölgeyi substantia grisea şekillendirmektedir. Bu kısım H harfini de andırmaktadır. H harfini oluşturan substantia grisea'dan oluşan alanın dışında kalan ve gri maddeyi çevreleyen, rengi daha açık olan bölgeyi ise substantia alba oluşturmaktadır [2, 10].

Stereoloji, üç boyutlu nesnelerin iki boyutlu kesitlerinden elde edilen görüntüleri ya da izdüşümleri vasıtasıyla elde edilmiş olan veri değerler yardımıyla onların gerçekteki üç boyutlu özelliklerine ait bilgiler ve verilerle karşılaştırılarak (hacim, uzunluk, alan, partikül sayısı, vb) yorumlar yapılmasını sağlayan bir bilim dalıdır [11, 12]. Cruz-Orive [12] göre stereoloji bir objenin ya da nesnenin geometrik yapısı ve istatistiksel olarak nicel bilgileri belirlemek için objeden elde edilmiş kesitlerin ve izdüşümlerin kullanılmasıyla sonuç elde edilen bir yöntemdir. Yunan kökenli olan bu terim stereos (üç boyutlu olan cisim, üç boyutluluk) teriminden köken almıştır. İlk defa 1960 yılından önce kullanılmıştır. Biyologlar, jeologlar ve tıp alanında çalışan bilim adamları Almanya'da 1961 yılında Black Forest olarak bilinen yerde toplanıp maddelerin üç boyutluluk tanımı ve özelliği hakkındaki problemleri ve sıkıntıları değerlendirerek tartışmışlardır. Objelerin iki boyutlu olan kesitlerinden üç boyutlu yapılarını anlayabilmek için Alman anatomist Profesör Hans Elias, stereoloji kelimesinin kullanılmasını önermiş ve böylece bilim dünyası ilk defa stereoloji terimi ile tanışmıştır [13]. Tıp, biyoloji ve özellikle veteriner alanında bilimsel çalışmalarda son dönemlere ait önem arz eden değişimler gözlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada ağırlıkları 50-60 gr olan 1 aylık Wistar Albino ırkı yavru erkek ratlar ile ağırlıkları 150-200 gr kadar olan 5 aylık Wistar Albino ırkı erişkin erkek ratlar kullanıldı. Ratlar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Yetiştirme ve Araştırma Merkezi'ne başvurularak elde edildi. Çalışmanın izni 26/10/2017 tarih ve 2017/10 sayılı kurul kararı ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan alınmıştır.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Hayvan temini

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Yetiştirme ve Araştırma Merkezi'nden farklı zaman dilimlerinde herhangi bir hastalığa ya da sebebe bağlı olmadan kendiliğinden ölen 1 aylık ve 5 aylık erkek ratlar elde edildi (Şekil 1).



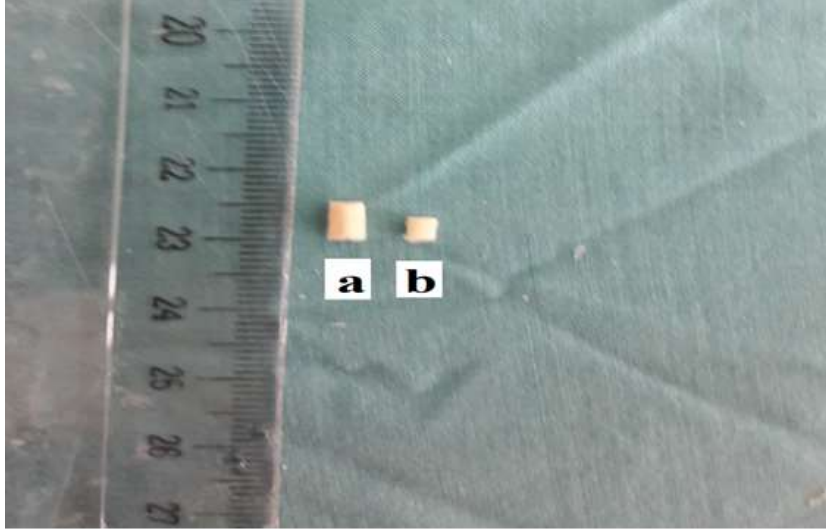
Şekil 1. Formaldehit ile fikse edilen 1 aylık erkek rat

### 2.2.2. Diseksiyon ve medulla spinalis'in çıkarılması

Bir hafta süreyle tespit solüsyonunda bekletilen ratların medulla spinalis'lerini çıkarmak için columna vertebralis'in etrafındaki yumuşak dokular, pens, bisturi, cerrahi makas ve mikromakas yardımıyla temizlendi. Daha sonra columna vertebralis'i şekillendiren ilgili bölgedeki vertebra'ların arcus vertebra'ları laminektomi ile uzaklaştırıldı. Kemik yapı ayrıldıktan sonra medulla spinalis'e ulaşıldı. Torakal spinal segmentler açığa çıkarıldı. Her bir hayvana ait olan medulla spinalis'lerin segment'lerinin her birinden ayrı ayrı dokular elde edildi (Şekil 2, 3). Daha sonra bu dokulara doku takibi işlemi uygulandı [14].



Şekil 2. Medulla spinalis'in torakal segmentinin diseksiyonu (5 aylık erkek rat)



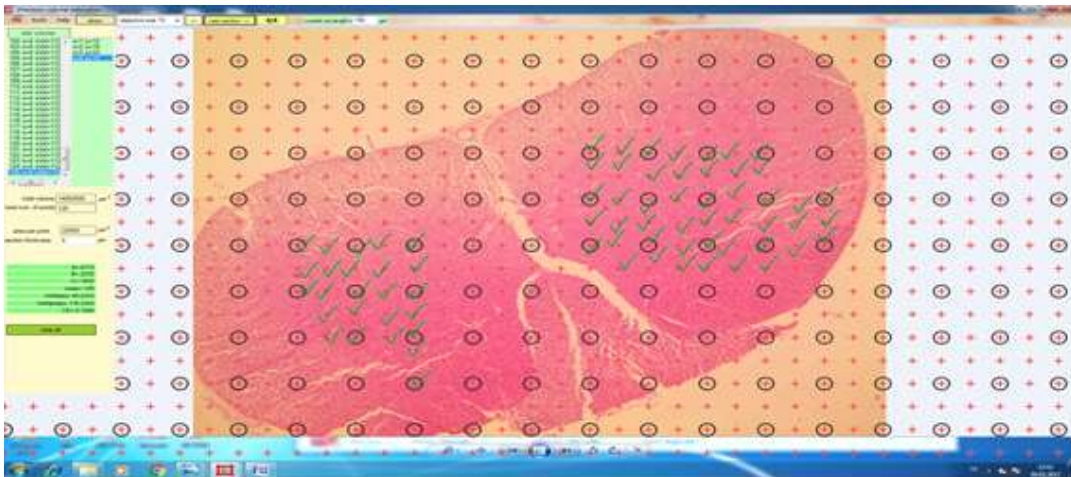
Şekil 3. 5 (a) ve 1 (b) aylık ratlarda medulla spinalis'in torakal segmentine ait doku örnekleri

### 2.2.3. Örneklem şekli

Örnek sayısı, kesit sayısı ve örneklemenin belirlenmesi amacıyla çalışma öncesi pilot bir çalışma gerçekleştirildi. Literatürde yapılacak olan stereolojik çalışmalarda yaklaşık olarak 0,05'lik hata katsayısını elde edebilmek için her bir grubun en az 5 adet hayvandan oluşması gerekliliği rapor edilmiştir [15]. Pilot çalışma ile örnek sayısının, kesit adedinin ve örneklem şeklinin uygun olduğu tespit edildi. Ön çalışmada tespit edilen sayıdaki kesitlerin elde edilebilmesi için parafine gömülerek bloklanan torakal spinal segmentlerin her birinden ayrı ayrı kesitler alındı. Koronal düzlemde bloklardan, Rotary mikrotom aracılığıyla (Leica RM, 2135, Leica Instruments, Nussloch, Germany) çelik tek kullanımlık mikrotom bıçakları kullanılarak 5µm kalınlığında kesitler elde edildi. Dokulardan elde edilen kesitler hematoxilen-eozin boyama tekniği ile boyandı.

