

**T.C  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞANT YERLEŞTİRİLMİŞ HİDROSEFALİLİ  
YENİ DOĞANLARDA BEYİN VENTRİKÜL HACİMLERİNİN  
STEREOLOJİK METODLA HESAPLANMASI**

**Tezi Hazırlayan  
Seda ARSLAN**

**Tezi Yöneten  
Doç. Dr. Nihat EKİNCİ**

**Anatomi Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2007  
KAYSERİ**

**T.C  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞANT YERLEŞTİRİLMİŞ HİDROSEFALİLİ  
YENİ DOĞANLARDA BEYİN VENTRİKÜL HACİMLERİNİN  
STEREOLOJİK METODLA HESAPLANMASI**

**Tezi Hazırlayan  
Seda ARSLAN**

**Tezi Yöneten  
Doç. Dr. Nihat EKİNCİ**

**Anatomi Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2007  
KAYSERİ**

**Doç. Dr. Nihat EKİNCİ** danışmanlığında **Seda ARSLAN** tarafından hazırlanan “**Şant Yerleştirilmiş Hidrosefalili Yeni Doğanlarda Beyin Ventrikül Hacimlerinin Stereolojik Metodla Hesaplanması**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Anatomi** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

15/08/2007

**JÜRİ**

**İmza**

Başkan : Prof. Dr. Kenan AYCAN

Üye : Doç. Dr. İ. Suat ÖKTEM

Üye : Doç. Dr. Nihat EKİNCİ (Danışman)

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun .....tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

**Enstitü Müdürü**  
**Prof. Dr. Meral AŞÇIOĞLU**

**TEŞEKKÜR**

Yaptığım çalışmada verdiği destek ve emekten dolayı tez yönetmenim ve Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Nihat EKİNCİ'ye ve bilgilerinden faydalandığım Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Kenan AYCAN, Doç. Dr. Harun ÜLGER ve Doç. Dr. Erdoğan UNUR'a, Nöroşirurji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Doç. Dr. İ. Suat ÖKTEM'e, Radyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Abdülhakim COŞKUN'a, Stereoloji konusunda yardımlarını esirgemeyen Muğla Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Öğretim Üyesi Yard. Doç. Dr. Niyazi ACER'e, Anatomi Anabilim Dalı Araş. Gr. Dr. Tolga ERTEKİN'e, Araş. Gr. Dr. Mehtap HACIALİOĞULLARI'na, Yüksek Lisans Öğrencisi İlknur TEKİNARSLAN'a, Yüksek Lisans Öğrencisi Fizyoterapist Serbülent KAYA'ya, Anatomi ve Nöroşirurji Anabilim Dalı personeline ve her zaman yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

## ŞANT YERLEŞTİRİLMİŞ HİDROSEFALİLİ YENİ DOĞANLARDA BEYİN VENTRİKÜL HACİMLERİNİN STEREOLOJİK METODLA HESAPLANMASI

### ÖZET

Merkezi Sinir Sisteminde sıklıkla rastlanan patolojik durumlardan biri de hidrosefalidir. Hidrosefali; Beyin Omurilik Sıvısı (BOS)'nın üretim ve emilimi arasındaki dengesizlik veya BOS dolaşım yollarında herhangi bir yerde tıkanma sonucu ventriküllerde aşırı BOS birikimi ve bunlara bağlı olarak sıklıkla intrakranial basınç yükselmeleri ile karakterizedir. Hidrosefali tanısında ve takibinde sıklıkla kullanılan yöntemler Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans (MR) görüntülemelerdir. Son yıllarda klinik uygulamalarda radyolojik tetkiklerden elde edilen görüntüler üzerinde, Stereoloji'de hacim hesaplama yöntemlerinden biri olan Cavalieri Prensibinin sıklıkla uygulandığı görülmektedir. Cavalieri Prensibi kullanılarak, görüntü analiz sistemleriyle birbirine paralel görüntüleri alınabilen, gerçekte 3 boyutlu olan her yapının tarafsız ve etkin bir biçimde hacminin hesaplanabileceği ve 2 boyutlu görüntülerden kaynaklanabilecek hatalardan uzak bir değerlendirmenin yapılabileceği gösterilmiştir. Bu çalışmada, hidrosefalisi bulunan 6 kız ve 7 erkek olmak üzere toplam 13 yeni doğanın şant yerleştirilme operasyonundan önce ve operasyondan sonraki dönemlere ait BT kesitlerinde ventrikül hacimlerindeki değişim Cavalieri Prensibi ile hesaplanarak değerlendirildi. Sonuçta 13 hastanın 10'unda ventrikül hacminde azalma olurken, 3'ünde artış olduğu gözlemlendi. Bu tip bir yaklaşımla yapılacak değerlendirmeler, hastalıkların objektif tanısının yapılabilmesine imkan vermesinin yanı sıra tedaviye cevabın değerlendirilmesinde de güvenilir sonuçlar verebilir.

**Anahtar kelimeler:** Hidrosefali, şant, ventrikül hacmi, stereoloji, yeni doğan

**ESTIMATION OF THE BRAIN VENTRICLE VOLUME IN NEWBORNS WITH  
SHUNTED HYDROCEPHALUS BY STEREOLOGICAL METHOD**

**ABSTRACT**

Hydrocephalus is a pathologic diseases which was seen often in the Central Nervous System. Hydrocephalus was characterized by enlargement of the cerebral ventricles due to imbalance between production and absorption of Cerebrospinal Fluid (CSF) or due to obstructed of cerebrospinal fluid somewhere along its path, as a result of these process intracranial pressure was usually increased. Computed Tomography (CT) and Magnetic Resonance Imaging (MR) were commonly used methods for diagnosis of hydrocephalus. Cavalieri method is one of the volume estimation methods in stereology in recent years, and this method was often applied on images which are obtained from radiological images. Aim of this study is to estimate ventricular volumes by using cavalieri method on CT sections which were obtained from pre and post operative shunted 13 newborns ( 6 female and 7 male). The results showed that the ventricular volume decreased in six patients and increased in four patients. This method could give reliable results for therapy evaluation and objective diagnosis of patients.

**Key words:** Hydrocephalus, shunt, ventricle volume, stereology, newborn

**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa No</u>
İÇ KAPAK .....	I
KABUL VE ONAY SAYFASI .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	V
İÇİNDEKİLER .....	VI
TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ .....	VII
RESİM LİSTESİ .....	VIII
KISALTMALAR .....	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	2
2.1. TARİHÇE .....	2
2.2. SİNİR SİSTEMİNİN EMBRİYOLOJİK GELİŞİMİ .....	3
2.3. BEYİN VENTRİKÜLLERİNİN ANATOMİSİ .....	5
2.4. BEYİN OMURİLİK SIVISI (BOS) FİZYOLOJİSİ, DOLAŞIMI ve FİZYOPATOLOJİSİ .....	11
2.5. HİDROSEFALİ .....	14
2.5.1. Tanım .....	14
2.5.2. İnsidans .....	14
2.5.3. Fizyopatoloji .....	15
2.5.4. Histopatoloji .....	16
2.5.5. Etyoloji .....	16
2.5.6. Klinik Semptom ve Bulgular .....	17
2.5.7. Tanı Yöntemleri .....	18
2.5.8. Tedavi .....	19
2.6. CAVALİERİ PRENSİBİ .....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	25
4. BULGULAR .....	32
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	52
6. KAYNAKLAR .....	56
ÖZGEÇMİŞ	

**TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ**

	<b><u>Sayfa no</u></b>
<b>Tablo 3.1.</b> Kesit görüntüleri üzerine düşen nokta sayılarının tablosu.....	28
<b>Tablo 4.1.</b> Etyolojilerine göre olgular .....	33
<b>Tablo 4.2.</b> Olguların takipleri sonucunda hesaplanan ölçümler .....	34
<b>Tablo 4.3.</b> Kontrol grubu olgularının bilgileri .....	48
<b>Şekil 2.1.</b> Beyin Ventriküllerinin Anatomisi .....	5
<b>Şekil 2.2.</b> BOS dolaşımı.....	12
<b>Şekil 2.3.</b> Plexus choroideus'lardaki villus yapı .....	13
<b>Şekil 3.1.</b> Noktalı alan ölçüm cetveli (d=2,5 mm) ve uygulanışı.....	27
<b>Şekil 3.2.</b> Nokta sayısını belirlemek üzere tasarlanmış bir nomogram .....	30



**RESİM LİSTESİ**

	<b><u>Sayfa no</u></b>
<b>Resim 4.1.</b> Bir nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü.....	35
<b>Resim 4.2.</b> Bir nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü .....	35
<b>Resim 4.3.</b> İki nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü.....	36
<b>Resim 4.4.</b> İki nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü .....	36
<b>Resim 4.5.</b> Üç nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü .....	37
<b>Resim 4.6.</b> Üç nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü.....	37
<b>Resim 4.7.</b> Dört nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü.....	38
<b>Resim 4.8.</b> Dört nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü .....	38
<b>Resim 4.9.</b> Beş nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü .....	39
<b>Resim 4.10.</b> Beş nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü .....	39
<b>Resim 4.11.</b> Altı nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü.....	40
<b>Resim 4.12.</b> Altı nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü .....	40
<b>Resim 4.13.</b> Yedi nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü .....	41
<b>Resim 4.14.</b> Yedi nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü.....	41
<b>Resim 4.15.</b> Sekiz nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü .....	42
<b>Resim 4.16.</b> Sekiz nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü .....	42
<b>Resim 4.17.</b> Dokuz nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü .....	43
<b>Resim 4.18.</b> Dokuz nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü.....	43
<b>Resim 4.19.</b> On nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü .....	44
<b>Resim 4.20.</b> On nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü.....	44
<b>Resim 4.21.</b> On bir nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü.....	45
<b>Resim 4.22.</b> On bir nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü .....	45
<b>Resim 4.23.</b> On iki nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü .....	46
<b>Resim 4.24.</b> On iki nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü .....	46
<b>Resim 4.25.</b> On üç nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü .....	47
<b>Resim 4.26.</b> On üç nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü.....	47
<b>Resim 4.27.</b> Kontrol grubu bir nolu olgunun ventrikül görünümü .....	48
<b>Resim 4.28.</b> Kontrol grubu iki nolu olgunun ventrikül görünümü .....	49
<b>Resim 4.29.</b> Kontrol grubu üç nolu olgunun ventrikül görünümü .....	49
<b>Resim 4.30.</b> Kontrol grubu dört nolu olgunun ventrikül görünümü .....	50

**KISALTMALAR**

<b>a</b>	: Arteria
<b>BOS</b>	: Beyin Omurilik Sıvısı
<b>BT</b>	: Bilgisayarlı Tomografi
<b>for</b>	: Foramen (delik)
<b>HK</b>	: Hata Katsayısı
<b>OHKD</b>	: Orta Hat Kapanma Defekti
<b>MRG</b>	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>n</b>	: Nervus
<b>NAÖC</b>	: Noktalı Alan Ölçüm Cetveli
<b>nuc</b>	: Nucleus
<b>Prematür GMK</b>	: Prematür germinal matriks kanaması
<b>v</b>	: Vena
<b>VPŞ</b>	: Ventrikülo-Peritoneal şant

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hidrocefali; Beyin Omurilik Sıvısı (BOS)'nın üretim ve emilimi arasındaki dengesizlik veya BOS dolaşım yollarında herhangi bir yerde tıkanma sonucu ventriküllerde BOS birikimi ve bunlara bağlı olarak sıklıkla intrakranial basınç yükselmeleri ile karakterize patolojik bir durumdur.

