



ORIGINAL  
INVESTIGATION  
ÖZGÜN  
ARAŞTIRMA

# Estimation of Cerebral Surface Area of the Newborn Brain Using Stereological Methods

## Yenidoğanlarda Beyin Yüzey Alanının Stereolojik Olarak Hesaplanması

Özlem Özçelik<sup>1</sup>, Niyazi Acer<sup>1</sup>, Selim Doğanay<sup>2</sup>, Tolga Ertekin<sup>1</sup>, Şerife Çınar<sup>1</sup>

ABSTRACT  
ÖZET

**Objective:** In this study, normal values of the newborn brain's volume and surface area were calculated for the early diagnosis of disease related to the central nervous system which may develop in newborns.

**Materials and Methods:** In this study we investigated MRI images of 5 newborn cadavers. Stereologic measurements were performed to calculate the volume and surface area of the brain. We used Archimedes principle as a gold standard and the point counting method as a stereologic method for volume estimation of the newborn brains. Cycloid probe was superimposed on images, which were obtained by using the vertical section method, for surface area estimation of the brain and then results were obtained.

**Results:** We estimated the mean cerebral volume as  $246 \pm 79.4$  cm<sup>3</sup> and  $256 \pm 71.1$  cm<sup>3</sup>, by the point counting technique and gold standard, respectively. We estimated cerebral surface area using the vertical section method in 4 orientations, the results were  $210 \pm 41$ ,  $202 \pm 36.4$  cm<sup>2</sup>,  $267 \pm 41$  cm<sup>2</sup> and  $293 \pm 52.6$  cm<sup>2</sup> two post processing, coronal and sagittal planes, respectively.

**Conclusion:** We consider that our study will be a good source for similar studies performed in future.

**Key words:** Brain, volume, surface area, cavalieri principle, stereology

**Amaç:** Bu çalışmada, yenidoğanlarda beyin hacmini ve yüzey alanını hesaplayarak, oluşabilmesi muhtemel santral sinir sistemi hastalıklarının erken dönemde teşhis edilebilmesi için normal değerlerin elde edilmesi amaçlandı.

**Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışmada 5 adet yenidoğan kadavra-sına ait MRI görüntüleri incelendi. Görüntüler üzerinden beyin hacmini ve yüzey alanını hesaplayabilmek için stereolojik ölçümler yapıldı. Beyin hacmini hesaplayabilmek için stereolojik bir yöntem olan nokta sayım yöntemi ve altın standart olarak kabul edilen Arşimet prensibi kullanıldı. Beyin yüzey alanını hesaplayabilmek için ise vertical section tekniği ile alınan görüntüler üzerine sikloid sonda atıldı ve sonuçlar elde edildi.

**Bulgular:** Çalışmamızda, MRI görüntülerinden Cavalieri yöntemiyle elde edilen hacim değeri ve altın standart olarak bilinen Arşimet prensibiyle elde edilen hacim değeri sırasıyla  $246 \pm 79,4$  cm<sup>3</sup> ve  $256 \pm 71,1$  cm<sup>3</sup> olarak hesaplandı. Dikey kesit metodu kullanılarak beyin yüzey alanı 4 oryantasyonda hesaplandı; sonuçta iki post processing, koronal ve sagittal planda sırasıyla  $202 \pm 36,4$  cm<sup>2</sup>,  $210 \pm 41$  cm<sup>2</sup>,  $267 \pm 41$  cm<sup>2</sup> ve  $293 \pm 52,6$  cm<sup>2</sup> olarak tespit edildi.

**Sonuç:** Çalışmamızın benzer konularda yapılacak olan çalışmalara kaynak olacağı kanaatindeyiz.

**Anahtar kelimeler:** Beyin, hacim, yüzey alanı, cavalieri prensibi, stereoloji

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye

Available Online Date/  
Çevrimiçi Yayın Tarihi  
15.07.2013

Submitted/Geliş Tarihi  
26.08.2011

Accepted/Kabul Tarihi  
28.01.2013

Correspondance/Yazışma  
Dr. Özlem Özçelik  
Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, 38039 Kayseri, Türkiye  
Phone: +90 539 234 42 65  
e.mail:  
ozlem-ozcelik@windowslive.com

©Copyright 2013  
by Erciyes University School of  
Medicine - Available on-line at  
www.erciyesmedicaljournal.com  
©Telif Hakkı 2013  
Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Makale metnine  
www.erciyesmedicaljournal.com  
web sayfasından ulaşılabilir.

## Giriş

İnsan beyni yaklaşık 1400 gr kadar olup, tüm vücut ağırlığının %2'si kadardır. Yenidoğanda bu oran %10'a kadar çıkmaktadır (1, 2). Yenidoğan beyni erişkin beyninin 1/3-1/4'ü kadardır (3). İnsanda beyin gelişim süreci embriyonal dönemde başlar ve yaklaşık 15 yıl boyunca sürer. Büyüme oranı intrauterin yaşamda ve ilk postnatal aylarda oldukça hızlıdır (4). Son yirmi yılda yapılan çalışmalarda genç erişkin beyninin toplam hacminin yaklaşık olarak %90 kadarının 5 yaşına kadar kazanıldığı belirtilmiştir. Total beyin hacminin maksimuma ulaşması erken adölesan dönemde olmaktadır (5).