### 2.2.4. Görüntü analizi

Medulla spinalis oldukça küçük bir yapı olduğu için stereolojik adımlamaya gerek duyulmadı. Numerik açıklık (NA)=0,25, objektif x 10 büyütme ile noktalı alan ve ardından da hacim hesaplaması gerçekleştirildi. Bunun için Shtereom 1.5 paket programı seçildi (Şekil 4). Programdaki hesaplama için Cavalieri Prensipli kullanıldı. Kesitleri fotoğraflama işleminden sonra medulla spinalis'lerin torakal kısmını oluşturan 13 segmentin; toplam torakal spinal segment hacmi, toplam substantia grisea hacmi ve substantia alba hacmi ve hata katsayısı (HK) hesaplandı.

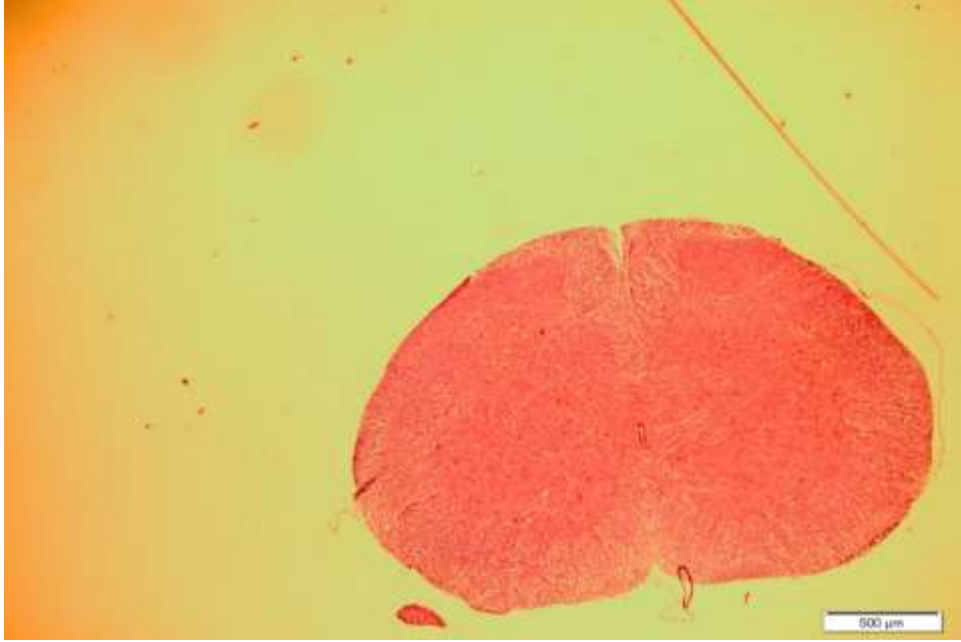


Şekil 4. Shtereom programında noktalı alan cetvelinin görünümü

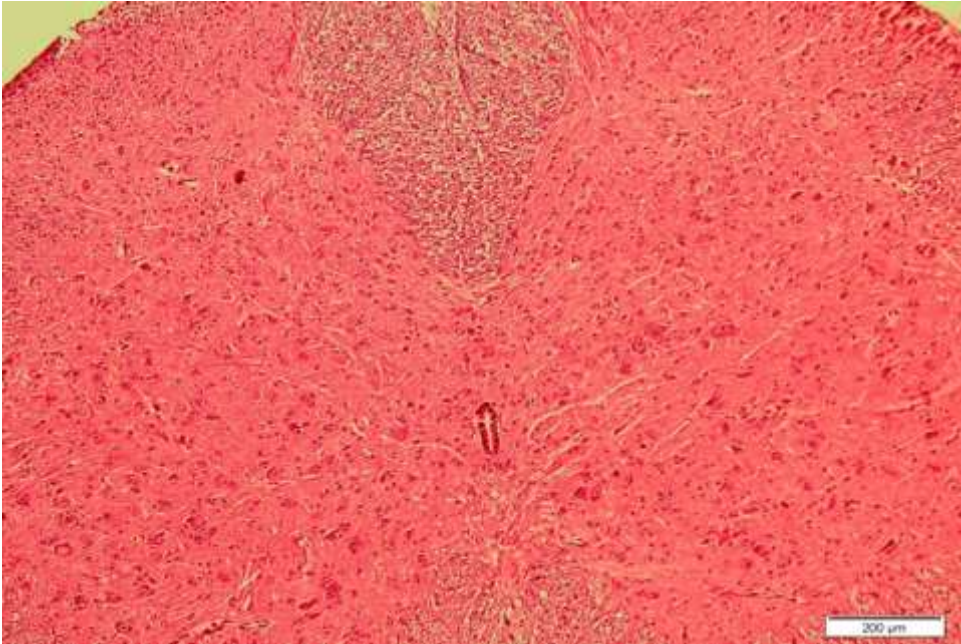


### 3. Bulgular ve Tartışma

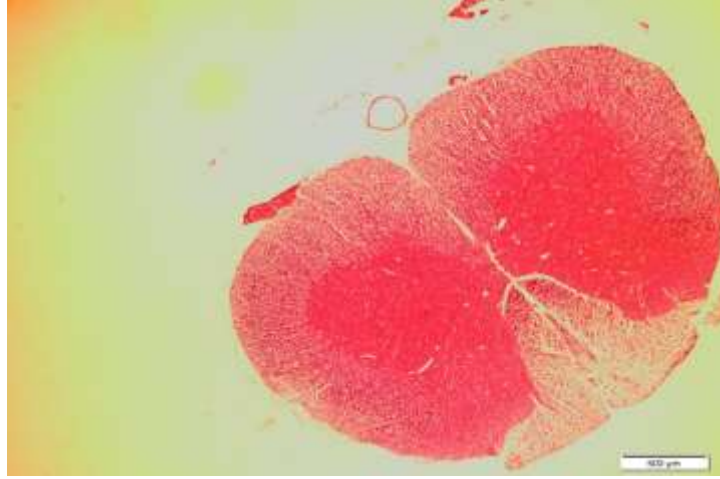
Yapılan bu çalışmada altı adet 1 aylık (Şekil 5, Şekil 6), altı adet de 5 aylık (Şekil 7, Şekil 8) erkek ratların medulla spinalis'lerinin diseksiyonu yapılarak medulla spinalis torakal segmentlerine ayrıldı. Torakal segmentlerde tüm dokuya ait olan hacim, substantia alba ve substantia grisea hacim değerleri ayrı ayrı hesap edildi. Ayrıca torakal segmentlere ait olan substantia grisea hacim değerlerinin substantia alba hacim değerlerine oranları, SA hacim değerlerinin tüm torakal segmentin hacim değerlerine ve SG hacim değerlerinin tüm torakal segmente ait olan hacim değerlerine olan oranları hesap edilerek ayrı ayrı değerlendirildi. Hata katsayısına (HK) hesaplanarak bu değerlerin %5'den küçük olduğu saptandı.