Hidrocefali tanısı temel olarak hasta hikayesi, nörolojik ve fizik muayenesi ile konulabilir. Radyolojik tetkikler ise hidrocefali tanısını desteklemektedir. Hidrocefali tanısında; ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılabilen tetkiklerdir. BT; hidrocefali tanısında kesin ve hızlı sonuç verebilmesinin yanısıra, hidrocefalinin uzun süreli takibinde kullanılmaktadır.

Cerrahiye engel bir durum söz konusu olmadıkça hidrocefalide tedavi cerrahidir. Hidrocefalinin cerrahi tedavisinin planlanmasında hidrocefalinin nedeni en önemli rolü oynar. Cerrahi yöntemler; tıkayıcı lezyonun çıkarılması, BOS'un bir başka vücut boşluğuna drenajını sağlayan şant sistemleri ve üçüncü ventrikülostomidir.

Bu çalışmada şant yerleştirilmiş 13 hidrocefalili yenidoğan üzerinde, şant yerleştirilme ameliyatı öncesinde ve sonrasında ventrikül hacmini BT üzerinde stereolojik olarak değerlendirme ve elde edilen verileri evans index ile karşılaştırma amaçlandı.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. TARİHÇE

Hidrocefali ile ilgili ilk kayıtlar Mısır ve Mezopotamya'dan başlar. M.Ö. 1500'lerde Ebers papiruslerinde hidrocefaliye ait bilgilere rastlanmıştır (1).

Tıbbın babası olarak bilinen Hippocrates, hidrocefalinin tedavisindeki bilgi ve girişimlerde bulunan ilk hekimdir. Hippocrates ilk defa ventriküler ponksiyondan söz etmiştir (2).

Galen (MS 130-200) "*Water on the brain*" tanımlamasını, Vesalius (1514-1564), hidrocefalinin anatomik ve patolojik özelliklerini ortaya koymuş, beyin omurilik sıvısının (BOS) ventriküllerde biriktiğini göstererek, ilk kez internal hidrocefalinin tanımını yapmıştır (1, 2). 1664'de Thomas Willis, koroid pleksusların (plexus choroideus) BOS sekresyonunu yaptığını ve BOS'un venöz sisteme drenajını ortaya koymuştur. 1614-1672 yılları arasında Franciscus Sylvius aqueductus stenozu, 1701'de Pachioni, arachnoid granüler cisimleri, 1774'de Cotugno cerebral ventricullerin BOS aspirasyonunu, 18. yy'da Robert Whytt ilk kez internal ve eksternal hidrocefaliyi, tanımlamışlardır. Anton ve Bramann 1908'de corpus callosumu perfor ederek BOS'un subaraknoid (subarachnoid) bölgeye drenajını sağlamışlardır (1, 2).

1825'de Magendi, foramen Magendi (for. Magendi, foramen cerebri media)'yi ve BOS'un buradan sirkülasyonunu, 1859'da da Luschka 2 adet for. Luschka (foramen cerebri laterale)'yi tarif etmişlerdir (2). Dandy ve Blackfan aqueductus Sylvius (aqueductus

cerebri, aqueductus mesencephali, Sylvius kanalı) ve foramen Monro'yu köpeklerde tıkayarak obstrüktif ve komminüke hidrosefali tanımlarını bildirmişlerdir (1).

BOS sirkülasyonunu anlamının kilometre taşı; beyin zarlarının detaylarının, subaraknoid aralığın, sisternaların, ventriküllerin, araknoid (arachnoid) villinin, BOS'nin aspirasyon ve üretimi ile sirkülasyonunun tarif edildiği Key ve Retzius tarafından hazırlanan klasik anatomi atlası olmuştur (2). Cerrahi yöntem olarak; 1940'da Lespinasse, Hildebrond ve Scarff koroid pleksus koagülasyonunu ve çıkarılması fikrini ileri sürmüşlerdir. 1922'de Dandy 3. ventrikül tabanı açılımını tanımlamıştır. Mixter, Stookey ve Scarff 3. ventriculostomiye ve lamina terminalis insizyonunu tanımlamışlardır.

BOS'un cerrahi drenajı için distal ureter, fallop tüpleri, plevral kavite, mesane, mide, sagittal sinüs, sisterna (cisterna) magna, sağ atrium, peritoneal kavite gibi değişik vücut boşlukları kullanılmış, ventrikül ile bu boşluklar ilişkilendirildiği gibi, lomber subaraknoid mesafe ile periton arasında da drenaj kullanılmıştır. Bugün için cerrahi tedavide bio - uygunluğu en iyi materyal olan silikon ve valv düzenekli şant sistemleri kullanılmaktadır (1).

## **2.2. SİNİR SİSTEMİNİN EMBRİYOLOJİK GELİŞİMİ**

Döllenmeden sonraki 3. haftanın sonunda insan embriyosu oval bir plak şeklinde olup, dıştan içe doğru 3 tabakadır; ektoderm, mesoderm, endoderm.

Embriyonun middorsal hattında bulunan ektoderm hücreleri çoğalarak önden arkaya uzanan nöral plağı oluştururlar. Merkezi sinir sistemi bu nöral plaktan gelişmektedir. Birkaç gün içinde nöral plağın ortasından önden arkaya doğru sulcus nöralis denilen bir çöküntü oluşur. Ektoderm hücreleri çoğaldıkça sulcus derinleşmeye ve nöral plicalar birbirine yaklaşmaya başlar. Nöral katlantılar birleşerek nöral tüpü oluştururlar. Bu tüp kapanırken plicaların birleşmesi 1/3 orta kısımdan başlar. Ön ve arka uçları delik olarak kalır, bunlara nöroporus anterior ve nöroporus posterior adı verilir. Nöroporus anterior daha önce kapanır, nöroporus posterior ise 25 somitli evreye gelinceye kadar açık kalır. Bu seyir sırasında nöral tüp yüzeyel vücut ektoderminden ayrılır, bütün sinir elemanları bu nöral tüpten gelişir (1, 3).

Dört haftalık bir embriyoda nöral tüpün ön ucunda 3 primer vezikül belirir. Beşinci haftada nöral tüp ön ucunda üç vezikül içeren bir tüp halindedir. Bu veziküller ön (prosencephalon), orta (mesencephalon) ve arka (rhombencephalon) sırasına göre dizilmişlerdir. Altıncı haftada prosencephalon; diencephalon ve telencephalon olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Telencephalon yanlara doğru fazla bir gelişme göstererek diencephalonu üstten ve yanlardan örter. Bu fazla gelişen kısımlar beyin hemisferlerini oluşturur. Telencephalondan ileriki gelişme dönemlerinde corpus striatum, rhinencephalon ve cortex cerebri meydana gelir. Telencephalon içindeki nöral kanal bölümünde bu gelişmeye uyarak genişler, sağ ve sol iki odacığa ayrılır, for. interventriculare (Monro deliği) yoluyla bu odacıklar birbirleri ile bağlantıda kalır. Bu odacıklara ventriculus lateralis denir. Prosencephalonun ön duvarları sağ ve sol hemisferleri birleştirir. Lamina terminalis denilen bu kısımdan daha sonra commissura anterior, fornix ve corpus callosum denen iki hemisferi birbirine bağlayan yollar gelişir (1, 3).

Diencephalon hemisferlerin gelişmesiyle yanlardan ve üstten bu hemisferler tarafından sarılarak onların arasında kalır. Altıncı haftadan itibaren thalamus, epithalamus ve hypothalamus kısımları ayrılmaya başlar. Diencephalon'un içinde kalan boşluk ventriculus tertius (3. ventrikül)'u oluşturur ve bu ventricul for. Monro yoluyla ventriculus lateralis'le bağlantıda kalır. Bu ventrikülün tavanı olan tela choroidea ikinci ayın yarısında ventriculus tertius içine invajine olan plexus choroideus'u meydana getirir.

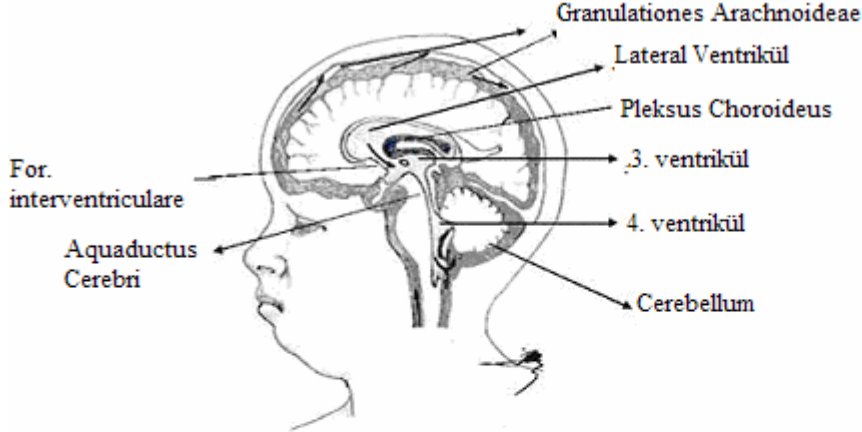
Mesencephalon ayrışmaz, basal laminanın kalınlaşp gelişmesi ile önde pedunculus cerebri oluşur. Alar laminadan ise arkada corpora quadrigemina gelişir. Canalis nöröalis burada dar olarak kalır ve ventriculus tertius ile ventriculus quartus (4. ventrikül)'u birleştiren aqueductus Sylvius'u meydana getirir (1, 3).

Pontin fleksuradaki alar ve basal laminaların her ikisinde kalınlaşarak pons'u oluştururlar. Bu kısımda nöral kanal yanlara doğru iki çıkma yaparak rhomboid bir şekil alır. Tavan plağı bu rhomboid çukuru arkadan ince bir membran halinde örter (velum medullare). Velum medullare ile örtülünce bir odacık halini alan bu kısım 4. ventrikül olarak bilinir. Fossa rhomboidea'nın yan ucundaki iki adet for. Luschka ve velum medullare'nin ortasında bulunan bir adet for. Magendi beyin boşluklarını subarachnoid aralığa birleştiren delikler olarak açık kalırlar.