Beyin hacmi birçok hastalık için gerek çocuklarda gerek yetişkinlerde önemlidir. Otizm, hiperaktivite bozukluğu, şizofreni, multiple skleroz, epilepsi, preterm doğum, fragile X sendromu, tourette sendromu ve ileri yaşlarda da Alzheimer gibi birçok hastalıkta yapılan çalışmalarda beyin hacmindeki değişimler vurgulanmaktadır (6, 7). Gelişim döneminde oluşan herhangi bir problem sinir sisteminde kalıcı hasarlara yol açabilir. Özellikle epilepsi, şizofreni, Williams sendromu ve kortikal gelişimsel malformasyonlar gibi bazı nörolojik hastalıklarda beyin yüzey alanındaki değişiklikler de önemli olabilmektedir (7-11).

Beyin fonksiyonlarının incelenmesinde hacim ve yüzey alanı önemli veriler olarak kullanılmaktadır. Stereolojik olarak Cavalieri prensibi ile noktalı alan ölçüm cetveli kullanarak hacim hesaplaması ve vertical section (dikey kesit) tekniği ile sikloid sonda kullanılarak yüzey alanı hesaplaması tarafsız olarak yapılabilmektedir (12). Bu teknikte

önemli olan kesitlerin rastgele yani ayarlamadan başlamasıdır (13). Bu yöntem ilk olarak Baddeley tarafından 1986 yılında teorik olarak yapılabileceği ispatlanarak ortaya atılmıştır (12). Bu metodun normal Cavalieri metodu ile kombine yapılabileceği söylenmektedir (14).

Bu çalışmada stereolojik yöntemle yenidoğanlarda beyin hacmi ve yüzey alanının hesaplanması amaçlandı.

## Gereç ve Yöntemler

Çalışmamızda Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı laboratuvarında bulunan ve eğitim amacıyla kullanılan, morfolojik olarak kranial defekti bulunmayan ve ölüm raporunda merkezi sinir sistemi ile ilgili bir hastalığı olmayan, 5 adet yenidoğan kadavrası kullanıldı. Yenidoğan kavralarına ait beyinlerin, Magnetik Resonans Imaging (MRI) çekimleri yapıldıktan sonra MRI görüntüleri üzerinde hacim ve yüzey alanı hesaplaması yapıldı. Bunun için bilgisayar ortamında Hipax Patient CD Viewer V.1.6.6 programı kullanıldı. Beyin hacmi ve yüzey alanı hesaplamalarında beyincik ve beyin sapı hesaplamalara dahil edilmedi.

MRI protokolü: MRI morfometrik incelemesi, 1,5T Magnet (Philips Intera, Hollanda) cihazı ve standart kafa koili kullanılarak yapıldı. T1 ağırlıklı koronal planda alan ölçümü için interhemisferik hattan faydalanılarak (3 boyutlu) FFE (fast field echo) sekans alındı ve şu teknik faktörler uygulandı: TR (repetition time)=25 msn, TE (echo delay time)= 5 msn, FOV (field of view)=130x160, matriks=224x224, flip açısı 30 derece ve hacim için kesit kalınlığı=0,7 mm, gap=0 olarak belirlendi.

## Hacim Hesaplaması

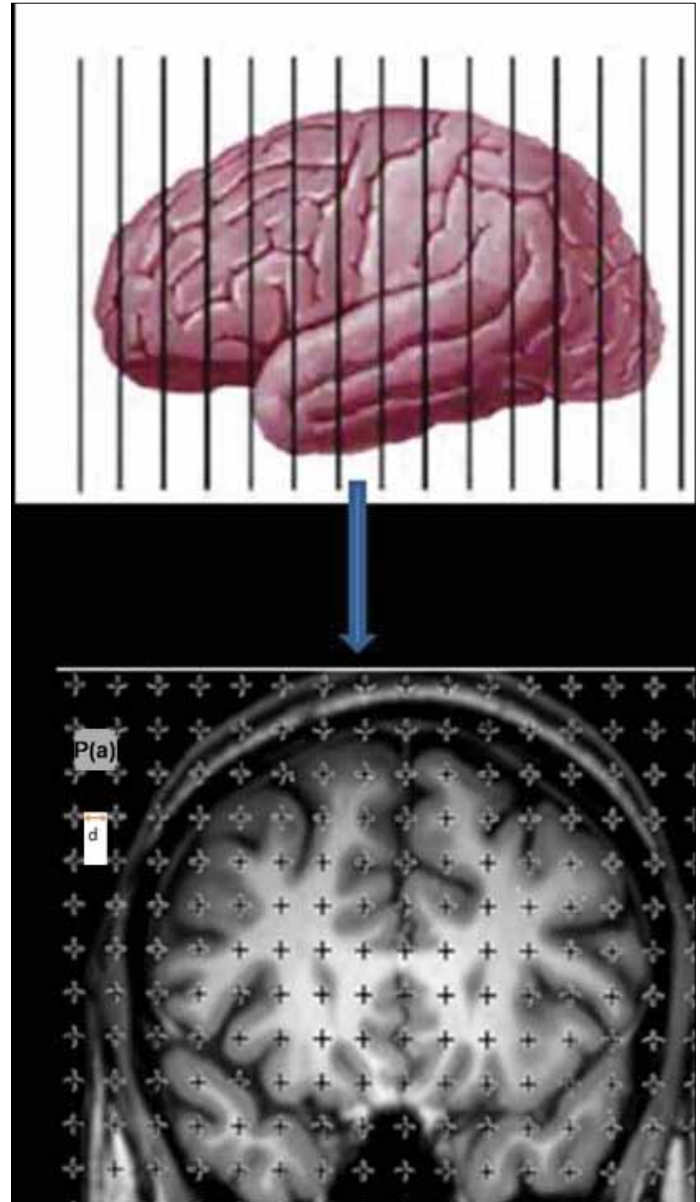
A) *Arşimet Prensi*: MRI çekimlerinden sonra kafatasları bistüri, pens ve makas kullanılarak uygun teknikler doğrultusunda açıldı ve yenidoğan kavralarının beyinleri çıkarıldı. Çıkarılan beyinler, içerisinde belirli bir miktar su bulunan beher içerisine sırayla atılarak, Arşimet prensibine göre, taşıdığı su hacmine göre gerçek beyin hacimleri hesaplandı