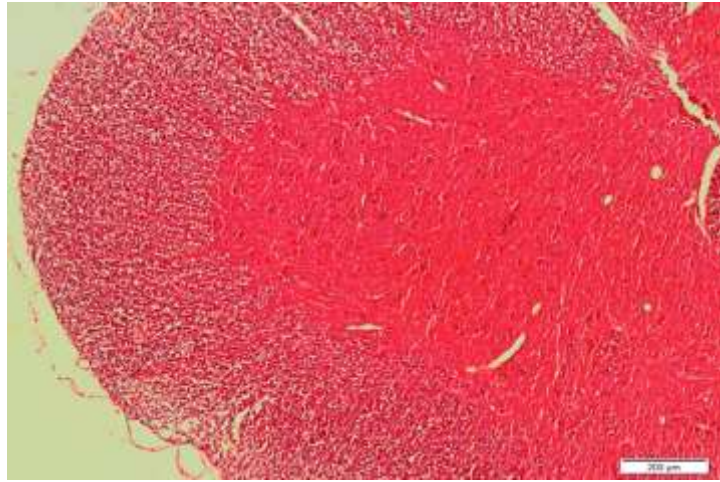
Şekil 5. 1 aylık ratta T7 segment'i (Hematoksilen-eozin) (x 4'lük objektif)



Şekil 6. 1 aylık ratta T7 segment'i (Hematoksilen-eozin) (x 10'luk objektif)



Şekil 7. 5 aylık ratta T11 segment'i (Hematoksilen-eozin) (x 4'lük objektif)



Şekil 8. 5 aylık ratta T11 segment'i (Hematoksilen-eozin) (x 10'lük objektif)

Bu çalışmada altı adet 1 aylık erkek ratlardan diseke edilen medulla spinalis'in torakal segmentlerinin doku örneklerine ait olan tüm hacim değerleri hesaplandı. Hesaplamalar sonucunda yapılan değerlendirmede 1 aylık erkek ratlarda tüm hacim bakımından T1'den T13'e kadar olan torakal segmentlerin hacim değerlerinin farklılık gösterdiği tespit edildi. En düşük torakal segment tüm hacim değerinin ise 0.239 mm<sup>3</sup> olarak T13 segment'ine ait olduğu hesaplandı (Tablo 1).

**Tablo 1.** 1 aylık ratlarda (R) medulla spinalis'in torakal (T) segmentinin tüm hacim değerleri (mm<sup>3</sup>)

Segment Sayısı	Torakal Spinal Segment Tüm Hacim (mm <sup>3</sup> )	Hayvan Sayısı						Ortalama
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
T1		0.301	0.342	0.569	0.600	0.240	0.546	0.433
T2		0.225	0.357	0.569	0.820	0.242	0.556	0.461
T3		0.385	0.383	0.626	0.541	0.389	0.617	0.490
T4		0.443	0.533	0.629	0.396	0.391	0.859	0.541
T5		0.436	0.398	0.741	0.393	0.726	0.830	0.587
T6		0.591	0.794	0.331	0.351	0.401	0.848	0.552
T7		0.594	0.852	0.860	0.760	0.966	0.549	0.763
T8		0.797	0.488	0.711	0.797	0.666	0.460	0.653
T9		0.783	0.439	0.735	0.473	0.470	0.398	0.549
T10		0.614	0.428	0.708	0.668	0.454	0.321	0.532
T11		0.433	0.209	0.403	0.669	0.258	0.322	0.382
T12		0.361	0.208	0.263	0.233	0.252	0.316	0.272
T13		0.170	0.198	0.271	0.233	0.256	0.311	0.239

Tablo 2'de verilen 1 aylık erkek ratların torakal segmentlerine ait olan substantia alba değerlerinden en yüksek ortalama hacim değeri 0.358 mm<sup>3</sup> olup, T7 segment'ine aittir. Substantia alba'ya ait olan en düşük hacim değerinin 0.102 mm<sup>3</sup> olarak T3 segment'ine ait olduğu belirlendi.

**Tablo 2.** 1 aylık ratlarda (R) medulla spinalis'in torakal (T) segment'inde substantia alba'nın (SA) hacim değerleri (mm<sup>3</sup>)

Segment Sayısı	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Hayvan Sayısı						Ortalama	
														R1	R2	R3	R4	R5	R6		
															0.189	0.167	0.337	0.317	0.151	0.274	0.239
															0.132	0.218	0.333	0.564	0.142	0.304	0.282
															0.210	0.230	0.362	0.306	0.210	0.325	0.273
															0.263	0.283	0.350	0.218	0.206	0.374	0.282
															0.273	0.217	0.375	0.224	0.313	0.392	0.299
															0.298	0.346	0.175	0.190	0.196	0.390	0.265
															0.304	0.412	0.369	0.365	0.377	0.325	0.358
															0.372	0.214	0.248	0.292	0.284	0.176	0.264
															0.344	0.189	0.280	0.167	0.170	0.104	0.209
															0.277	0.190	0.261	0.231	0.166	0.118	0.207
															0.139	0.157	0.136	0.230	0.086	0.094	0.140
															0.115	0.176	0.096	0.084	0.072	0.082	0.104
															0.083	0.192	0.096	0.084	0.074	0.084	0.102

Bir aylık erkek ratlarda torakal segmentlere ait olan substantia grisea değerleri incelendiğinde T7 segment'ine ait olan hacim değerinin 0.378 mm<sup>3</sup> olduğu ve bu değer de en yüksek değer olduğu tespit edildi. En düşük SG hacim değerinin ise 0.133 mm<sup>3</sup> olduğu ve bu değer de T13 segment'ine ait olduğu saptandı (Tablo 3).

**Tablo 3.** 1 aylık ratlarda (R) medulla spinalis'in torakal (T) segmentinde substantia grisea'nın (SG) hacim değerleri (mm<sup>3</sup>)

Segment Sayısı	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Hayvan Sayısı						Ortalama	
														R1	R2	R3	R4	R5	R6		
															0.095	0.132	0.254	0.182	0.257	0.197	0.186
															0.081	0.128	0.238	0.175	0.079	0.201	0.150
															0.107	0.120	0.253	0.208	0.135	0.240	0.177
															0.142	0.246	0.263	0.145	0.137	0.432	0.227
															0.141	0.149	0.375	0.142	0.340	0.420	0.261
															0.267	0.420	0.150	0.131	0.167	0.439	0.262
															0.279	0.476	0.468	0.310	0.523	0.215	0.378
															0.403	0.285	0.475	0.410	0.352	0.220	0.357
															0.398	0.180	0.485	0.442	0.255	0.184	0.324
															0.243	0.126	0.506	0.238	0.264	0.196	0.262
															0.243	0.128	0.241	0.373	0.131	0.209	0.220
															0.199	0.121	0.168	0.111	0.131	0.215	0.157
															0.079	0.120	0.164	0.096	0.136	0.208	0.133

Tablo 4'da bir aylık erkek ratlarda torakal segmentlere ait olan substantia grisea'nın hacim değerinin substantia alba hacim değerine oranları değerlendirildiğinde en yüksek ortalamanın 1.648 ile T12 segment'inde olduğu saptandı

**Tablo 4.** 1 aylık ratlarda torakal spinal segmentlerde substantia grisea hacim/substantia alba hacim (SG/SA) oranları

Segment Sayısı	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Hayvan Sayısı						Ortalama	
														R1	R2	R3	R4	R5	R6		
															0.502	0.790	0.753	0.574	1.701	0.718	0.839
															0.613	0.587	0.714	0.310	0.556	0.661	0.573
															0.509	0.521	0.698	0.679	0.642	0.738	0.631
															0.539	0.869	0.751	0.665	0.665	1.155	0.774
															0.516	0.686	1.000	0.663	1.086	1.071	0.837
															0.895	1.213	0.857	0.689	0.852	1.125	0.938
															0.917	1.155	1.268	1.123	1.387	0.661	1.085
															1.083	1.331	1.915	1.445	1.239	1.250	1.377
															1.156	0.952	1.732	1.425	1.500	1.769	1.422
															0.877	0.663	1.938	1.614	1.590	1.661	1.390
															1.748	0.815	1.772	0.482	1.523	2.223	1.427
															1.730	0.687	1.750	1.285	1.819	2.621	1.648
															0.951	0.625	1.708	1.142	1.837	2.476	1.456

En düşük substantia alba hacmi/tüm hacim oranının 0.370 değeriyle T9 segment'ine ait olduğu saptanırken bu değerin T13 segment'ine kadar da arttığı belirlendi. T13 segment'inde bu değer 0.455 olarak hesaplandı (Tablo 5).