Ventriküllerin beyin yüzeyine çok yakın kısımlarının duvarlarını ince bir pia mater yapar. Pia mater içindeki damarlar, bu kısımlarda ventrikül lümenine doğru salkım şeklinde invajinasyonlar göstererek plexus choroideus'ları oluştururlar (1, 3).

### 2.3. BEYİN VENTRİKÜLLERİNİN ANATOMİSİ

Beyin ve beyin sapı içerisinde yer alan, birbirleri ile bağlantılı, içleri beyin omurilik sıvısı (BOS - Liquor Cerebrospinalis) ile dolu olan boşluklara ventrikül (ventriculus, karıncık) adı verilir. Her bir beyin hemisferi içerisinde yerleşmiş olan sağ ve sol lateral ventriküller (ventriculus lateralis), her iki thalamus ve hypothalamus'un arasında yer alan 3. ventrikül ve beyin sapının arka tarafında bulunan 4. ventrikül olmak üzere dört adet ventrikül bulunur. Lateral ventriküller, for. Monro'lar ile 3. ventriküle açılır. 3. ventrikül ise aquaductus Sylvius ile 4. ventrikül ile bağlantılıdır. Kaudalde medulla spinalis içerisinde uzanan canalis centralis ile bağlantılı olan 4. ventrikül, arka tarafta yer alan for. Magendi ve her iki yan tarafta yer alan for. Luschka adı verilen delikler aracılığı ile subaraknoid aralığa (spatium subarachnoidea) açılır (4-6) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Beyin Ventriküllerinin Anatomisi

Ventriküllerin iç yüzünü döşeyen hücelere epanhim hüceleri adı verilir. Gelişim sırasında, ventriküllerin duvarında iki pia mater tabakası bir araya gelerek damardan zengin bir yapı olan tela choroidea'yı oluşturur. Tela choroidea ve bu yapının ventrikül boşluğuna bakan yüzünü örten epanhim hücelerinin birlikte oluşturdukları yapıya koroid pleksus denir. Ventrikül boşluğuna doğru uzanan ve BOS'un salgılanmasından sorumlu olan koroid pleksus, bütün ventrikülerde bulunur (4).

**Ventriculus Lateralis (Lateral Ventriküller):** Her bir cerebral hemisfer içinde, corpus collosum'un aşağısında ve hemisferin iç tarafına doğru yerleşmiş olan boşluktur. Hacmi ortalama 7-10 cc kadardır. Sağ cerebral hemisfer içindeki boşluk için ventriculus 1, sol cerebral hemisfer içindeki boşluk için ventriculus 2 diyen anatomistler de vardır. Her iki tarafın yan ventrikülleri ortada septum pellucidum'dan bir bölme ile ayrılmıştır. İç yüzü epanhim hüceleri ile döşeli olup, içerisinde BOS bulunur. Her bir lateral ventrikül, for. Monro aracılığı ile 3. ventriküle bağlanır (7-9).

Lateral ventrikülün for. Monro'dan corpus collosumun spleniumuna kadar uzanan kısmına pars centralis, frontal lob (lobus frontalis) içerisinde öne, dışa ve aşağı doğru uzanan kısmına cornu frontale (anterior), arkaya doğru oksipital lob (lobus occipitalis) içerisinde uzanan kısmına cornu occipitale (posterior), aşağı ve öne doğru temporal lob (lobus temporalis) içerisinde uzanan kısmına cornu temporale (inferius) adı verilir (4).

**Pars centralis;** for. Monro'dan splenium corporis callosi'ye kadar uzanır. Tavanında corpus callosum'un alt yüzü, iç duvarında septum pellucidum, alt duvarında ise thalamus, nucleus caudatus (nuc. caudatus), stria terminalis, v. thalamostriata, koroid pleksus, lamina affixa va fornix'in corpus'u bulunur.

**Cornu frontale;** lateral ventriküllerin for. Monro'nun ön tarafında kalan bölümü olup, nuc. caudatus'un ön ucunun iç yüzü etrafında dolanarak frontal lob içerisine uzanır.

**Cornu occipitale;** lateral ventriküllerin oksipital lob içerisine uzanan dar ve uzun arka bölümüdür. Tavanını, corpus callosum'un oksipital lob ve temporal lob'lara giden arka bölümü oluşturur. İç duvarında calcar avis denilen uzunlamasına bir kabartı görülür. Bu kabartı, oksipital lobun iç yüzündeki kortikal görme merkezi olan sulcus calcarinus'un, ventrikül boşluğuna doğru kabarmasıyla oluşmuştur. Corpus callosum'un forceps occipitalis major'u, calcar avis'in üzerinde ikinci bir çıkıntı oluşturur. Buna bulbus cornus occipitalis (posterioris) denilir. Oksipital lob'un alt yüzündeki sulcus collateralis



bu boşluğa doğru bir çıkıntı yapar. Üçgen şeklindeki bu yere trigonum collaterale, çıkıntısına ise eminentia collateralis denir.

**Cornu temporale;** lateral ventriküllerin temporal lob içerisine giren bölümüdür. 2,5 cm uzunluğunda olan bu parça, thalamus'un arka kısmından dolanır ve cauda nuclei caudati'yi takip ederek temporal lob içerisinde öne doğru uzanır. Üst duvarını corpus callosum'a ait olan tapetum oluşturur. Bunun yanı sıra cauda nuclei caudati ve stria terminalis de üst duvarda ön uca doğru uzanır. Alt duvarında hippocampus, fimbria hippocampi, eminentia collateralis ve koroid pleksus'un bir uzantısı bulunur (8).

**Foramen Interventriculare (for. Monro):** Lateral ventriküllerle 3. ventrikülü birbirine bağlayan bir çift deliktir. Thalamus'un ön ucu ile columna fornicis arasında bulunur.

**Septum Pellucidum:** Her iki yüzü ependim ile kaplı, beyaz ve gri cevherden yapılmış vertikal ince bir bölmedir. Yukarıda corpus callosum'a aşağıda ise fornix'e tutunur. Ön tarafta rostrum ve truncus corporis callosi arasında yer alır. Aslında lamina septi pellucidi denilen iki yaprak şeklindedir. Bazen tek tabaka şeklinde birbirleriyle kaynaşır, bazen de aralarında cavum septi pellucidi denilen dar bir aralık bulunur. Bu boşluğun ventrikül boşluğu ile bağlantısı yoktur. Cavum septi pellucidi, yeni doğanda bulunmasına rağmen, erişkinlerde kapanır ve seyrek olarak da kapanmaz.

Limbik sistemde oluşan ve limbik sistemden inen bilgilerin dağılımından sorumlu bir merkez olarak görev yapar. Septum pellucidum'un harabiyetinde bir takım klinik tablolar ortaya çıkar (8).

**Plexus choroideus ventriculi lateralis (Lateral ventrikülün koroid pleksusu):** 3. ventrikülde bulunan koroid pleksus ventriculi tertii, for. Monro'dan geçerek lateral ventriküllerin pars centralis ve cornu temporale'sinde ilerler. Yüzeyi ortalama 40 cm<sup>2</sup>'dir. İki tabaka pia mater ve ventrikül yüzeyini döşeyen ependim hücrelerinden oluşan koroid pleksus ventriculi lateralis, sonradan gelişen cornu frontale ve cornu occipitale'de bulunmaz. Yukarıda fornix'in alt yüzü, aşağıda ise 3. ventrikülün tavanı ile thalamus'un üst yüzünü örten iki pia mater yaprağı tela choroidea ventriculi tertii adı altında fissura choroidea'dan geçerek pars centralis'in dış duvarına doğru bir cep şeklinde uzanır. Bu arada ventrikül boşluğunu döşeyen ependim tabakasını da beraberinde götürür. Bu iki pia mater yaprağı arasında kalan ve laterale doğru yönelmiş çıkmaza fissura choroidea ve bunun da lateral ucundaki damardan zengin yapıya plexus

choroideus ventriculi lateralis denir. Buna göre plexus choroideus ventriculi lateralis, iki kat pia mater ve ependim hücrelerinden oluşan damardan zengin karnibahar görünümlü bir yapıdır. Pleksusu besleyen damarlar buraya iki pia mater yaprağı arasından girer. Arteria carotis interna (a. carotis interna)'nın bir dalı olan a. choroidea anterior, pleksusa cornu inferius'un uç kısmından sokulur. A. cerebri posterior'un dalı olan a. choroidea posterior, pleksusa splenium corporis callosi'nin altından geçerek girer. Venleri (v. choroidea), kıvrıntılı bir seyir gösterir. Ön tarafa doğru uzanarak for. Monro yakınında v. thalamostriata ile birleşerek v. cerebri interna'yı (Galen veni) oluşturur. Her iki tarafın v. cerebri interna'sı orta hatta birleşerek v. magna cerebri'yi (Galen'in büyük veni) oluşturur. Bu da sinus sagittalis inferior'un sinus rectus ile birleşim yerine açılır (8).

**Ventriculus Tertius (3. ventrikül):** Ventriküler sistemin diencephalon'da kalan bölümüdür. Orta hatta yer alan bu boşluk, önde sağ-sol for. Monro'larla lateral ventriküllere, arka orta hattaki aqueductus Sylvius ile de 4. ventriküle bağlanır (4, 7, 8, 10).

Ön, arka, dış (sağ ve sol), üst ve alt olmak üzere 6 duvarı vardır. Ön duvarında ince bir gri cevher tabakası olan lamina terminalis ile, commissural liflerden oluşan commissura anterior bulunur. Arka duvarında aqueductus Sylvius, bunun hemen üzerinde commissura posterior (epithalamica), recessus pinealis ve trigonum habenulae bulunur. Recessus pinealis, 3. ventrikülün corpus pineale'nin sapına doğru yaptığı uzantıdır.

Her iki tarafta bulunan yan duvarlarını yukarıda thalamus'un, aşağıda ise hypothalamus'un iç yüzleri oluşturur. İki bölüm arasında ise sulcus hypothalamicus yer alır. Üst sınırını stria medullaris thalamica oluşturur. İki tarafı birbirine adhesio interthalamica bağlar. Massa intermedia da denilen bu yapı, bazen bulunmayabilir ve fonksiyonel bir özelliği de yoktur (8).

Üst duvarında, ventrikül boşluğunu döşeyen ependim hücrelerinden oluşan ince bir tabaka bulunur. Bunun da üzerinde tela choroidea ventriculi tertii denilen ve iki kat pia mater' den oluşan bir tabaka vardır. Damardan zengin olan tela choroidea, üst duvarın ortasından ependim hücrelerinden oluşan tabakayı iki taraflı ventrikül boşluğuna doğru iterek plexus choroideus ventriculi tertii'yi oluşturur. Bu yapı içerisinde v. cerebri interna bulunur. Üst duvarın da üzerinde fornix ve corpus callosum yer alır. Alt duvarında önden arkaya chiasma opticum, infundibulum, tuber cinereum ve corpus

mamillare'ler bulunur. Bu yapıların arkasında pedunculus cerebri'nin tegmentum bölümü yer alır (8, 9)

Midsagittal düzlemden geçen kesitlerde 3. ventrikül içerisinde üç tane recessus görülür. 3. ventrikülün infundibulum'a doğru uzanan kısmına recessus infundibularis, chiasma opticum ile lamina terminalis arasındakine recessus opticus, glandula pinealis'in iki laminası arasına doğru uzanan kısmına ise recessus pinealis, commissura habenulorum'un üzerindeki de recessus suprapinealis adı verilir. Commissura posteriorun'un üzerinde columna fornicis'lerin arasındaki dar aralığa ise vulva cerebri veya recessus triangularis denir (4, 8).