B) *Cavalieri metodu*: Stereolojik çalışmalarda hacim hesaplaması Cavalieri prensibine göre yapılmaktadır. Bunun için MRI görüntülerinden paralel seri kesitler (her kesit arası mesafe eşit olacak) alınır. Bu kesitlerin üzerine noktali alan ölçüm cetveli atılarak, alanı hesaplanacak cisim üzerine denk gelen noktalar sayılmaktadır (Resim 1). Alan ölçüm cetvelleri birbirinden eşit aralıklarla ayrılmış noktalardan oluşan sistematik nokta dizgeleridir (Resim 1). Cetvelde artı işaretlerinin merkezleri ile simgelenen her bir nokta P(a) ile gösterilen bir birim alanı temsil eder. Dolayısıyla, böyle bir cetvel rastgele olarak bir kesit yüzeyine atılırsa, kesit yüzeyi içerisine isabet eden noktaların sayısı, bize o yüzeyin kaç birim kare olduğunu gösterecektir.

Hacim hesaplaması yaparken aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

$$V(PC) = T \times \left[ \frac{SU \times d}{SL} \right]^2 \times \sum P$$

Bu formülde T kesit kalınlığını, d iki nokta arasındaki mesafeyi, SL görüntüdeki skalanın cetvel ya da kumpas ile ölçülen uzunluğunu,



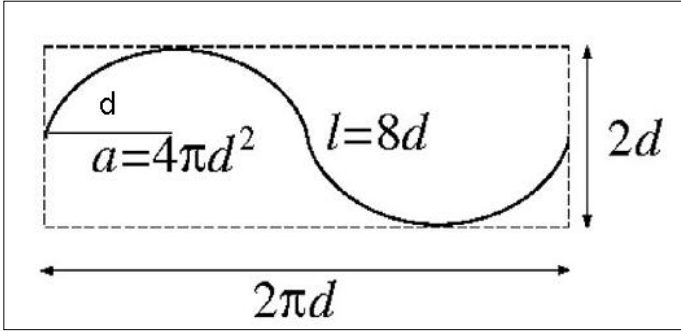
**Resim 1. MRI görüntülerinden paralel seri kesitler elde etme ve kesit üzerine noktali alan ölçüm cetveli atılması**

SU görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu ve  $\sum P$  ise kesit üzerinde sayılan toplam nokta sayısını ifade etmektedir.

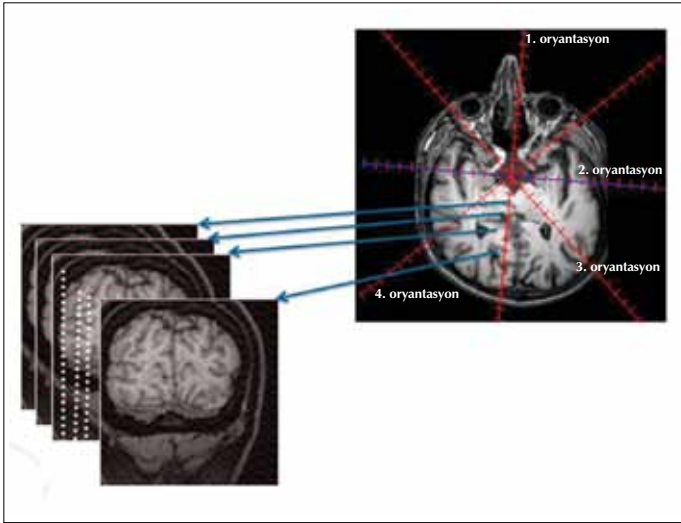
## Yüzey Alanı Hesaplaması

Dikey kesit tekniği ile yüzey alanı hesaplaması yapılmaktadır (15). Bu yöntem paralel seri kesitler (her kesit arası mesafe eşit olacak) içeren MRI görüntüleri üzerinde uygulanabilir. Bunun için kesit başlangıcı ve oryantasyonlarının rastgele başlaması gerekmektedir (16). Yaptığımız çalışmada MRI görüntülerini dört oryantasyona ayırdık. Bunun için koronal planda alınan kesitler 1. oryantasyon, sagittal planda elde edilen görüntüleri 2. oryantasyon ve her iki oryantasyon arasından geçen kesitlerden elde edilen görüntüleri ise post-processing (3-4) olarak tespit ettik (Resim 2).