**Tablo 5.** 1 aylık ratlarda (R) torakal (T) spinal segmentlerde substantia alba hacim/torakal segment hacim (SA/TS) oranları

		Hayvan Sayısı						Ortalama	
		R1	R2	R3	R4	R5	R6		
Segment Sayısı	T1	substantia alba hacim/torakal segment hacim (SA/TS)	0.627	0.488	0.592	0.528	0.629	0.501	0.560
	T2		0.586	0.610	0.585	0.687	0.586	0.546	0.600
	T3		0.545	0.600	0.578	0.565	0.589	0.526	0.567
	T4		0.593	0.530	0.556	0.550	0.526	0.435	0.531
	T5		0.626	0.545	0.506	0.569	0.431	0.472	0.524
	T6		0.504	0.435	0.528	0.541	0.488	0.459	0.492
	T7		0.511	0.483	0.429	0.480	0.390	0.591	0.480
	T8		0.466	0.438	0.348	0.366	0.426	0.382	0.404
	T9		0.439	0.430	0.380	0.353	0.361	0.261	0.370
	T10		0.451	0.443	0.368	0.345	0.365	0.367	0.389
	T11		0.321	0.751	0.337	0.343	0.333	0.291	0.396
	T12		0.318	0.846	0.365	0.360	0.285	0.259	0.405
	T13		0.488	0.969	0.354	0.360	0.289	0.270	0.455

T1 segment'ine ait olan bu değerin yüksek olduğu fakat T2 segment'inde bu değerin düştüğü tespit edildi (Tablo 6).

**Tablo 6.** 1 aylık ratlarda (R) torakal (T) spinal segmentlerde substantia grisea hacim/torakal spinal segment hacim (SG/TS) oranları

		Hayvan Sayısı						Ortalama	
		R1	R2	R3	R4	R5	R6		
Segment Sayısı	T1	substantia grisea hacim/torakal spinal segment hacim (SG/TS)	0.315	0.385	0.446	0.303	1.070	0.360	0.479
	T2		0.360	0.358	0.418	0.213	0.326	0.361	0.339
	T3		0.277	0.313	0.404	0.384	0.347	0.388	0.352
	T4		0.320	0.461	0.418	0.366	0.350	0.502	0.402
	T5		0.323	0.374	0.506	0.361	0.468	0.506	0.423
	T6		0.451	0.528	0.453	0.373	0.416	0.517	0.456
	T7		0.469	0.558	0.544	0.539	0.541	0.391	0.507
	T8		0.505	0.584	0.668	0.554	0.528	0.478	0.552
	T9		0.508	0.410	0.659	0.503	0.542	0.462	0.514
	T10		0.395	0.294	0.714	0.558	0.581	0.610	0.525
	T11		0.561	0.615	0.598	0.165	0.519	0.649	0.517
	T12		0.551	0.581	0.638	0.463	0.519	0.680	0.572
	T13		0.464	0.606	0.605	0.412	0.531	0.660	0.546

Beş aylık erkek ratların torakal segmentlerinin ortalama tüm torakal spinal segmente ait hacim değerleri incelendiğinde en yüksek değerin 0.873 mm<sup>3</sup> ile T9 segment'ine ait olduğu tespit edildi (Tablo 7).

**Tablo 7.** 5 aylık ratlarda (R) medulla spinalis'in torakal (T) segmentinin hacim değerleri (mm<sup>3</sup>)

		Hayvan Sayısı						Ortalama	
		R1	R2	R3	R4	R5	R6		
Segment Sayısı	T1	Torakal Spinal Segment Tüm Hacim (mm <sup>3</sup> )	0.541	0.855	0.786	0.788	0.814	0.610	0.732
	T2		0.868	0.821	0.710	0.614	0.723	0.659	0.732
	T3		0.591	0.795	0.761	0.872	0.745	0.654	0.736
	T4		0.987	0.493	0.711	0.880	0.548	0.672	0.715
	T5		0.491	0.756	0.606	0.574	0.846	0.738	0.668
	T6		0.909	0.641	0.819	1.067	0.919	0.868	0.870
	T7		0.958	0.969	0.627	0.785	1.000	0.669	0.834
	T8		0.701	0.666	0.975	0.899	0.901	0.790	0.822
	T9		1.058	1.069	0.745	0.454	0.954	0.959	0.873
	T10		1.023	0.943	0.683	0.451	0.726	0.833	0.776
	T11		1.184	0.639	0.964	0.442	1.008	0.348	0.764
	T12		0.888	0.636	0.590	0.390	0.750	0.327	0.596
	T13		0.550	0.435	0.607	1.428	0.733	0.175	0.654



Tablo 8’de verilen 5 aylık erkek ratların torakal segmentlerine ait olan substantia alba değerleri incelendiğinde en yüksek ortalama hacim değerinin  $0.536 \text{ mm}^3$  olduğu tespit edildi.

**Tablo 8.** 5 aylık ratlarda (R) medulla spinalis’in torakal (T) segmentinde substantia alba’nın (SA) hacim değerleri ( $\text{mm}^3$ )

Segment Sayısı	T	Substantia alba Hacim ( $\text{mm}^3$ )	Hayvan Sayısı						Ortalama
			R1	R2	R3	R4	R5	R6	
	T1		0.384	0.641	0.572	0.564	0.561	0.410	0.522
	T2		0.509	0.630	0.523	0.430	0.447	0.468	0.501
	T3		0.498	0.606	0.532	0.661	0.474	0.449	0.536
	T4		0.568	0.370	0.346	0.615	0.397	0.429	0.454
	T5		0.263	0.616	0.397	0.391	0.591	0.434	0.448
	T6		0.539	0.420	0.561	0.669	0.572	0.451	0.535
	T7		0.513	0.612	0.404	0.532	0.669	0.372	0.517
	T8		0.434	0.402	0.582	0.496	0.558	0.349	0.470
	T9		0.621	0.653	0.422	0.214	0.611	0.471	0.498
	T10		0.647	0.557	0.440	0.217	0.474	0.393	0.454
	T11		0.639	0.382	0.522	0.210	0.629	0.158	0.423
	T12		0.396	0.266	0.297	0.160	0.401	0.168	0.281
	T13		0.267	0.152	0.300	0.160	0.367	0.088	0.222

En yüksek ortalama substantia grisea hacim değerinin  $0.341 \text{ mm}^3$  ile T9 ve T11 segment’lerine ait olduğu saptandı. En düşük substantia grisea hacim değerinin ise  $0.165 \text{ mm}^3$  olup T2 segment’ine ait olduğu tespit edildi (Tablo 9).

**Tablo 9.** 5 aylık ratlarda (R) medulla spinalis’in torakal (T) segmentinde substantia grisea’nın (SG) hacim değerleri ( $\text{mm}^3$ )

Segment Sayısı	T	Substantia grisea Hacim ( $\text{mm}^3$ )	Hayvan Sayısı						Ortalama
			R1	R2	R3	R4	R5	R6	
	T1		0.124	0.170	0.197	0.195	0.161	0.156	0.167
	T2		0.218	0.177	0.192	0.105	0.147	0.153	0.165
	T3		0.113	0.181	0.179	0.228	0.162	0.172	0.172
	T4		0.239	0.111	0.290	0.292	0.150	0.177	0.209
	T5		0.191	0.170	0.161	0.171	0.153	0.172	0.169
	T6		0.213	0.138	0.256	0.401	0.184	0.270	0.243
	T7		0.308	0.247	0.171	0.302	0.244	0.239	0.251
	T8		0.172	0.230	0.360	0.363	0.204	0.297	0.271
	T9		0.442	0.419	0.319	0.217	0.280	0.374	0.341
	T10		0.452	0.429	0.203	0.175	0.214	0.341	0.302
	T11		0.539	0.303	0.541	0.180	0.358	0.127	0.341
	T12		0.504	0.332	0.310	0.178	0.270	0.124	0.286
	T13		0.325	0.226	0.319	0.165	0.313	0.057	0.234

En yüksek hacim oran değerinin 1.058 ile T13 segment’ine ait olduğu saptanırken en düşük SG/SA hacim oran değerinin ise 0.321 ile T3 segment’ine ait olduğu hesaplandı (Tablo 10).