**Ventriculus Quartus (4. ventrikül):** Bulbus, pons ve cerebellum arasında kalan çadır şeklinde bir boşluktur. Canalis centralis'in genişlemesiyle oluşur. Yukarıda aqueductus Sylvius, aşağıda canalis centralis ile devam eder (7-10). 4. ventrikülün yukarıda ve aşağıda dar, orta bölümde geniş baklava dilimi şeklindeki tabanı fossa rhomboidea olarak adlandırılır. Fossa rhomboidea'yı aşağıda bulbus'un üst yarısının, yukarıda ise pons'un tamamının arka yüzleri oluşturur. Tavanını ise; serebellum'un (cerebellum) çentik şeklindeki ön yüzüne sokulan tegmen ventriculi quarti oluşturur (8). Fossa rhomboidea'yı orta hatta, longitudinal olarak uzanan sulcus medianus sağ – sol iki yarıma ayırır. Her bir yarım ise sulcus limitans ile medial (motor) ve lateral (duysal) bölümlere ayrılır. Medial bölümde, sulcus medianus ile sulcus limitans arasında yer alan ve longitudinal şekilde uzanan eminentia medialis birçok motor çekirdek tarafından oluşturulur. Sulcus limitans'ın dış yanında bulunan area vestibularis'in derinliğinde vestibular çekirdekler konumlanmıştır. Bunlar dil hareketleri, yutma, solunum, kalp atım hızı, kan basıncının ayarlanması ile ilgili önemli hayati merkezlerdir (7, 10).

4. ventrikülün iç yüzü ependim hücreleriyle kaplı olup, yukarıda mesencephalon'daki aqueductus Sylvius aracılığı ile 3. ventrikülle birleşir. Aşağıda ise medulla oblongata ve daha aşağıda da medulla spinalis'deki canalis centralis ile devam eder. 4. ventrikülün dar olan lateral duvarlarını, yukarıda pedunculus cerebellaris superior'lar aşağıda ise pedunculus cerebellaris inferior'lar oluşturur.

Tegmen 4. ventrikülün (tegmen ventriculi quarti) üst yarısını, pedunculus cerebellaris superior'un medial kenarları ile bu kenarlar arasında girilen ve ince beyaz cevherden oluşan velum medullare superius oluşturur. Velum medullare superius'un dış yüzüne ise vermis'in lingula'sı yapışır. Frenulum veli medullaris superius, her iki tarafın colliculus

inferiorları arasından çıkararak velum medullare superius ile birleşir. Bu birleşme yerinden de IV. kafa çifti olan n. trochlearis çıkar. Tegmen 4. ventrikülün alt yarısını ise, velum medullare inferius ve tela choroidea 4. ventrikül (tela choroidea ventriculi quarti) oluşturur. Velum medullare inferius sinir lifi içermeyen ince bir yapıdır, bu ince yaprağın iç yüzünü ependim hücreleri, dış yüzünü ise pia mater oluşturur. Tegmen 4. ventrikülün en alt bölümünü ise iki kat pia mater'den oluşan tela choroidea oluşturur. Pia mater'in damarları zengin bir kapiller ağ oluşturur ve tela choroidea'yı delerek 4. ventrikül boşluğuna girer. Karnıbahar manzarasındaki bu oluşuma, 4. ventrikülün koroid pleksusu (plexus choroideus ventriculi quarti) denilir. L harfi şeklinde olan koroid pleksus'un birer kolları orta hatta birbirine yakın olarak bulunur. Diğer kolları ise yan taraflardaki, recessus lateralis'lere doğru uzanır. Velum medullare inferius, velum medullare superius'un serebellum'a tutunduğu yerin arka ucundan başlayarak aşağıya obex'e kadar daralarak uzanır. Yan taraflarda pedunculus cerebellaris inferior'a tutunduğu yere ise taenia (ventriculi quarti) denilir. Buna göre 4. ventrikülün tavanını oluşturan yapılar önden arkaya sırasıyla velum medullare superius, velum medullare inferius ve tela choroidea ventriculi quarti'dir. Taenia'ların alt uçlarını transvers yönde birbirine bağlayan yapıya obex denilir (8).

4. ventrikülün her iki tarafta, üst dış kenarını pedunculus cerebellaris superior, alt dış kenarını tuberculum gracile ve tuberculum cuneatum ile pedunculus cerebellaris inferior; tavanını (arka duvarını) üst tarafta velum medullare superior, alt tarafta 4. ventrikülün koroid pleksusu; tabanını (ön duvarını) ise fossa rhomboidea oluşturur. 4. ventrikülün sağ ve sol tarafta, üst – dış ve alt – dış kenarlarının birleştiği yerde oluşan çıkmazlara recessus lateralis adı verilir (4, 10).

4. ventrikülün arka duvarının alt yarısında üç tane delik bulunur. Bunlardan tek ve orta hatta olanı for. Magendi adını alır. Bu delik velum medullare inferius'un alt - orta kısmında obex'e yakın olarak bulunur. Çift olan ve recessus lateralis'lerin uçlarında yer alana ise for. Luschka denir. Bu delikler 4. ventrikülü subaraknoid aralığa bağlar. İçerisinden BOS geçer (4, 7, 8, 10).

## 2.4. BEYİN OMURİLİK SIVISI (BOS) FİZYOLOJİSİ, DOLAŞIMI ve FİZYOPATOLOJİSİ

Beyin–omurilik sıvısı, ventriküler sistem ile subaraknoid aralıkta dolaşan, berrak, renksiz bir sıvı olup beyin için doğal bir yastık görevi yapmasının yanında, beyin metabolizmasının çeşitli substratlarının, metabolik ürünlerinin, hormonların ve nörotransmitterlerin dolaşımını sağlayarak, santral sinir sisteminin iç ortamında düzenleme görevi yapmak, beyini mekanik travmalara karşı korumak, beyinin ekstrasellüler bölge ile direk temasını engellemek gibi bir çok fonksiyonu vardır (1, 7). Sıvının içerisinde az miktarda protein, glukoz ve inorganik tuzlar bulunur (8, 10).

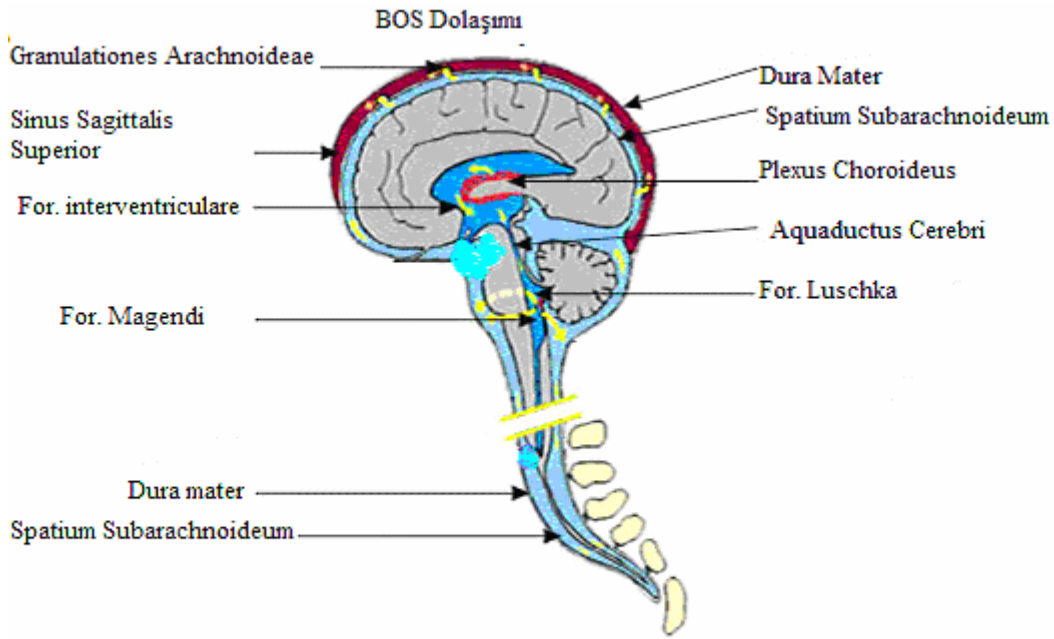
BOS, büyük kısmı lateral ventriküllerde olmak üzere, ventriküllerdeki koroid pleksuslar tarafından salgılanır. Beyin ve omuriliğin etrafındaki spatium subarachnoideum ile beyin ventrikülleri ve omuriliğin canalis centralis'inde bulunan BOS'un toplam miktarı 80–150 ml arasında değişir (ortalama 130 ml). Bunun, 15-40 ml'si ventriküllerde geri kalan bölümü ise spatium subarachnoideum'da bulunur. Lateral ventriküllerdeki pleksusun yüzeyi  $40 \text{ cm}^2$ 'dir ve buradan BOS'un %70'i salgılanır (4, 8).

Büyük bölümü lateral ventriküllerde salgılanan BOS for. Monro yoluyla 3. ventriküle gelir. Burada salgılanan BOS'la birlikte Sylvius kanalından geçerek 4. ventriküle gelir. 4. ventrikülün tavanında bulunan for. Magendi ve for. Luschka yoluyla subaraknoid aralığa geçer. Buradan granulationes arachnoidales (Paccihioni korpüskülleri) tarafından emilerek venöz sisteme geçer (7, 8, 10, 11). BOS, medulla spinalis'in canalis centralis'ini döşeyen ependim hücrelerinden de biraz salgılanarak 4. ventriküle gelir (Şekil 2.2). BOS, kranial ve spinal sinirlerin perinöral (perineural) aralıklarındaki kapiller lenf damarları tarafından da bir miktar emilir. Ayrıca spatium subarachnoideum'da bulunan venlere de direkt olarak açıldığı sanılmaktadır. Çocuklarda BOS aqueductus cochleae (canaliculus cochleae) aracılığı ile iç kulağın perilymfası ile bağlantı kurar. Erişkinlerde bu bağlantı kapanır (8).

BOS üretim ve emilimi normal fizyolojik durumlarda dinamik dengededir. Üretim ve emilimdeki değişiklikler intrinsik kompensatuar mekanizmalarla düzenlenir. Bu mekanizmalar bloke olursa BOS miktarı patolojik düzeye ulaşır.