Sikloid sonda literatürde belirtilen şekilde oluşturuldu (15) (Şekil 1). Dilimlere ayrılarak elde edilen beyin kesitleri üzerine sikloid sonda



Şekil 1. Bir sikloid sonda eğrisi



Resim 2. Beyinin dilimlere ayrılması

rastgele şekilde atıldı (Resim 3). Sikloid sondanın beyin yüzeyine denk gelen noktaları sayıldı. Her bir kesit için bu işlem 3'er kez tekrarlandı ve aşağıdaki formül ile yüzey alanı (S) hesaplandı.

$$S = 2xTx \left( \frac{a/l \times SU}{SL} \right) \times \sum I$$

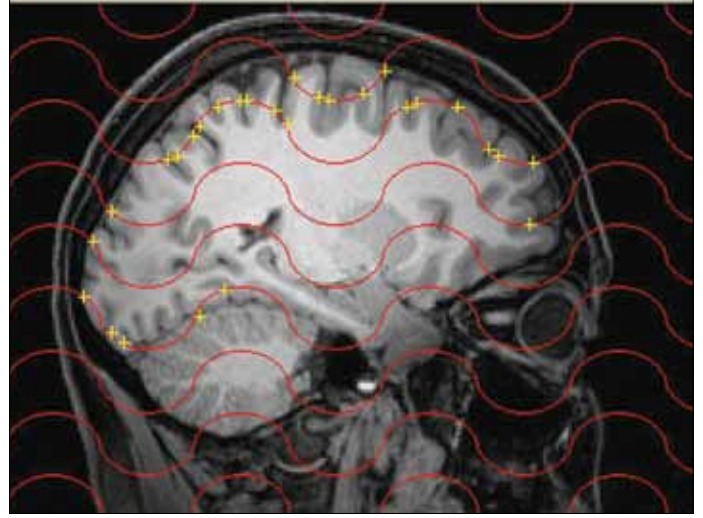
Bu formülde T kesit kalınlığını, a/l sikloid sondada iki nokta arası mesafeyi, SL görüntüdeki skalanın cetvel ya da kumpas ile ölçülen uzunluğunu, SU görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu ve  $\sum I$  ise kesit üzerinde kesişen nokta sayısını ifade etmektedir.

#### Hata Katsayısı (CE)

Stereolojik hesaplamalarda yapılan işlemin hata katsayısı aşağıdaki formül ile hesaplandı (15, 17):

$$CE = \left( \sum_{i=1}^n A_i \right)^{-1} \times \left[ \frac{1}{12} \left( 3 \sum_{i=1}^n A_i^2 + \sum_{i=1}^{n-2} A_i A_{i+2} - 4 \sum_{i=1}^{n-1} A_i A_{i+1} \right) \right]^{1/2}$$

Bu formülde  $A_i$ ; sikloid sondanın kesitteki beyin yüzeyi ile kesiştiği toplam nokta sayısını vermektedir. Formülde yerine konulan değerler hesaplandıktan sonra 100 ile çarpıldı ve yüzey alanı hata katsayısı hesaplandı.



Resim 3. Sikloid sondanın kesit üzerine rastgele atılması ve yüzeye denk gelen noktalar

#### İstatistiksel Değerlendirme

Ölçüm sonuçları SPSS 15,0 istatistik paket programına girilerek aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri elde edildi. Elde edilen hacim ve yüzey alanı değerleriyle boy, kilo, baş çevresi, genişliği ve yüksekliği arasında Spearman korelasyon testi yapıldı.  $P < 0,05$  altı anlamlı kabul edildi.

#### Bulgular

Yenidoğan kadvralarında Arşimet prensibine göre yapılan hacim hesaplamalarında ortalama hacim değeri  $256 \pm 71,1 \text{ cm}^3$  olarak tespit edildi. Yenidoğan beyinlerinden  $0,7 \text{ mm}$ 'lik kesit kalınlığında, üç planda (koronal, aksiyal ve sagittal) alınan MRI görüntüleri üzerine  $22 \text{ mm}$  ve  $9 \text{ mm}$ 'lik noktali alan ölçüm cetveli atılarak Cavalieri prensibine göre hacim hesaplaması yapıldı.  $22 \text{ mm}$ 'lik cetvel kullanılarak elde edilen hacim değerleri koronal planda  $231 \pm 73,1 \text{ cm}^3$ , aksiyal planda  $226 \pm 87,3 \text{ cm}^3$  ve sagittal planda  $223 \pm 78,8 \text{ cm}^3$  olarak belirlendi. Bu oryantasyonlar arasında yaklaşık olarak  $\pm 10 \text{ cm}^3$ 'lük bir fark olduğu gözlemlendi.  $9 \text{ mm}$ 'lik cetvel kullanılarak alınan sonuçlarda ise koronal planda  $244 \pm 77,8 \text{ cm}^3$ , aksiyal planda  $239 \pm 93,4 \text{ cm}^3$  ve sagittal planda  $234 \pm 83,4 \text{ cm}^3$  olarak hesaplandı. Oryantasyonlar arasındaki farkın  $9 \text{ mm}$ 'lik cetvelde biraz daha az olduğu belirlendi (Tablo 1).