**Tablo 10.** 5 aylık ratlarda (R) torakal (T) spinal segmentlerde substantia grisea hacim/substantia alba hacim (SG/SA) oranları

Segment Sayısı	T	Substantia grisea hacim/substantia alba hacim (SG/SA)	Hayvan Sayısı						Ortalama
			R1	R2	R3	R4	R5	R6	
	T1		0.322	0.265	0.344	0.345	0.286	0.410	0.328
	T2		0.428	0.280	0.367	0.244	0.328	0.326	0.328
	T3		0.226	0.298	0.336	0.344	0.341	0.383	0.321
	T4		0.420	0.300	0.838	0.474	0.239	0.412	0.447
	T5		0.726	0.275	0.405	0.437	0.258	0.396	0.416
	T6		0.395	0.328	0.456	0.599	0.321	0.598	0.447
	T7		0.600	0.403	0.423	0.567	0.364	0.642	0.499
	T8		0.396	0.572	0.618	0.731	0.365	0.851	0.588
	T9		0.711	0.641	0.755	1.014	0.458	0.794	0.728
	T10		0.698	0.770	0.461	0.806	0.451	0.867	0.675
	T11		0.843	0.793	1.036	0.857	0.569	0.803	0.816
	T12		1.272	1.248	1.043	1.112	0.673	0.738	1.014
	T13		1.217	1.486	1.063	1.083	0.852	0.647	1.058

Tablo 11'deki SA/MS hacim oran değerleri incelendiğinde en yüksek ortalama SA/MS değerinin 0.735 ile T3 segment'ine ait olduğu ve en düşük SA/MS değerinin ise 0.407 ile T13 segment'ine ait olduğu belirlendi.

**Tablo 11.** 5 aylık ratlarda (R) torakal (T) spinal segmentlerde substantia alba hacim/torakal segment hacim (SA/MS) oranları

Segment Sayısı	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Hayvan Sayısı						Ortalama	
														R1	R2	R3	R4	R5	R6		
															0.709	0.749	0.727	0.722	0.689	0.672	0.711
															0.586	0.767	0.736	0.700	0.618	0.710	0.686
															0.842	0.792	0.699	0.758	0.636	0.686	0.735
															0.575	0.750	0.486	0.698	0.724	0.638	0.645
															0.535	0.814	0.655	0.681	0.698	0.588	0.661
															0.592	0.655	0.684	0.626	0.622	0.519	0.616
															0.535	0.631	0.644	0.675	0.669	0.556	0.618
															0.619	0.603	0.596	0.551	0.619	0.441	0.571
															0.586	0.610	0.566	0.471	0.640	0.491	0.560
															0.632	0.590	0.644	0.481	0.652	0.471	0.578
															0.539	0.597	0.683	0.475	0.624	0.454	0.562
															0.445	0.418	0.503	0.410	0.534	0.513	0.470
															0.485	0.349	0.494	0.112	0.500	0.502	0.407

En düşük SG/MS hacim oran değerinin ise 0.223 ile T2 segment'ine ait olduğu belirlendi (Tablo 12).

**Tablo 12.** 5 aylık ratlarda (R) torakal (T) spinal segmentlerde substantia grisea hacim/torakal segment hacim (SG/MS) oranları

Segment Sayısı	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Hayvan Sayısı						Ortalama	
														R1	R2	R3	R4	R5	R6		
															0.229	0.198	0.250	0.247	0.197	0.255	0.229
															0.251	0.215	0.270	0.171	0.203	0.232	0.223
															0.191	0.227	0.235	0.261	0.217	0.262	0.232
															0.242	0.225	0.407	0.331	0.273	0.263	0.290
															0.389	0.224	0.265	0.297	0.180	0.233	0.264
															0.234	0.215	0.312	0.375	0.200	0.311	0.274
															0.321	0.254	0.272	0.384	0.244	0.357	0.305
															0.245	0.345	0.369	0.403	0.226	0.375	0.327
															0.417	0.391	0.428	0.477	0.293	0.389	0.399
															0.441	0.454	0.297	0.388	0.294	0.409	0.380
															0.455	0.474	0.708	0.407	0.355	0.364	0.460
															0.567	0.522	0.525	0.456	0.360	0.379	0.468
															0.590	0.519	0.525	0.115	0.427	0.325	0.416

### 3.1. İstatistiksel değerlendirme

**Tablo 13.** Tüm torakal segment (TS) hacminin erkek ratlarda 1. ve 5. aydaki istatistiksel değerleri

Segmentler	Hacim TS 1 aylık	Hacim TS 5 aylık	1-5 aylık karşılaştırma P-değeri
T1	0.433±0.064 <sup>bcd</sup>	0.732±0.051	*
T2	0.462±0.094 <sup>bcd</sup>	0.733±0.039	Ns
T3	0.490±0.048 <sup>bc</sup>	0.736±0.041	**
T4	0.542±0.073 <sup>bc</sup>	0.715±0.078	Ns
T5	0.587±0.081 <sup>abc</sup>	0.669±0.054	Ns
T6	0.553±0.093 <sup>bc</sup>	0.871±0.057	Ns
T7	0.764±0.067 <sup>a</sup>	0.835±0.067	Ns
T8	0.653±0.060 <sup>ab</sup>	0.822±0.050	*
T9	0.550±0.067 <sup>bc</sup>	0.873±0.096	*
T10	0.532±0.063 <sup>bc</sup>	0.777±0.083	Ns
T11	0.382±0.067 <sup>cde</sup>	0.764±0.138	Ns
T12	0.272±0.023 <sup>de</sup>	0.597±0.087	*
T13	0.240±0.021 <sup>e</sup>	0.655±0.173	Ns
P-Value	***	Ns	

Ns: Not significant (Önemli değil), \*: P<0.05, \*\*: P<0.01

a, b, c, d, e: Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasında fark önemlidir.

**Tablo 14.** SA hacminin erkek ratların torakal segmentlerinde 1. ve 5. aydaki istatistiksel değerleri

Segmentler	Substantia alba 1 aylık	Substantia alba 5 aylık	1-5 aylık karşılaştırma P-değeri
T1	0.239±0.033 <sup>b</sup>	0.522±0.041 <sup>a</sup>	**
T2	0.282±0.066 <sup>ab</sup>	0.501±0.030 <sup>a</sup>	*
T3	0.274±0.027 <sup>ab</sup>	0.537±0.033 <sup>a</sup>	**
T4	0.282±0.028 <sup>ab</sup>	0.454±0.045 <sup>a</sup>	*
T5	0.299±0.030 <sup>ab</sup>	0.449±0.054 <sup>a</sup>	Ns
T6	0.266±0.037 <sup>ab</sup>	0.535±0.037 <sup>a</sup>	*
T7	0.359±0.016 <sup>a</sup>	0.517±0.047 <sup>a</sup>	*
T8	0.264±0.028 <sup>ab</sup>	0.470±0.037 <sup>a</sup>	**
T9	0.209±0.036 <sup>bc</sup>	0.499±0.068 <sup>a</sup>	**
T10	0.207±0.025 <sup>bc</sup>	0.455±0.060 <sup>a</sup>	**
T11	0.140±0.021 <sup>dc</sup>	0.423±0.085 <sup>a</sup>	*
T12	0.104±0.016 <sup>d</sup>	0.281±0.043 <sup>b</sup>	*
T13	0.102±0.018 <sup>d</sup>	0.222±0.043 <sup>b</sup>	Ns
P-Value	***	***	

Ns: önemli değil; \*: P&lt;0.05; \*\*: P&lt;0.01; \*\*\*: P&lt;0.001

a, b, c, d: Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasında fark önemlidir.