Gestasyonun 35. gününde mezenşim, invajinasyon ile lateral, 3. ve 4. ventriküllerin tavanından girerek koroid pleksus'u oluşturmaya başlar. İntrauterin yaşamın 50. gününde BOS yapımı başlar (1).

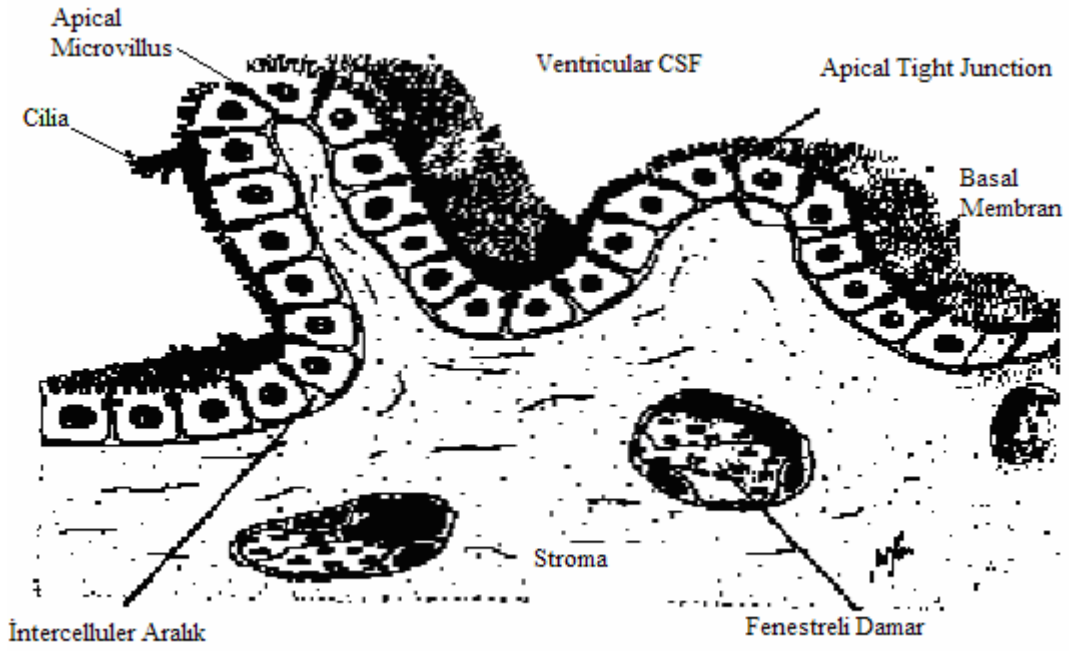
Koroid pleksus'lar villuslardan oluşan bir yapıdır. Her villus üzerinde siliolar bulunan tek tabakalı kübik epitel ile kaplıdır. Bu hücreler kollagen, fibroblast ve sinir liflerinden oluşan bir basal membran üzerine otururlar. Her villusun ortasında, endotel hücreleri arasında sıkı bağlantıları olmayan, gevşek duvar yapısı bulunan bir kapiller bulunmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. BOS dolaşımı

Koroid pleksustaki kan-beyin bariyeri, parankimin aksine kapillerdeki endotel hücreleri arasındaki sıkı bağlantılarla değil, villus üzerindeki hücreler arasında bulunan sıkı bağlantılarla oluşmaktadır. Bazal membranın üzerindeki epitelin apikal yüzeyi sıkı olarak dizilmiştir ve apikal sıkı bağlantı kan-BOS bariyerini oluşturur (1).

BOS'un yapım yeri olarak koroid pleksus, ependim tabakası ve parankim düşünülmektedir. İzole edilmiş koroid pleksus preparatlarının incelenmesi BOS'un %80'e yakın kısmının yapımından koroid pleksusun sorumlu olduğunu göstermiştir. BOS'un ekstrakoroidal kaynağı ise iyi bilinmemektedir (1) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Plexus choroideus'lardaki villus yapı

BOS'un üretim aşamalarından ilki villusun ortasındaki kapillerden, endotel hücreleri arasında sıkı bağlantılar olması nedeni ile hidrostatik basınç sonucu damar dışına sızan ultrafiltratın villus ortasında birikmesidir. Bu birikinti koroid pleksus hücresi tarafından BOS adı verilen sıvıya dönüştürülerek salgılanmaktadır. Basal membran tarafında biriken ultrafiltrat  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  ATP'azın sodyumu aktif olarak hücre içine pompalamasıyla hücre içine sodyum transportunu sağlamakta, su da sodyum ile birlikte pasif olarak hücre içine girmektedir. Klor bu pompadan bağımsız olarak hücre içine girmektedir. Hücre içinde BOS özelliklerini alan sıvı yine aynı pompanın yardımıyla ventrikül içine bakan hücre duvarı tarafından aktif olarak ventriküler boşluğa salgılanmaktadır. Bu olay bir denge içerisinde sürdürülmektedir. Normal fizyolojik durumlarda BOS üretimi intrakranial basınçtan etkilenmez, ancak yeteri kadar yüksek intrakranial basınç, BOS yapımının birinci aşaması olan ultrafiltrat yapımını etkileyeceğinden BOS yapımında azalma görülebilir (1).

BOS ortalama saatte 20 ml hızla, günde 500 ml olarak üretilmektedir. Yenidoğan döneminde bu oran daha düşüktür (0.20 ml/dk) (1).

Serum osmolaritesindeki değişikliklerin veya vücut ısısının BOS yapımında etkili olmadığı gözlenmiştir. BOS yapımını etkileyen maddelerden furosemid'in karbonik anhidraza etkiden çok, hücre içine giren klorürü durdurması ile BOS yapımında azalmaya neden olduğu sanılmaktadır. Asetazolamid ise, hücre içinde bikarbonat yapımında ve BOS oluşumunda önemli rolü olan karbonik anhidraz enzim blokajı ile insanlarda ve deneysel modellerde BOS yapımında azalmaya neden olmaktadır (1).

BOS emilimi daha çok sinus sagittalis superior boyunca yerleşmiş olan araknoid granülasyonlar ile (granülasyo arachnoidea) olur. Subaraknoid bölgeden araknoid granülasyonlardaki venöz gölcüklere gelen BOS buradan emilir. BOS emiliminde alternatif yol olarak n. olfactorius kılıfı gösterilebilir. Özellikle intrakranial basınç artışı sırasında bu yolların daha fazla çalıştığı sanılmaktadır (1).

Emilim basınca duyarlıdır. İntrakranial basınç arttığında BOS absorpsiyonu artar, bir baz değerin altında absorpsiyon azalır. Cutler ve arkadaşları tarafından grafiksel olarak ifade edilmiş olan bu değer 68 mm H<sub>2</sub>O'dur (1).

Dışarıda 1500 gr gelen beyin BOS içerisinde 50 gr kadar gelir, bu da beynin korunmasında önemli rol üstlenir (7, 8, 10).

## **2.5. HİDROSEFALİ**

### **2.5.1. Tanım**

Hidrosefali; BOS üretim ve emilimi arasındaki dengesizlik veya BOS dolaşım yollarında herhangi bir yerde tıkanma sonucu ventriküllerde BOS birikimi ve bunlara bağlı olarak sıklıkla intrakranial basınç yükselmeleri ile karakterize patolojik bir durumdur (12).

Hidrosefali; BOS hacmindeki bir artıştır ve genellikle bozulmuş emilimden nadiren ise aşırı salgılamadan kaynaklanır (11, 13).

### **2.5.2. İnsidans**

Genel popülasyonda hidrosefali insidansı tam olarak bilinmemektedir. İnfantil dönemde 3-4/1000 canlı doğum, konjenital hastalıklarla ilişkili olarak gelişen hidrosefali insidansı 0.9-1.5/1000 canlı doğum olarak bildirilmektedir (1). Prematür infantlardaki intraventriküler kanamaya bağlı olarak gelişen hidrosefalinin insidansı daha yüksektir (12).



### 2.5.3. Fizyopatoloji

Hidrocefali oluşumunu açıklamak için üç hipotez vardır (12);

1. BOS dolaşım yollarında tıkanıklık
2. Aşırı BOS üretimi
3. Yetersiz venöz drenaj

**1. BOS dolaşım yollarında tıkanıklık:** Klinikte BOS dolaşım yollarında 2 tip engel görülebilmektedir. Bunlar; Obstrüktif hidrocefali ve Komünikan hidrocefali olarak isimlendirilir. Obstrüktif hidrocefali; ventriküler sistem içinde BOS dolaşım yollarındaki tıkanıklığı, komünikan hidrocefali ise ventriküler sistem dışındaki BOS yollarının tıkanıklığını tanımlamaktadır (11, 14).

**2. Aşırı BOS üretimi:** BOS dolaşım yollarında tıkanma olmadan, BOS'un aşırı üretimi ile gelişen hidrocefalinin tipik örneği koroid pleksus papillomudur. Bunlarda BOS üretimi genellikle normalin 1.5-2 katı kadar artar. Buradaki hidrocefalinin bir başka mekanizması, koroid pleksus papillomlarındaki kanamalara bağlı olarak gelişen fibrozis ve BOS'un protein içeriğindeki artış sonucu for. Monro'larda, Sylvius kanalında ve araknoid granülasyonlarda tıkanmalar nedeni ile BOS dolaşımının bozulmasıdır. Papillomlar 3. ve 4. ventriküllerdeki koroid pleksuslardan köken almışlarsa direkt ventriküler sistem içerisindeki tıkanmaya bağlı olarak obstrüktif hidrocefali gelişebilir (1, 12).

**3. Yetersiz venöz drenaj:** Teorik olarak, sefalik venöz basınç artması sonucunda araknoid villuslarda da basınç artar ve BOS emilimi için önemli olan basınç gradienti azaldığından hidrocefali gelişebilir (12).

BOS dolaşım yollarındaki tıkanmanın sebebine bakmaksızın hastaların yaşına bağlı olarak geniş bir yelpaze oluşturan patolojik bulguların başında ventriküler genişleme gelir. Ventriküler genişlemenin patolojik etkileri; beyaz cevher atrofisi, ventrikül çevresindeki beyin dokusunda yumuşak ödem, koroid pleksuslarda fibrosiz, ependimal epitelde incelme, ventriküler divertikül oluşumu, septum pellucidumda fenestrasyon ve interhemisferik komissürde incelme ve uzama şeklindedir (1, 12).

#### 2.5.4. Histopatoloji

Akut dönemde hidrosefali kortikal incelme ve ventriküler dilatasyona neden olur. Bu değişiklikler daha çok cornu occipitale'de olur. Ventriküler sistem dilatasyonu yukarıdan aşağıya doğru lateral ventriküllerden başlar. 3. ventriküldeki dilatasyon ise, recessus supraopticus ve recessus suprapinealis'lerin basınçtan etkilenmesiyle oluşur. İnce olan aqueductus Sylvius dilatasyona dirençlidir. 4. ventrikül serebellum içine doğru genişler. Ventriküler ependimal hücreler düzleşir ve siliasız bir hal alır. Ventral olarak ependimal membran yırtılır, bu yolla subependimal ödem ve skleroz gelişir. Gri cevher ile karşılaştırıldığında beyaz cevherin harabiyeti kortekslerde kan akımının fazlalığı nedeniyle daha büyük olur.