Arşimet prensibine göre elde edilen hacim değerleri ile Cavalieri prensibine göre elde edilen hacim değerleri karşılaştırıldığında metodlar arasında istatistiksel olarak fark belirlenmedi ( $p > 0,05$ ). Beyin hacmi için Arşimet prensibi ile Cavalieri metodu (koronal planda) arasındaki uyumluluğu Bland-Altman testi uygulayarak değerlendirdiğimizde iki metod arasındaki farklılığın  $-29,9$  ile  $53,5$  arasında değiştiği belirlendi (Grafik 1). Diğer planlarda (aksiyal ve sagittal) metodlar arasındaki farklılıklar Grafik 2 ve 3'de gösterilmektedir.

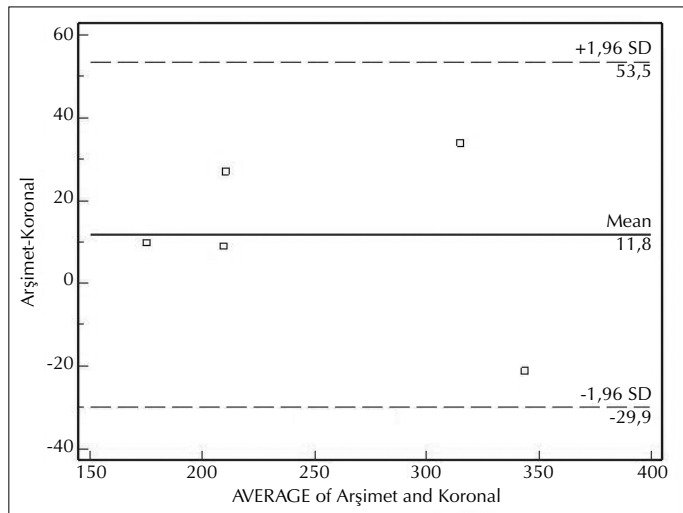
Yenidoğan kadvralarına ait beyinlerin MRI çekimlerinden elde edilen post processing kesitler ile koronal ve sagittal plandaki kesitler arasındaki yüzey alanı ölçümlerine göre, koronal ve sagittal kesitlerde elde edilen değerlerin birbirine daha yakın olduğu, post processing çekimlerde bu oranın biraz daha birbirinden uzaklaştığı belirlendi. Yüzey alanı ortalama değeri post processing 1'de

**Tablo 1. Yeni doğan beyinlerini her üç planda 9 ve 22 mm'lik noktali alan ölçüm cetveli ile tahmin edilen hacim değerleri (cm<sup>3</sup>) (t=0,7 mm)**

	Arşimet prensibi	Koronal		Aksiyal		Sagittal	
		22 mm	9 mm	22 mm	9 mm	22 mm	9 mm
1	333	334	354	344	371	323	343
2	180	162	170	145	152	170	174
3	214	200	205	214	230	203	211
4	224	180	197	146	154	136	146
5	332	281	298	285	290	287	298
Ort±SD	256±71,1	231±73,1	244±77,8	226±87,3	239±93,4	223±78,8	234±83,4

**Tablo 2. Çalışmaya alınan bebeklerin 4 oryantasyona göre yüzey alanı değerleri (cm<sup>2</sup>)**

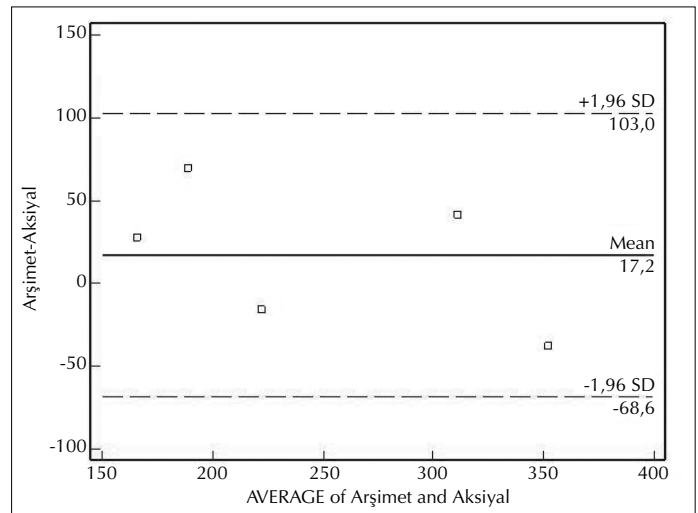
Bebek No	Oryantasyon			
	Post Processing 1	Post Processing 2	Koronal	Sagittal
1	239	263	288	241
2	164	171	287	254
3	185	192	206	305
4	179	182	312	290
5	243	246	246	375
Ort±SD	202±36,4	210±41	267±41	293±52,6

**Grafik 1. Arşimet prensibine ve Koronal planda nokta sayımı metoduyla elde edilen hacim değerlerinin Bland-Altman testi ile analizi**

202±36,4 cm<sup>2</sup>, post processing 2'de 210±41 cm<sup>2</sup>, koronal kesitlerde 267±41 cm<sup>2</sup>, sagittal kesitlerde de 293±52,6 cm<sup>2</sup> olarak hesaplandı (Tablo 2). Bu çalışmada hata katsayısı %0,76 olarak bulundu.