**Tablo 15.** SG hacminin erkek ratların torakal segmentlerinde 1. ve 5. aydaki istatistiksel değerleri

Segmentler	Substantia grisea 1 aylık	Substantia grisea 5 aylık	1-5 aylık karşılaştırma P-değeri
T1	0.186±0.026 <sup>d</sup>	0.167±0.011 <sup>c</sup>	Ns
T2	0.150±0.027 <sup>d</sup>	0.165±0.016 <sup>c</sup>	Ns
T3	0.177±0.026 <sup>d</sup>	0.173±0.015 <sup>c</sup>	Ns
T4	0.228±0.047 <sup>bcd</sup>	0.210±0.031 <sup>bc</sup>	Ns
T5	0.261±0.053 <sup>abcd</sup>	0.170±0.005 <sup>c</sup>	Ns
T6	0.262±0.056 <sup>abcd</sup>	0.244±0.037 <sup>abc</sup>	Ns
T7	0.379±0.052 <sup>a</sup>	0.252±0.020 <sup>abc</sup>	Ns
T8	0.358±0.038 <sup>ab</sup>	0.271±0.033 <sup>abc</sup>	Ns
T9	0.324±0.055 <sup>abc</sup>	0.342±0.035 <sup>a</sup>	Ns
T10	0.262±0.053 <sup>abcd</sup>	0.302±0.050 <sup>ab</sup>	Ns
T11	0.221±0.037 <sup>cd</sup>	0.341±0.071 <sup>a</sup>	Ns
T12	0.158±0.018 <sup>d</sup>	0.286±0.054 <sup>abc</sup>	Ns
T13	0.134±0.019 <sup>d</sup>	0.234±0.044 <sup>abc</sup>	Ns
P-Value	***	**	

Ns: önemli değil; \*\*: P&lt;0.01; \*\*\*: P&lt;0.001

a, b, c, d: Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasında fark önemlidir.

**Tablo 16.** SG/TS oranlarının erkek ratlarda 1. ve 5. aydaki istatistiksel değerleri

Segmentler	SG/TS 1 aylık	SG/TS 5 aylık	1-5 aylık karşılaştırma P-değeri
T1	0.480±0.120 <sup>abcd</sup>	0.229±0.011 <sup>e</sup>	Ns
T2	0.339±0.028 <sup>d</sup>	0.224±0.014 <sup>e</sup>	**
T3	0.352±0.020 <sup>cd</sup>	0.232±0.011 <sup>e</sup>	***
T4	0.403±0.029 <sup>bcd</sup>	0.290±0.028 <sup>de</sup>	*
T5	0.423±0.033 <sup>abcd</sup>	0.265±0.030 <sup>e</sup>	*
T6	0.456±0.024 <sup>abcd</sup>	0.275±0.028 <sup>de</sup>	**
T7	0.507±0.026 <sup>abc</sup>	0.305±0.024 <sup>cd</sup>	**
T8	0.553±0.028 <sup>ab</sup>	0.327±0.030 <sup>bcde</sup>	**
T9	0.514±0.034 <sup>ab</sup>	0.399±0.025 <sup>abc</sup>	*
T10	0.525±0.063 <sup>ab</sup>	0.381±0.029 <sup>abcd</sup>	Ns
T11	0.518±0.073 <sup>ab</sup>	0.461±0.053 <sup>a</sup>	Ns
T12	0.572±0.032 <sup>a</sup>	0.468±0.034 <sup>a</sup>	Ns
T13	0.546±0.039 <sup>ab</sup>	0.417±0.071 <sup>ab</sup>	Ns
P-Value	*	***	

Ns: önemli değil; \*: P&lt;0.05; \*\*: P&lt;0.01; \*\*\*: P&lt;0.001

a, b, c, d, e: Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasında fark önemlidir.

**Tablo 17.** SA/TS oranlarının erkek ratlarda 1. ve 5. aydaki istatistiksel değerleri

Segmentler	SA/TS 1 aylık	SA/TS 5 aylık	1-5 aylık karşılaştırma P-değeri
T1	0.561±0.026 <sup>a</sup>	0.711±0.011 <sup>ab</sup>	**
T2	0.600±0.019 <sup>a</sup>	0.686±0.029 <sup>ab</sup>	*
T3	0.567±0.011 <sup>a</sup>	0.736±0.031 <sup>a</sup>	**
T4	0.532±0.022 <sup>ab</sup>	0.645±0.041 <sup>abc</sup>	Ns
T5	0.525±0.029 <sup>abc</sup>	0.662±0.039 <sup>abc</sup>	Ns
T6	0.493±0.017 <sup>abc</sup>	0.616±0.023 <sup>bc</sup>	**
T7	0.481±0.028 <sup>abc</sup>	0.618±0.024 <sup>bc</sup>	*
T8	0.404±0.019 <sup>bc</sup>	0.572±0.028 <sup>cd</sup>	**
T9	0.371±0.026 <sup>c</sup>	0.561±0.027 <sup>cd</sup>	***
T10	0.390±0.018 <sup>bc</sup>	0.578±0.034 <sup>c</sup>	**
T11	0.396±0.071 <sup>bc</sup>	0.562±0.036 <sup>cd</sup>	Ns
T12	0.406±0.090 <sup>bc</sup>	0.471±0.022 <sup>de</sup>	Ns
T13	0.455±0.107 <sup>abc</sup>	0.407±0.064 <sup>e</sup>	Ns
P-Value	**	***	

Ns: önemli değil; \*: P&lt;0.05; \*\*: P&lt;0.01; \*\*\*: P&lt;0.001

a, b, c, d, e: Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasında fark önemlidir.

**Tablo 18.** SG/SA oranlarının erkek ratlarda 1. ve 5. aydaki istatistiksel değerleri

Segmentler	SG/SA 1 aylık	SG/SA 5 aylık	1-5 aylık karşılaştırma P-değeri
T1	0.840±0.178 <sup>c</sup>	0.329±0.021 <sup>g</sup>	*
T2	0.574±0.057 <sup>c</sup>	0.329±0.026 <sup>g</sup>	**
T3	0.631±0.039 <sup>c</sup>	0.321±0.022 <sup>g</sup>	***
T4	0.774±0.088 <sup>c</sup>	0.447±0.086 <sup>fg</sup>	*
T5	0.837±0.100 <sup>c</sup>	0.416±0.069 <sup>fg</sup>	*
T6	0.939±0.079 <sup>bc</sup>	0.450±0.051 <sup>fg</sup>	**
T7	1.085±0.106 <sup>bc</sup>	0.500±0.048 <sup>efg</sup>	*
T8	1.377±0.118 <sup>ab</sup>	0.589±0.077 <sup>def</sup>	**
T9	1.422±0.131 <sup>ab</sup>	0.729±0.075 <sup>cd</sup>	**
T10	1.391±0.205 <sup>ab</sup>	0.676±0.073 <sup>cde</sup>	*
T11	1.427±0.267 <sup>ab</sup>	0.817±0.061 <sup>bc</sup>	Ns
T12	1.649±0.261 <sup>a</sup>	1.014±0.104 <sup>ab</sup>	Ns
T13	1.457±0.276 <sup>ab</sup>	1.058±0.118 <sup>a</sup>	Ns
P-Value	***	***	

Ns: önemli değil; \*: P&lt;0.05; \*\*: P&lt;0.01; \*\*\*: P&lt;0.001

a, b, c, d, e, f, g: Aynı sütunda farklı harfle ifade edilen ortalamalar arasında fark önemlidir.

Tüm torakal segment hacim değerleri ele alındığında 1 aylık ve 5 aylık erkek ratlar arasında incelenen tüm segmentler bakımından T2, T4, T5, T6, T7, T10, T11, T13 segment'lerinde istatistiki olarak bir fark bulunmadığı gözlemlendi. 1 aylık ratların torakal segmentleri incelendiğinde en yüksek değer T7 segment'ine ait olduğu ve T6 segment'ine kadar segment sayısı arttıkça segment değerinin de arttığı tespit edildi. 1 aylık erkek ratlarda T3, T4, T6, T9, T10 segment'leri arasındaki farkın önemli olmadığı fakat T1, T2, T5, T7, T8, T11, T12 ve T13 segment'leri arasında fark olduğu ve bu farkın da önemli olduğu belirtildi. 5 aylık erkek ratlarda ise segmentler arası karşılaştırmada fark önemsiz bulundu. Tüm torakal segment hacmi açısından 1 aylık ve 5 aylık ratlar arasında yapılan karşılaştırmada T1, T8, T9, T12 segment'leri açısından fark önemli bulundu (p<0.05). Ayrıca T3 segment'i için de farkın önemli olduğu gözlemlendi (p<0.01). Oysaki yapılan bu karşılaştırmada T1, T4, T5, T6, T7, T10, T11 ve T13 için ise segmentler arası farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptandı.