Şant takılması ile gliozis nöral elemanların yerini alır. Koroid pleksuslarda fibrozis artar, septum pellucidum'da seperasyon ve ventriküler divertikül formasyonu meydana gelir. Rubin ve arkadaşları hidrosefalide, aksonlarda primer olarak harabiyet ve sekonder olarak da miyelin kaybı ve kronik astrogliozis olduğunu rapor etmişlerdir (1).

#### 2.5.5. Etyoloji

Hidrosefali, birçok çocukta doğuştan olmaktadır ve bu çeşit hidrosefaliler konjenital hidrosefali olarak isimlendirilir.

Konjenital hidrosefalinin birçok durumunda çevresel faktörler ve genetik etkileşimin sebep olduğu düşünülmektedir.

Hidrosefali doğumdan sonra da kafa travması, menenjit ya da beyin tümörü gibi çeşitli faktörlerle de gelişebilmektedir. Bu da edinsel hidrosefali olarak tanımlanmaktadır (15).

Ayrıca hidrosefali 'obstrüktif hidrosefali' ve 'komunikan hidrosefali' olarak da ikiye ayrılmaktadır :

- Obstrüktif hidrosefali; ventriküler sistem içinde BOS akımının tıkanıklığı,
- Komunikan hidrosefali; ventriküler sistem dışında BOS akımının tıkanıklığı olarak tanımlanmaktadır (11, 16).

Bu durumda hidrosefalinin nedenlerine baktığımızda;

### **Obstrüktif hidrosefali**

Edinsel;

- Edinsel aquaduct stenozu (enfeksiyon ya da kanama sonrası yapışıklıklar)
- Tentoriyal herniasyona neden olan supratentoriyal kitleler
- Intraventricüler kanama
- Tümörler
- Apse / Granülom
- Araknoid kistler

Konjenital;

- Aquaduct stenozu ya da çatallanması
- Dandy-Walker sendromu
- Chiari malformasyonu
- Galen veni anevrizması.

### **Komünikan hidrosefali**

- Laptomeninklerin kalınlaşması ve/ ya da araknoid granülasyonların tutulumu
- Enfeksiyon
- Subaraknoid kanama : spontan, travma, postoperatif
- Karsinomatöz menenjit
- BOS viskozitesinin artması: örneğin; yüksek protein içeriği
- Aşırı BOS yapımı
- Koroid pleksus papillomu (nadir) (11, 16).

### **2.5.6. Klinik Semptom ve Bulgular**

Hidrosefalide semptom ve klinik bulguların ortaya çıkması intrakranial basınç artışına bağlıdır ve olguların yaş gruplarına göre değişiklik gösterir (13).

Bu değişiklikler özellikle hidrosefali oluşumu sırasındaki kranial sutureların açık olup olmaması ile ilgilidir. Kranial suturelerin açık olduğu 2 yaşın altındaki çocuklarda baş çevresinde büyüme önemli bir bulgudur. Yenidoğan döneminde baş çevresi 33-36 cm'dir ve periodik takiplerdeki haftalık 1 cm'lik artış normal kabul edilir. Ancak

haftalık 2 cm ve üzerindeki artışlar diğer bulguların da birlikteliğiyle hidrosefaliyi düşündürülebilir (13).

Başlangıçta hidrosefali gelişiminde bebeklerde, intrakranial sıvının artmasıyla kafatası sütürleri genişler ve bu dönemde durum belirti vermeksizin de olabilir (16).

Fontaneller açıksa, kafa içi basıncının artmasıyla bebeklerde; irritabilite, kusma, fontanelde gerginlik, iştahsızlık, kilo alamama, uykuya eğilim, baş çevresi / göğüs çevresi oranında artış, kulakların ve gözlerin düşük olması nedeniyle kraniofasial uyumsuzluk, alın çıkıntısı ile n. abducens'in felci ya da setting sun fenomeni (batan güneş belirtisi) gibi nörolojik semptomlar görülebilir (12, 16).

Yetişkinlerde ve erişkin çocuklarda hidrosefalinin belirtileri ise; baş ağrısı, papil ödemi, bulantı ve kusma, irritabilite, okul performansında düşme, hafıza kaybı, şuur ve kişilik değişiklikleri görülebilir (13, 16).

### **2.5.7. Tanı Yöntemleri**

Hidrosefali tanısı temel olarak hasta hikayesi, nörolojik ve fizik muayenesi ile konulabilir. Radyolojik tetkikler ise hidrosefali tanısını desteklemektedir. Ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılabilen tetkiklerdir (1, 13).

Ultrasonografi; hidrosefalisi kanıtlanmış veya şüpheli olan prenatal infantların takibinde kullanılabilir. Taşınabilir olması, hastaya sedasyon gerektirmemesi ve radyasyon verilmemesi gibi avantajları olmakla birlikte, yalnızca fontaneli açık olan infantlarda kullanılabilmesi ve yalnızca supratentorial yapıları gösterebilmesi nedeniyle sınırlı kullanım alanına sahiptir (13).

BT; hidrosefali tanısında kesin ve hızlı sonuç verebilmesinin yanısıra, hidrosefalinin uzun süreli takibinde kullanılmaktadır.

BT ile;

- Ventriküler sisteme intraventricüler veya ekstrapentricüler bası oluşturarak hidrosefaliye neden olabilen intrakraniyal yer kaplayıcı oluşumların tanısı,
- Ventriküler sistemdeki genişlemeye bağlı olarak "Mickey Mouse" görünümü,
- Cornu temporalenin 2 mm'den genişlemiş olması,
- Transepidimal BOS geçişi nedeniyle oluşabilen periventricüler hipodensite,

- Kortikal sulcullarda kompresyon, subaraknoid bölgede obliterasyon,
- Cornu frontaleler arasındaki mesafe ve aynı düzlemdeki bifrontal çapın oranı (Evans indeksi) %30'dan büyük olarak tespit edilebilir. Evans indeksinin büyüklüğüne göre ventriküler genişlemenin derecesi hesaplanabilir (1, 13).

MRG; sagittal, aksiyal ve coronal planda görüntü verebilmesi, kesin ve doğru tanıya varılabilmesi nedeniyle günümüzde diagnostik değeri oldukça yüksek olan bir görüntüleme yöntemidir. MRG intrakranial patolojileri ve transependimal BOS absorpsiyonunu açıkça gösterebilmektedir. MRG ile BOS akım dinamikleri ve intrakranial lezyonun kesin lokalizasyonunu ayrıntılı olarak elde edebiliriz (1, 13).

Ventrikülografi ve sisternografi ise; BOS akım alanları arasında bağlantı olup olmadığını ortaya koyabilen yöntemlerdir (13).

Lomber ponksiyon; hidrosefalide basıncın normal veya yüksek olup olmadığını değerlendirilmesini sağlayabilir. Obstrüktif hidrosefalide lomber ponksiyon yapılması kontrendike olup, herniasyona yol açabilir (1, 13).

Diğer tanısal tetkiklerden kraniografi; küçük çocuklarda sütür seperasyonunu, daha büyük çocuklarda ise dövülmüş bakır görünümü ve sella turcica erozyonunu gösterebilmektedir (13).

### 2.5.8. Tedavi

Cerrahiye engel bir durum söz konusu olmadıkça hidrosefalide tedavi cerrahidir.

**Tıbbi Tedavi:** Hidrosefalide tıbbi tedavi özellikle hızlı ilerleyen ve artmış intrakranial basınca bağlı klinik bulguları olan olgularda cerrahi tedavinin yerine düşünülemez. Bununla birlikte yavaş gelişen hidrosefali olgularında ve çok küçük infantlarda şant cerrahisi riskli ise cerrahi uygulanana kadar kısa bir zaman için tıbbi tedavi denenebilir. BOS üretimi 0.35 ml/dk olup emilim de yaklaşık olarak üretim oranlarındadır. BOS üretiminden sorumlu mekanizmalar ise koroidal kapiller hücre duvarındaki hidrostatik basınç, koroidal epiteldeki  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPaz enzimi ile karbonik anhidraz enzimi kontrolündedir (1).

BOS üretimini azaltmak için 40 yılı aşkın süredir çeşitli ilaçlar denenmiştir. Bu tedavi BOS üretimini enzimatik düzeyde azaltmak veya beyin interstisiyel sıvısını azaltmaya yönelik osmotik ajanlar ve araknoid villuslarda emilim defekti varsa fibrinolitik ajanların kullanılması şeklinde olmuştur (1, 13). Bu amaçlarla karbonik anhidraz

inhibitörü olarak asetazolamid ve furosemid,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ATPaz inhibitörü olarak bir kardiyak glikozid olan digoksin ve ouabain, interstisiyel sıvı miktarını azaltmak için isosorbid ve osmotik diüretik olan mannitol, üre ve gliserol, fibrinolitik ajan olarak da heparin, ürokinaz deneysel modellerde ve bazı hidrosefali hastalarında kullanılmıştır (1). Deneysel çalışmalarda asetazolamid'in BOS sekresyonunu %50 oranında azalttığı görülmüştür. Asetazolamid'in insan deneklerinde kısa süreli etkisiyle, intravenöz ilaç dozu uygulamalarını izleyen 30 dakikadan az sürede BOS'un sekresyonunu engellediği görülmüştür. Günümüzdeki klinik sonuçlara göre asetazolamid'in uzun süreli tedavisi etkisiz bulunmuştur. Bazı raporlarda dengeli ve yavaş ilerleyen kronik hidrosefali hastalarda ilacın yararlı olabileceği de belirtilmiştir (14). Diüretikler ise günümüzde nadiren de olsa halen kullanılan ilaçlardır. Özellikle infantil dönemde hemorajik BOS içeren hidrosefali olgularında diüretikler uygun koşullar sağlanıp, şant uygulaması yapıncaya kadar kullanılmaktadır (1). Asetazolamidin bir diğer etkisi de choroidal arterlerde vazokonstriksiyon oluşturmaktır. Asetazolamid 25 mg/kg/gün şeklinde başlanır ve 100 mg/kg/gün dozuna kadar çıkılabilir (1, 17).

Furosemid; koroid pleksus apikal yüzeyindeki  $\text{Cl}^-$  transportunu engelleyerek BOS üretimini %50 oranında azaltabilir. Furosemid 1mg/kg/gün şeklinde kullanılır. Karbonik anhidraz inhibitörü olan asetazolamid de BOS üretimini aynı oranda azaltabilir (1, 13, 16).