### Tartışma

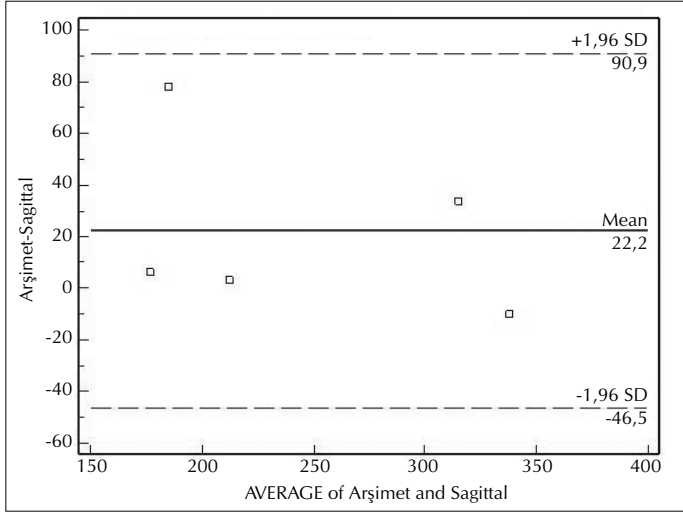
Beyin hacmi ve yüzey alanı, otizm, hiperaktivite bozukluğu, şizofreni, multiple skleroz, epilepsi, preterm doğum, fragile X sendromu, tourette sendromu ve ileri yaşlarda da Alzheimer gibi (6,7) birçok hastalık için önemlidir. Günümüzde hacim ve yüzey alanı tahminlemesi yapmak için stereolojik yöntemler kullanılmaktadır.

**Grafik 2. Arşimet prensibine ve Aksiyal planda nokta sayımı metoduna göre elde edilen hacim değerlerinin Bland-Altman testi ile analizi**

Stereoloji, üç boyutlu örneklerin iki boyutlu kesitlerinden, onların gerçekteki üç boyutlu özellikleri ile ilgili yorumlar yapılmasını sağlayan bilim dalıdır (18). Bu teknik kullanılarak MRI ve Bilgisayarlı Tomografi (CT) görüntüleri üzerinde hacim ve yüzey alanı tahminleri sağlam ve güvenilir bir şekilde yapılabilir (13).

Mazonakis ve arkadaşları (19) 56-81 yaşları arasındaki 16 kişinin CT filmleri üzerinde stereolojik ve planimetrik metotla kafa içi hacmini hesaplamıştır. Bu çalışmada; stereolojik metotla yaptıkları ölçümlerde kafa içi hacmi 1323±180,7 cm<sup>3</sup>, planimetrik metotla yaptıkları ölçümlerden (1329±168,5 cm<sup>3</sup>) farklı bulunmamıştır.





**Grafik 3. Arşimet prensibine ve Sagittal planda nokta sayımı metoduna göre elde edilen hacim değerlerinin Bland-Altman testi ile analizi**

Ronan ve arkadaşlarının (20); 20 kişi üzerinde yaptıkları çalışmada beyin yüzey alanını  $1821 \pm 149 \text{ cm}^2$  ve  $1794 \pm 159 \text{ cm}^2$ ; beyin hacmini ise  $1114 \pm 82 \text{ cm}^3$  ve  $1109 \pm 90 \text{ cm}^3$  olarak hesaplamıştır. Cinsiyet ayrımı yapıldığında ise beyin hacmi ve yüzey alanı erkeklerde  $1138 \text{ cm}^3$ ,  $1861 \text{ cm}^2$ ; bayanlarda  $1091 \text{ cm}^3$ ,  $1782 \text{ cm}^2$  olarak hesaplamıştır. Acer ve arkadaşları (21) ise 19-77 yaş arası 30 normal bireyin CT filmleri üzerinde beyin hacmini hesaplamıştır. İntrakranial hacmi; antropometrik ölçümlerle erkekte  $1416 \pm 64 \text{ cm}^3$ , bayanda  $1291 \pm 152 \text{ cm}^3$ , nokta sayımı yöntemi ile erkekte  $1474 \pm 93 \text{ cm}^3$ , bayanda  $1252 \pm 72 \text{ cm}^3$ , planimetrik yöntemle erkekte  $1492,1 \pm 74 \text{ cm}^3$ , bayanda  $1319,6 \pm 100 \text{ cm}^3$  olarak tespit etmişlerdir.

Knickmeyer ve arkadaşları (22) yenidoğan grubunda 84, 1 yaş grubunda 34 ve 2 yaş grubunda 26 olmak üzere toplam 140 çocuk üzerinde yaptıkları çalışmada total beyin hacmini; yenidoğanda  $425 \text{ cm}^3$ , 1 yaş grubunda  $856 \text{ cm}^3$ , 2 yaş grubunda  $984 \text{ cm}^3$  olarak tespit etmiştir. Serebral hemisfer hacmini yenidoğanda  $371 \text{ cm}^3$ , 1 yaş grubunda  $700 \text{ cm}^3$ , 2 yaş grubunda  $805 \text{ cm}^3$  olarak tespit etmişlerdir.