Bu çalışmada medulla spinalis'in torakal segmentleri diseke edilirken medulla spinalis bir bütün halinde columna vertebralis'ten ayırt edilmemiştir. Çünkü columna vertebralis'in torakal vertebralrı torakal segmentlerin isimlendirilmesinde yardımcı oldu. Begum ve ark. [16] medulla spinalis'i columna vertebralis ile birlikte segmentlerine ayırmışlardır. Bizim çalışmanın diseksiyon aşaması, Begum ve ark. [16] tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Ratta 13 adet torakal vertebranın olduğu bildirilmiştir [17, 18]. Yapılan farklı çalışmalarda ratların torakal segment sayısının torakal vertebra sayısı ile eşit olduğu, 13 adet torakal segment şeklinde tespit edilmiştir [5, 19-21]. Yapılan bu çalışmada da torakal vertebra ve torakal segment sayısının birbirine eşit olup bu sayının da 13 olduğu saptanmıştır.

Rahım ve ark., [22] yapmış oldukları çalışmada fiziksel disektör kullanarak, Cavalieri Prensibi yöntemi ile streptozosine uygulanan ratların torakal segmentlerinde motor nöron sayısını belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da fiziksel disektör kullanılarak, Cavalieri Prensibi ile torakal segment hacimleri tespit edildi.

Leghorn ırkı tavuklarda intumescentia cervicalis'in C13, C14, C15, T1, T2 tarafından oluşturulduğu tespit edilmiştir [23]. Baumel [24], Hazıroğlu ve ark. [25] kanatlılarda intumescentia cervicalis'in son üç servikal ve ilk iki torakal segment tarafından meydana getirildiğini rapor etmişlerdir. Nickel ve ark. [26] ise son iki cervical ile T1, T2, bazen de T3 tarafından meydana getirildiğini ifade etmiştir. Ratların servikal segmentlerinde hacim değerlendirilmesi üzerine yapılan stereolojik bir çalışmada en yüksek hacim değerinin C2 ve C4 segment'lerine ait olduğu fakat bu yükselmelerin C3 ve C5 segment'lerinde de var olduğu saptanmıştır [27]. Yapılan bu çalışmada her ne kadar T1, T2, T3 segment'lerine ait olan hacim değerleri hesaplanmış olsa da hacim bakımından medulla spinalis bir bütün olarak değerlendirilmediğinden net ifade kullanılmadı.

Leghorn ırkı tavukların medulla spinalis'lerinin transversal kesitleri üzerinde gerçekleştirilen araştırmalarda hacim hesaplamaları sonucunda substantia alba'nın toplam hacmi dişilerde  $1007 \pm 127$  mm<sup>3</sup>, erkeklerde ise  $1400.7 \pm 94.1$  mm<sup>3</sup> olarak saptanmıştır. Substantia grisea'nın toplam hacmi ise dişilerde  $241.4 \pm 26.8$  mm<sup>3</sup> ve erkeklerde ise  $311.4 \pm 23.4$  mm<sup>3</sup> olarak saptanmıştır. Bununla birlikte substantia grisea'nın toplam hacminin medulla spinalis'in toplam hacmine oranı dişilerde  $\%19.36 \pm 0.882$ , erkeklerde ise  $\%18.19 \pm 0.706$  olarak hesaplanmıştır [23].

Yapılan bu çalışmada, 1 aylık erkek ratlarda substantia alba'nın toplam hacmi  $0.861$  mm<sup>3</sup> olarak hesaplanır iken 5 aylık erkek ratlarda substantia alba'nın toplam hacmi  $1.081$  mm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte 1 aylık erkek ratlarda substantia grisea'nın toplam hacim değeri  $0.662$  mm<sup>3</sup>, 5 aylık erkek ratlarda ise substantia grisea'nın hacim değeri  $0.591$  mm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Bu değerler göz önüne alındığında substantia grisea'nın toplam hacim değerinin 5 aylık erkek ratlarda azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca 1 aylık erkek ratlarda substantia grisea'nın hacim değerinin 5 aylık erkek ratların substantia grisea hacim değerinden daha yüksek olduğu kaydedilmiştir.

Rahmanifar ve ark. [28] ergin deve kuşunda pars thoracalis'in en az substantia grisea'ya sahip olduğunu pars cervicalis'in ise pars thoracalis'e göre nispeten daha fazla substantia grisea içerdiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada ise substantia grisea hacim değerinin substantia alba hacim değerinden düşük olduğu dikkati çekerken, elde edilen bulguların deve kuşundaki bulgulara benzerlik gösterdiği görüldü.

Leghorn ırkı tavuklarda gerçekleştirilen çalışmada [23] dişilerde substantia grisea hacim oranının pars caudalis'te ve pars lumbosacralis'te yüksek olduğu gözlenirken, erkeklerde bu oranın en fazla pars caudalis'te yüksek olduğu kaydedilmiştir. Rahmanifar ve ark. [28] devekuşunda yaptıkları çalışmada substantia grisea'nın pars lumbalis'te en yoğun olduğunu tespit etmişlerdir. Bolat ve Tıprıdamaz [23] Leghorn ırkı tavuklarda dişi ve erkek bireylerde substantia grisea'nın tüm medulla spinalis'e olan oranının en az olduğu bölümün pars cervicalis olduğunu, en yüksek oranın ise pars thoracalis'te olduğunu saptamıştır.

Yapılan bu çalışmada ise 1 aylık erkek ratlarda substantia grisea hacmi'nin tüm torakal spinal segmentin hacmine oran ortalaması  $0.475$  olarak hesaplandı. 5 aylık erkek ratlarda ise bu oran  $0.328$  olarak kaydedildi. 1 aylık erkek ratlara ait olan bu oranın 5 aylık erkek ratlara ait olan orandan yüksek olduğu, ergin ratlarda bu oranın düştüğü ve bunun yanı sıra substantia grisea hacim değerinin 5 aylık erkek ratlar ile 1 aylık erkek ratların arasında çok az farkın olduğu saptandı. Ayrıca yapılan bu çalışmada sadece ratta torakal segment hacim değerleri ortaya konulduğundan hacim değerleri açısından diğer bölüm segmentleriyle karşılaştırma fırsatı bulunamadı.

Leghorn ırkı tavukların medulla spinalis'i üzerine optik disektör ile yapılan stereolojik çalışmada bireyler arası varyasyon Coefficient of Variation (CV) değerleri hesaplanmış ve  $0.5$ 'in altında bulunmuştur. Aynı çalışmada Coefficient of Error (CE) değerleri de  $0.05$ 'in altında tespit edilmiştir. Böylelikle çalışmada kullanılan hayvan sayısı ve kesit sayısının yeterli olduğu ortaya konulmuştur. Rağbetli ve ark. [29]'nın düşük dozdaki diklofenak sodyumun doğum öncesi ratların T13 segment'indeki nöronlar üzerine etkisinin araştırılması üzerine yapmış oldukları çalışmada motonöron



sayısının değişmediğini ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda bu çalışmada CE ve CV değerlerini hesaplamışlardır. CE değerlerinin 0.05'in altında CV değerlerinin ise 0.5'in altında olduğunu bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada ise CV değerleri hesaplanarak 0.5'in altında tespit edildi. CE değerleri de 0.05'in altında hesaplandı. Böylece yapılan çalışmada hayvan sayısı ve kesit sayısının yeterli olduğu ve çalışmanın hesaplamalar açısından güvenilir olduğu ortaya konulmuştur.

Medulla spinalis'in lumbal segmentlerinde kesit, substantia alba ve substantia grisea alanları ve alan oranları at, maymun, merkep, insan ve rat üzerinde yapılan morfometrik çalışmalarda birer değişken olarak sunulmuştur [30-34].