**Cerrahi Tedavi:** Hidrosefalinin cerrahi tedavisinin planlanmasında hidrosefalinin nedeni en önemli rolü oynar. Cerrahi yöntemler (1);

1. Tıkayıcı lezyonun çıkarılması
2. BOS'un bir başka vücut boşluğuna drenajını sağlayan şant sistemleri
3. Üçüncü ventrikülostomi

**1. Tıkayıcı lezyonun çıkarılması:** BOS dolaşım yollarında tıkanıklık oluşturarak hidrosefaliye yol açan konjenital veya edinsel çeşitli lezyonlar bulunabilir. Özellikle çocukluk döneminde tıkayıcı tipte hidrosefalinin nedeni büyük çoğunlukla tümörlerdir (1).

**2. Şant sistemleri:** Şant, tipik olarak ventriküler katater, valv ve distal katater olmak üzere 3 bölümden oluşur. Ventrikülden bir rezervuara drenajı sağlayan kısım ventriküler katater, basınç kontrolünü sağlayan valv sistemi ve BOS'un absorbe olacağı vücut boşluğuna geçişini sağlayan ise distal kataterdir (15).

Sistem yaygın olarak BOS'un periton içine, plevral boşluğa, safra kesesine, kalbin sağ atriumuna ve jugular vene yönlendirilmesi ile gerçekleşir. Bu amaçla; ventriküloperitoneal şant (VPS), ventriküloplevral, ventriküloatrial (VA) ve lumboperitoneal şant sistemleri kullanılmaktadır (1, 15).

Telafi edilebilir hidrosefalide yani; klinik ve radyolojik durumu stabil olan hastalarda, hafif ya da şiddetli ventrikül dilatasyonuna bağlı olarak 5 yaşın üzerindeki çocukların gözlem altında bulundurulmaları, 3 yaşın altındaki çocuklarda ise şant uygulanabileceği savunulmaktadır. Fakat telafi edilemeyen hidrosefalide yani; klinik durumunda ilerleme ve radyolojik bulguların açığa çıktığı durumlarda kesinlikle şant uygulanması gerektiği bildirilmektedir (18).

**a) Ventrikülo-Peritoneal Şant (VPS):** BOS'un periton içine yönlendirilmesi olarak Kausch tarafından 1908 yılında tanımlanmıştır (14, 18).

En yaygın olarak kullanılan şant sistemidir. Lateral ventriküle yerleştirilen şant, boyun ve gövdede cilt altından geçirilen kateterle peritona yönlendirilir. Sistemde periton kullanılmasının avantajı; şant enfeksiyonunda daha az hastalık oluşturmasıdır. Uygulanması basittir ve tıkanıklığın düzeltilmesi daha kolaydır (13, 19).

**b) Ventrikülo-Atrial Şant (VA):** Bu method 1952 yılında Nulsen ve Spitz tarafından BOS'un lateral ventrikülden kalbin sağ atriumuna yönlendirilmesi şeklinde bir uygulamadır (14). Bu sistemde BOS kalbin sağ atriumuna drene edilmektedir. Komplikasyonlarının ventrikülo-peritoneal şanta göre daha ciddi olması (bağlantı yapılan damarda yaralanma, tıkanma, kronik enfeksiyon) ve yenilenmesinin oldukça zor olması nedeniyle daha az tercih edilmektedir. Günümüzde eğer abdominal bölge içinde bir problem var ise ventrikülo-peritoneal şanta bir seçenek olarak ventrikülo-atrial şant kullanılmaktadır (13, 19).

**c) Ventrikülo-Plevral Şant:** Ventrikülo-plevral şant ilk kez 1954 yılında Ransohoff tarafından 3. ventrikülün çıkarılamayan tümörlerinin tedavisinde tanımlanmıştır (14). Bu yöntemde beyin içindeki sıvı, tüp ve valv aracılığı ile akciğerin etrafında bulunan zarın (plevra) iki yaprağı arasına boşaltılır. Ventrikülo-peritoneal şantın uygulanmadığı durumlarda ventrikülo-plevral şant uygulaması düşünülebilecek diğer bir yöntemdir. Ventrikülo-plevral şant 5 ya da 6 yaşından daha küçük çocuklarda uygulanmaz. Çünkü biriken sıvı akciğerlere bası yapıp solunum sıkıntısı yaratabilir. Bu yöntemin uygun olmadığı durumlar ise; göğüs boşluğunda bir başka nedene ait sıvı birikiminin olması ve

bu nedenle solunum sorunları olanlar, göğüs kafesinin küçük ve emilim alanının dar olması nedeniyle küçük çocuklar, böbrek-kalp yetmezliği olan hastalardır (13, 14, 19).

**d) Lumbo-Peritoneal Şant:** Lumbo-peritoneal şant, BOS'un yönlendirilmesinde beyin cerrahları aralarında yaygınlık kazanmamıştır. Çocuk ve yetişkin hidrosefalinin tedavisinde etkisi ispatlanmış olmasına rağmen çeşitli sonuçlarından dolayı bu teknikten kaçınılmıştır. Bu yöntemin kazancı; beyne yabancı bir madde yerleştirilmemesidir. Lumbo-peritoneal şantlar, kommunike hidrosefalilerin tedavisinde kullanılabilirler. Lumbal subaraknoid mesafeye yerleştirilen bir kateter aracılığı ile BOS peritona akitılır (13, 19).

**3. Üçüncü Ventrikülostomi:** 3. ventrikülün tabanına açılan bir delikle BOS'un 3. ventrikülden interpedinküler sisterne (cisterna interpedicularis) geçişini sağlayan cerrahi yöntemdir. 3. ventrikülostomi; aqueduct stenozunda veya 4. ventriküldeki kitle ya da doğuştan olan tıkanmalarda uygulanır. İlk olarak 1922 yılında Dandy tarafından önerilmiştir (14, 15).

3. ventrikülostomi yüksek risklere sahiptir. Komplikasyonları; subaraknoid kanamalar, a. basillaris yaralanmaları, hipotalamik bozukluklar şeklinde rapor edilmiştir (15).

## 2.6. CAVALİERİ PRENSİBİ

Toplam hacim değeri, deneysel çalışmalarda olduğu kadar, klinikte teşhis, tedavi veya tedavinin planlanmasında sıklıkla kullanılan bir değerdir. Genellikle fizik muayene sırasında incelenen yapının şekli ve büyüklüğü hakkında göreceli bir bilgi edinilmeye çalışılır. Bu değerlendirme, incelenen organ ya da organ içindeki bir bileşenin hacim değişiklikleri hakkında yapılan subjektif bir değerlendirmedir. Aynı şekilde Bilgisayarlı Tomografi (BT) veya Manyetik Rezonans (MR) görüntüleme gibi radyolojik görüntüleme yöntemleri ile ilgilenilen yapının yapısal bütünlüğünün göstergesi olan gerçek hacim veya bileşen hacim değişiklikleri değerlendirilir. Bu değerlendirmeler sonucunda ilgilenilen yapının normal olup-olmadığına, uygulanacak tedavinin planlanmasına veya uygulanan tedavinin sonuçlarına yönelik değerlendirmeler yapılır. Genel uygulamada hekimin aldığı eğitim ve meslek tecrübesi BT ya da MR görüntülerinin yorumlanması sırasında ön plana çıkar. Görüntüler üzerinde yapılan değerlendirmelerin biyolojik yorumları doğru olsa bile subjektif olmaları nedeniyle nicelik hakkında sınırlı bilgiler sağlayabilir. Son yıllarda klinik uygulamalarda radyolojik tetkiklerden elde edilen görüntüler üzerinde hacim hesaplama yöntemi olarak



Cavalieri Prensibi'nin sıklıkla uygulandığı gözlenmektedir. BT ya da MR görüntüleri üzerinde yapılan son çalışmalar incelendiğinde sınırları ayırt edilebilen normal ya da patolojik bir yapının hacminin Cavalieri Prensibi ile kolayca hesaplanabildiği görülür (20).

Stereoloji'de hacim hesaplama yöntemlerinden biri olan Cavalieri Prensibi'nin uygulama alanı her geçen gün genişlemektedir. Deneysel çalışmalarda uygulanan yapı ve organların hacimlerini hesaplamak için sıklıkla kullanılan bu yöntemin, son yıllarda hacim değerinin önemli olduğu klinik uygulamalarda da kullanılmaya başlandığı görülmektedir (21). Cavalieri Prensibi ile kesinlik ifade eden ve kişisel taraflılıktan uzak sayısal değerlere ulaşılır. Bu nedenle çalışma sonucunda elde edilen veri son derece güvenilir ve tarafsızdır (22, 23).

Klinikte teşhis amaçlı kullanılan radyolojik tetkik görüntülerinin değerlendirilmesinde, genellikle değerlendirmeyi yapan hekimin aldığı eğitim ve edindiği mesleki tecrübe ön plana çıkmaktadır. Hekim bu özelliğini geliştirebildiği ölçüde radyolojik görüntülerden çıkarımlar yaparak doğru sonuca ulaşmaya çalışır. Bu şekildeki bir yaklaşımla yapılan değerlendirmelerde çoğunlukla gerçek sonuca ulaşmak mümkün olabilmekte ve doğru tanı konabilmektedir. Örneğin; radyoterapi tedavisi alan beyin tümörlü ya da mezoteliomalı bir hastanın tedavisinde, tedavi öncesi ve tedavi sonrası çekilen görüntülerin karşılaştırılması ile tümör hacminin azalıp azalmadığı hekim tarafından göreceli olarak değerlendirilir. Ancak bu tür yorumlamalarda sayısal verilerle bir değerlendirme yapılmadığından küçük bir görüntüde yapılan değerlendirme yanılığa sebep olabilir. Bu yanılığın kurtulabilmek, tümörün tedavi öncesi ve sonrası hacim değerinin sayısal verilerle ortaya konması ile mümkündür (24-26). BT ya da MR görüntüleme gibi radyolojik tetkikler gerçekte 3 boyutlu olan yapıların 2 boyutlu görüntülerinin elde edildiği görüntüleme yöntemleridir (27, 28). Kemik, beyin, karaciğer, akciğer gibi dokuların değerlendirilmesi veya enfeksiyon, tümör gibi patolojik durumların teşhisi BT ve MR görüntüleri ile kolaylıkla yapılabilmektedir (21, 29, 30). Zira BT ve MR gerçekte 3 boyutlu olan yapıların 2 boyutlu kesit görüntülerinden yola çıkarak, 3 boyutlu özellikleri hakkında bilgi edinilmesini sağlayan yaklaşımlardır. Diğer radyolojik tetkiklerde olduğu gibi bu tetkiklerde de değerlendirme kişinin deneyimine dayalı yani subjektif olarak yapılmaktadır. Değerlendirmelerde genellikle ilgilenilen yapının şekline veya yoğunluk artışına göre yapılan artmış-azalmış ya da büyümüş-küçülmüş gibi subjektif tanımlar

kullanılmaktadır (29, 30). Bu şekildeki değerlendirmeler ise her zaman kişisel taraflılığa açık olduğundan stereolojide bu tür değerlendirmeler taraflı olarak kabul edilir.