Nisari ve arkadaşları (23) 5 adet yenidoğan kadavrasında yaptıkları çalışmada MRI görüntüleri üzerinden Arşimet prensibi kullanarak yaptıkları ölçümlerde; total beyin, cerebellum ve bulbus+pons hacimlerini sırasıyla  $271,48 \pm 78,3$ ,  $256,6 \pm 71,8$ ,  $12,16 \pm 6,1$  ve  $2,72 \pm 1,6 \text{ cm}^3$ , sagittal MRI görüntüleri üzerinden Cavalieri prensibi (nokta sayımı) kullanarak yaptıkları ölçümlerde  $262,01 \pm 74,9$ ,  $248,11 \pm 68,03$ ,  $11,68 \pm 6,1$  ve  $2,21 \pm 1,13 \text{ cm}^3$ , axial MRI görüntüleri üzerinden Cavalieri prensibi (nokta sayımı) kullanarak yaptıkları ölçümlerde  $288,06 \pm 88,5$ ,  $275,2 \pm 83,1$ ,  $19,75 \pm 5,3$  ve  $2,11 \pm 0,7 \text{ cm}^3$  olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler Mazonakis (19), Ronan (20) ve Acer'in (21) elde ettiği sonuçlar ile karşılaştırıldığında uyumluluk göstermemektedir. Çalışmalar arasındaki sayısal farklılıkların hacim ve yüzey alanı hesaplaması için kullanılan metotlardan ve çalışmaya katılan bireylerin yaş farklılıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamızın sonuçları benzer yaş grubu kullanan Nisari ve arkadaşlarının (23) elde ettiği sonuçlar ile uyumluluk sergilemektedir.

Değişik anatomik yapıların MRI görüntüleri üzerinden stereolojik yöntemle yüzey alanı hesaplaması yapan sınırlı sayıda kaynak bu-

lunmaktadır (13,18). Ayrıca yetişkinlerde beyin hacmi ve yüzey alanı hesaplanmasına ilişkin yapılan stereolojik çalışmalar da bulunmaktadır (17). Ancak yapılan literatür incelemesinde yenidoğanlarda beyin yüzey alanına ilişkin sınırlı çalışma bulunmaktadır (24). Hazlett ve arkadaşlarının (24) otizmlili çocuklarda yapmış oldukları çalışmalarında beyin yüzey alanını direkt olarak ölçmemiş olup, bölgesel kortikal hacimleri bölgesel kortikal kalınlıklara bölerek yüzey alanı tahminlemesi yapmışlardır. Çalışmalarının sonucunda sayısal bir yüzey alanı değeri vermemiş olup, sadece bu orana dayanarak otizmlili çocuklarda bu yüzey alanı tahminlemesinin arttığını bulmuşlardır. Çalışmamızda; yenidoğanlarda hacim ve yüzey alanı hesaplamalarının MRI görüntüleri üzerinden kolaylıkla yapılabilmesi sayesinde, santral sinir sistemi hastalıklarının erken dönemde teşhis edilebilmesine yardımcı olması amaçlandı. Yapmış olduğumuz bu çalışmada 5 adet yenidoğan kadavrasında beyin hacim ve yüzey alanını hesaplandı. Yenidoğan beyin hacim ortalaması ve altın standart değeri sırasıyla  $246 \pm 79,4 \text{ cm}^3$  ve  $256 \pm 71,1 \text{ cm}^3$  olarak hesaplanırken, 4 oryantasyonda hesaplanan yüzey alanı; post processing çekimlerde  $202 \pm 36,4$  ve  $210 \pm 41 \text{ cm}^2$ , koronal planda  $267 \pm 41 \text{ cm}^2$ , sagittal planda  $293 \pm 52,6 \text{ cm}^2$  olarak tespit edildi.

Yenidoğanlarda santral sinir sistemi hastalıklarının erken dönemde teşhis edilebilmesi için MRI görüntülerinden hacim ve yüzey alanı hesaplanmasının yararlı olacağı kanaatindeyiz.

#### Conflict of Interest

No conflict of interest was declared by the authors.

**Financial Disclosure:** This study was supported by the Department of Scientific Research Projects of Erciyes University.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Authors' contributions:** Conceived and designed the experiments or case: ÖÖ, NA. Performed the experiments or case: ÖÖ, NA, TE, ŞÇ. Analyzed the data: ÖÖ, NA, SD. Wrote the paper: ÖÖ. All authors read and approved the final manuscript.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

**Hakem değerlendirmesi:** Bağımsız hakemlerce değerlendirilmiştir.

**Yazar katkıları:** Çalışma fikrinin tasarlanması: ÖÖ, NA. Deneylerin uygulanması: ÖÖ, NA, TE, ŞÇ. Verilerin analizi: ÖÖ, NA, SD. Yazının hazırlanması: ÖÖ. Tüm yazarlar yazının son halini okumuş ve onaylamıştır.

#### Kaynaklar

1. Odar İV. Anatomi Ders Kitabı (1. Baskı), Sistem Ofset, Ankara 1986.s.239.
2. Arıncı K, Elhan A. Anatomi (4. Baskı), Güneş Kitabevi, Ankara 2006 (2).s.299-313.