#### **4. Sonuç ve Öneriler**

Hacim değerlerinin hesaplanmasında birçok çalışmada stereoloji yöntemi kullanılmıştır. Stereoloji biyolojik objelerin üç boyutlu yapılarını, iki boyutlu kesitlerden elde edilmiş olan verilerden gerçekte var olan üç boyutlu özellikler hakkında yorumların yapılmasına imkân tanımış olan bir metottur. Kesitler, herhangi bir yapının içinden geçen ve o yapının bileşenleri ile kesişmiş olan düzlemler olarak düşünüldüğünde incelenen yapıya ait olan bileşenleri, bu kesitlerde kapsamış olduğu uzunluğun sayısı, büyüklük, alan ayrıca hacim oranıyla ilişkili bir şekilde iz düşümler meydana getirmektedir. Yapıyı oluşturan bileşenler ile ilgili bilgi bu iz düşümler vasıtasıyla elde edilmektedir. Stereoloji yöntemi ile yapılan çalışmalarda gerçeğe yakın verilere ulaşabilmek ve hata payını bertaraf edebilmek mümkündür.

Sonuç olarak bu çalışmada morfolojik ve stereolojik yöntemler kullanılarak, 1 aylık ve 5 aylık erkek ratların medulla spinalis'lerinin torakal segmentlerinin tamamına ait olan ve substantia alba ve substantia grisea hacim ve hacim oranlarına ait değerler hesaplanmış ve elde edilen veriler tablolar halinde verilmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonuçları ile mevcut literatüre katkıda bulunulabileceği düşünülmektedir. Ayrıca ileride yapılacak olan çalışmalara öncülük edeceği kanaatindeyiz.

#### **Teşekkür**

Bu çalışma Asiye ARKAÇ TOYRAN'ın Yüksek Lisans Tezi'nden özetlenmiş olup, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından TYL-2018-7350 numaralı proje ile desteklenmiştir.

#### **Yazarların Katkısı**

Çalışmada tüm yazarlar eşit oranda katkı sunmuştur.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yapılan çalışmada, araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

#### **Kaynaklar**

- [1] Rudolf H. 1986. Anatomy and embriology of laboratory rat. BioMed Verlag, Wörthsee, 1-17.
- [2] Dursun N. 2000. Veteriner Anatomi III. Medisan Yayınevi, Ankara, 15-23.
- [3] Arıncı K., Elhan A. 2001. Anatomi. 3. Basım, Güneş Kitapevi, Ankara, 59-65.
- [4] Yıldırım M., Temel Nöroanatomi. 1. Basım, Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul, 39-52.
- [5] Zeman W., Maitland J.M. 1963. Cragie's Neuroanatomy of the Rat (Revised and expanded). Innes, Academic Press Inc., New York, 230.
- [6] Bahadır A., Yıldız H. 2010. Veteriner Anatomi Hareket Sistemi ve İç Organlar. 3. Basım, Ezgi Kitapevi, İstanbul, 37-56.
- [7] Dursun N. 2008. Evcil Kuşların Anatomisi. Medisan Yayınevi, Ankara, 97-98.

- [8] Moore K.L., Persaud T.V.N. 2009. Embriyoloji ve doğum defektlerinin temelleri. (Çeviri: Müftüoğlu S., Atilla P., Kaymaz F.) 7. Basım, Güneş Tıp Kitabevi, Ankara.
- [9] Unur E., Ülger H., Ekinçi N. 2002. Anatomi. Ufuk Kitabevi, Kayseri.
- [10] Schoenen J., Faull R.L.M. 2004. Spinal cord cyto and chemoarchitecture. In: George Paxinos JKM, editör, The human nervous system. 2 ed., Elsevier academic press, London, 190-228.
- [11] Baddeley A.J. 1991. Stereology. In: Spatial statistics and digital image analysis. Washington DC, Nat. Res. Co., 181-216.
- [12] Cruz-Orive L.M. 1993. Systematic sampling in stereology. Bull. Int. Statistic Institu, 451-468.
- [13] Mouton P.R. 2002. Principles and practices of unbiased stereology. John Hopkins University Press, 5-6.
- [14] Bancroft J.D, Stevens A., Turner D.R. 1996 Theory and Practice of Histological Technique. Fourth edition, Churchill Livingstone, 15: 76-81.
- [15] Cruz-Orive LM., Weibel E.R. 1990. Recent stereological methods for cell biology: a brief survey. Am J Physiol. Lung Cellular and Molecular Physiology, 258: 148-156.
- [16] Begum F., Zhu W., Namaka M.P., Frost E.E. 2010. A novel decalcification method for adult rodent bone for histological analysis of peripheral-central nervous system connections, 187 (1): 59-66.
- [17] Chiasson R.B. 1994. Laboratory anatomy of the white rat. 5th ed., WCB McGraw-Hill, Boston.
- [18] Ekim O., Oto Ç. 2015. Ratta Toraks Anatomisi. J Clic and Anal Med., 17-21.
- [19] Waibl H. 1973. Zur Topographie der Medulla spinalis der Albinoratte (*Rattus norvegicus*). Adv. Anat. Embryol. Cel., 47: 5-42.
- [20] Fitzgerald M.J.T. 1987. Anatomy and embryology of the laboratory rat. J Anat., 153: 256.
- [21] Paxinos G. 2004. The Rat Nervous System. 3. Basım, Prince of Wales Medical Research Institute, The University of New South Wales Sydney, Australia.
- [22] Rahım O.O., Çölçimen N., Rağbetli M.Ç. 2019. The effects of streptozotocin on spinal cord motor neurons count in rat: a stereological study. East J Med., 24 (2): 141-145.
- [23] Bolat D., Tıprıdamaz S. 2011. Leghorn ırkı kanatlılarda medulla spinalis'in stereolojik metodlar ile incelenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [24] Baumel E. 1966. Evcil hayvanların komparatif nörolojisi. A.Ü Vet. Fak Yayınları, 203-289.
- [25] Hazıroğlu R.M., Orhan I.O., Yıldız D., Gultiken M.E. 2001. Morphology of the spinal cord in the chicken, duck and pigeon. Turk J Vet Anim Sci., 25 (6): 913-920.
- [26] Nickel R., Schummer A., Seiferle E., Siller W., Wight P. 1977. Anatomy of the domestic birds. Parey New York, Springer-Verlag, Berlin.
- [27] Candan M., Çakmak G. 2017. Bir aylık ve beş aylık erkek ratlarda medulla spinalis'in servikal segmenti üzerine yapılan morfolojik ve stereolojik bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.
- [28] Rahmanifar F., Mansouri S., Ghazi S. 2008. Histomorphometric study of the spinal cord segments in the chick and adult male ostrich (*Struthio camelus*). Iranian J Vet Res IJVR. 25 (9): 336-340.
- [29] Rağbetli M.Ç., Kara M., Çölçimen N., Koyun N., Çakmak G., Akyol V., Deniz O.G., Yurt K.K. 2018. Prenatal exposure to low-dose diclofenac sodium does not affect total neuron numbers in spinal segment T13 in rats. J Chem Neuroanat., 87: 49-53.
- [30] Braun A. 1950. Der segmentale feibau des rückenmarks des pferdes. Acta Anat Basel, 10: 1-76.
- [31] Thomas C., Combs C.M. 1965. Spinal cord segments. B. Gross structure in the adult monkey. Am J Anat., 116 (1): 205-216.
- [32] Öcal M., Hazıroğlu R.M. 1988. Merkebin (*Equus asinus* L.) medulla spinalis'i üzerinde komparatif morfolojik araştırmalar. I Segmentlerin transversal kesitlerinin incelenmesi. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 35: 55-68.
- [33] Ko H., Park J.H., Shin Y.B., Beak S.Y. 2004. Gross quantitative measurements of spinal cord in human. Spinal Cord, 42: 35-40.
- [34] Pontiansky L., Barbeito C.G., Goya R.G., Gimeno E.J., Zuccolilli G.O. 2004. Morphometry of cervical segments grey matter in the male rat spinal cord. J Neu Meth., 139: 217-229.