3. Benes FM, Turtle M, Khan Y, Farol P. Myelination of a key relay zone in the hippocampal formation occurs in the human brain during childhood, adolescence, and adulthood. *Arch Gen Psychiatry* 1994; 51(6): 477-84. [\[CrossRef\]](#)
4. Caviness VS Jr, Kennedy DN, Richelme C, Rademacher J, Filipek PA. The human brain age 7-11 years: a volumetric analysis based on magnetic resonance images. *Cereb Cortex* 1996; 6(5): 726-36. [\[CrossRef\]](#)
5. Giedd JN, Snell JW, Lange N, Rajapakse JC, Casey BJ, Kozuch PL, et al. Quantitative magnetic resonance imaging of human brain development: ages 4-18. *Cereb Cortex* 1996; 6(4): 551-60. [\[CrossRef\]](#)
6. Creasey H, Rumsey JM, Schwartz M, Duara R, Rapoport JL, Rapoport SI. Brain morphometry in autistic men as measured by volumetric computed tomography. *Arch Neurol* 1986; 43(7): 669-72. [\[CrossRef\]](#)
7. Wang D, Chalk JB, Rose SE, de Zubicaray G, Cowin G, Galloway GJ, et al. MR image-based measurement of rates of change in volumes of brain structures. Part II: application to a study of Alzheimer's disease and normal aging. *Magn Reson Imaging* 2002; 20(1): 41-8. [\[CrossRef\]](#)
8. Armstrong E, Schleicher A, Omran H, Curtis M, Zilles K. The ontogeny of human gyrification. *Cereb Cortex* 1995; 5(1): 56-63. [\[CrossRef\]](#)
9. Kulynych JJ, Luevano LF, Jones DW, Weinberger DR. Cortical abnormality in schizophrenia: an in vivo application of the gyrification index. *Biol Psychiatry* 1997; 41(10): 995-9. [\[CrossRef\]](#)
10. Schmitt JE, Watts K, Eliez S, Bellugi U, Galaburda AM, Reiss AL. Increased gyrification in Williams syndrome: evidence using 3D MRI methods. *Dev Med Child Neurol* 2002; 44(5): 292-5. [\[CrossRef\]](#)
11. Ronan L, Doherty CP, Delanty N, Thornton J, Fitzsimons M. Quantitative MRI: a reliable protocol for measurement of cerebral gyrification using stereology. *Magn Reson Imaging* 2006; 24(3): 265-72. [\[CrossRef\]](#)
12. Baddeley AJ, Gundersen HJ, Cruz-Orive LM. Estimation of surface area from vertical sections. *J Microsc* 1986; 142(3): 259-76. [\[CrossRef\]](#)
13. Acer N, Sahin B, Ekinci N, Ergür H, Basaloglu H. Relation between intracranial volume and the surface area of the foramen magnum. *J Craniofac Surg* 2006; 17(2): 326-30. [\[CrossRef\]](#)
14. Mayhew TM, Mwamengele GL, Dantzer V. Comparative morphometry of the mammalian brain: estimates of cerebral volumes and cortical surface areas obtained from macroscopic slices. *J Anat* 1990; 172: 191-200.
15. Cruz-Orive LM. A general variance predictor for Cavalieri slices. *J Microsc* 2006; 222(3): 158-65. [\[CrossRef\]](#)
16. Roberts N, Puddephat MJ, McNulty V. The benefit of stereology for quantitative radiology. *Br J Radiol* 2000; 73(871): 679-97.
17. Acer N, Cankaya MN, Işçi O, Baş O, Camurdanoğlu M, Turgut M. Estimation of cerebral surface area using vertical sectioning and magnetic resonance imaging: a stereological study. *Brain Res* 2010; 1310: 29-36. [\[CrossRef\]](#)
18. Mazonakis M, Karampekios S, Damilakis J, Voloudaki A, Gourtsoyannis N. Stereological estimation of total intracranial volume on CT images. *Eur Radiol* 2004; 14(7): 1285-90. [\[CrossRef\]](#)
19. Ronan L, Doherty CP, Delanty N, Thornton J, Fitzsimons M. Quantitative MRI: a reliable protocol for measurement of cerebral gyrification using stereology. *Magn Reson Imaging* 2006; 24(3): 265-72. [\[CrossRef\]](#)
20. Rhyu IJ, Cho TH, Lee NJ, Uhm CS, Kim H, Suh YS. Magnetic resonance image-based cerebellar volumetry in healthy Korean adults. *Neurosci Lett* 1999; 270(3): 149-52. [\[CrossRef\]](#)
21. Acer N, Sahin B, Baş O, Ertekin T, Usanmaz M. Comparison of three methods for the estimation of total intracranial volume: stereologic, planimetric, and anthropometric approaches. *Ann Plast Surg* 2007; 58(1): 48-53. [\[CrossRef\]](#)
22. Knickmeyer RC, Gouttard S, Kang C, Evans D, Wilber K, Smith JK, et al. A structural MRI study of human brain development from birth to 2 years. *J Neurosci* 2008; 28(47): 12176-82. [\[CrossRef\]](#)
23. Nisari M, Ertekin T, Özçelik O, Cınar S, Doğanay S, Acer N. Stereological evaluation of the volume and volume fraction of newborns' brain compartment and brain in magnetic resonance images. *Surg Radiol Anat* 2012; 34(9): 825-32. [\[CrossRef\]](#)
24. Hazlett HC, Poe MD, Gerig G, Styner M, Chappell C, Smith RC, et al. Early brain overgrowth in autism associated with an increase in cortical surface area before age 2 years. *Arch Gen Psychiatry* 2011; 68(5): 467-76. [\[CrossRef\]](#)