Bu durumda akla gelen en önemli sorular, teşhis amacıyla sıklıkla başvuru alan BT ve MR görüntülerinin kişisel taraflılıktan bağımsız olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği, değerlendirmenin kesinlik ifade eden sayısal verilerle ifade edilip edilemeyeceği ve gerçekte 3 boyutlu olan yapıların 2 boyutlu görüntülerinden kaynaklanabilecek hatalardan uzak bir değerlendirilmenin yapılabileceği ve yapılamayacağıdır. Son yıllarda yaygın hale gelen Cavalieri Prensibi kullanılarak, görüntü analiz sistemleriyle birbirine paralel görüntüleri alınabilen, gerçekte 3 boyutlu olan her yapının tarafsız ve etkin bir biçimde hacminin hesaplanabileceği ve 2 boyutlu görüntülerden kaynaklanabilecek hatalardan uzak bir değerlendirmenin yapılabileceği gösterilmiştir (24-26, 31, 32). Bu prensibin uygulanması sırasında göz önünde bulundurulması gereken en önemli noktalardan biri, değerlendirilecek olan yapının sınırlarının, görüntüdeki diğer yapılardan ayırt edilebilmesidir. Bu tip bir yaklaşımla yapılacak değerlendirmeler, hastalıkların objektif tanısının yapılabilmesine imkan vermesinin yanı sıra tedaviye cevabın değerlendirilmesinde de güvenilir sonuçlar verecektir. Üstelik, Cavalieri Prensibi ile hacim hesaplanması, özel geliştirilmiş bilgisayar programları ve bu konuda deneyim kazanmış teknik personele ihtiyaç duyulmaması nedeniyle ilave bir mali yük de oluşturmaz. Ayrıca, gündelik çekimlerde elde edilen BT ya da MR görüntülerinin basıldığı filmler üzerinde ilgilenilen yapı ya da organın hacmini hesaplamak mümkündür (20, 33).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalı ile Nöroşirurji Anabilim Dalında yapılmıştır. Nöroşirurji polikliniğine hidrosefali ön tanısı ile gelen yeni doğanlar takip edildi. Bunlardan hidrosefali tanısı konan 13 yeni doğana şant uygulanması öncesinde çekilen tomografi ve şant uygulanmasından sonraki 1-3 ay içerisinde çekilen kontrol tomografileri üzerinde ventrikül hacmini stereolojik olarak ve evans index ile ventrikül hacmi hesaplandı. Çalışmamızda 0,5 cm'lik BT kesitleri üzerine 0,3 cm'lik NAÖC atılarak ventriküle denk gelen noktalar sayıldı. Toplam nokta sayısı ve diğer ölçüm kriterleri formül üzerinde yerleştirilerek hacim hesaplaması yapıldı. Yapılan hacim hesaplaması evans index ve baş çevreleri ile karşılaştırıldı.

#### **BT Görüntülerinde Cavalieri Prensibi İle Hacim Hesabı**

Bilindiği üzere prizma, küp veya silindir gibi geometrik bir biçime sahip objelerin hacimleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir.

$$V= t \times a$$

Formüldeki (t) yüksekliği, (a) ise nesnenin taban alanını ifade etmektedir. Bu prensibe dayalı olarak düzensiz şekilli herhangi bir nesnenin hacmi Cavalieri Prensibi kullanılarak hesaplanabilir (20, 34, 35).

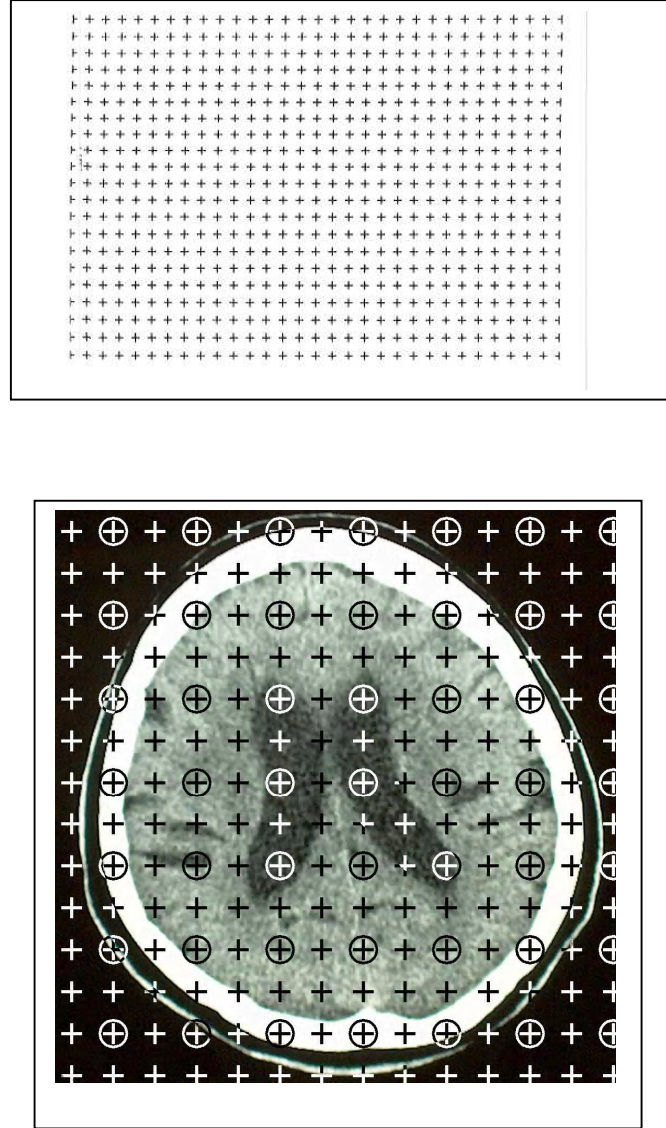
Cavalieri yöntemi ile hacim hesaplanabilmesi için ilgilenilen yapıdan bir dizi birbirine paralel kesit görüntüleri alınır. Yöntemin uygulanması esnasında taraflılıktan kaçınmak için, ilk kesit görüntüsü rastgele ve sabit bir kalınlık aralığında (t) alınmalıdır. Örneğin; objenin sağ ucunun 1 cm iç kısmından itibaren kesit ya da kesit görüntüsü alınmaya başlanacağına önceden karar verilmesi, genellikle çalışmanın sonucunu nasıl etkileyeceği bilinmeyen bir taraflılığa neden olur. Bu şekildeki bir yaklaşımla elde edilen sonuçlar, çalışmanın başlangıcında yapılan ön kabulden dolayı gerçek değerden sistematik olarak sapma gösterecektir. Bu sebepten dolayı her bir örnek için belirlenen kesit aralığında rastgele bir başlangıç yapılmalıdır. Rastgele başlangıç yapılarak alınmaya başlanan kesitler belli bir mesafe aralığında (t) nesnenin tümünü kapsayacak şekilde, baştan sona kadar alınmalıdır. Bu yaklaşım, ilgilenilen objenin her tarafına eşit olasılıkla örneklenme şansını verir. Kesit alma yönü ise tarafsızlığı etkilememekle birlikte, gerçek değeri bulmada önemli bir faktördür (20). Bu sebepten dolayı ilgilenilen objenin belli bir yönde kesitleri alınarak, daima aynı tarafa bakan yüzeylerinde hacim hesabı yapılmalıdır. Cavalieri yöntemi ile tarafsız bir hacim hesabı elde edebilmek için yapı boyunca elde edilen dilim ya da kesitlerin kesit yüzey alanlarının toplamı, kesitlerin arasındaki mesafe ile yani kesit kalınlığı ile çarpılır. Bu işlem aşağıdaki formül ile ifade edilir:

$$Hesap_1 V = t \times (a_1 + a_2 + \dots + a_n) \text{ cm}^3$$

Formülde;  $(a_1 + a_2 + \dots + a_n)$  kesit alanlarını  $\text{cm}^2$  olarak, (t) ise n sayıdaki ardışık kesitlerin kesit kalınlığı ortalamasını cm olarak göstermektedir.

Bazı otomatik aletler veya bilgisayar programları kullanılarak kesit yüzey alanının hesaplanması mümkündür. Ancak yapılan çalışmalar kesit yüzey alanlarının elde edilmesinde, nokta sayım tekniklerinin planimetrik tekniklerden daha güvenilir ve etkin bir yaklaşım olduğunu göstermiştir (20). Bu nedenle, şeffaf bir asetat üzerinde belli aralıklarla yerleştirilmiş noktalardan oluşan bir noktalı alan ölçüm cetveli (NAÖC), kesitlerin yüzey alanlarının hesaplanmasında kullanılabilir (20, 35, 36). Bu amaç için kullanılan, noktalı alan ölçüm cetveli (Şekil 3.1), düzenli olarak sıralanmış (+) şeklindeki işaretlerden oluşur ve iki çizginin kesişmesi ile elde edilen sıfır boyutlu noktayı tanımlamak için kullanılır. Dolayısıyla, NAÖC'de her iki çizginin kesiştiği köşe, nokta olarak tanımlanan yerdir. Bu noktalar eşit aralıklarla dizilidir ve her biri

belli bir alana karşılık gelmektedir. NAÖC, BT ya da MR görüntüsü üzerine rastgele olarak atılır ve ilgilenilen yapının kesit görüntüsü ile kesişen noktalar sayılır.



Şekil 3.1. Noktalı alan ölçüm cetveli (d=2,5mm) ve uygulaması.

Elde edilen nokta sayısı, her bir noktanın temsil ettiği alan ve kesit kalınlığı aşağıdaki formülde yerlerine konularak ilgilenilen yapının hacmi hesaplanır.

$$Hesap_2V = t \times a/p \times (p_1 + p_2 + \dots + p_n) \text{ cm}^3$$

Formüldeki  $(P_1 + P_2 + \dots + P_n)$  her bir kesit yüzey alanı için sayılan nokta sayısını,  $(a/p)$  noktalı alan ölçüm cetvelindeki her bir noktanın, küçültme veya büyütme oranı da hesaba katılarak elde edilen temsil alanını ifade eder. Özetle, her bir noktanın temsil

ettiği alanın eldeki toplam nokta sayısı ile ve kesitlerin ortalama kalınlığı ile çarpımı sonucunda ilgilenilen nesnenin hacmi hesaplanmış olur. Ayrıca, her bir kesitin kesit yüzey alanı ( $a$ ) bu formülden çıkarılan diğer bir formül ile yani  $[(a/p) \times P_i]$  ile hesaplanabilir. Formüldeki alt indis 2 ( $hesap_2V$ ), kesit alma ve nokta sayımı olmak üzere iki aşamada sonuca ulaşıldığını ifade eder.

**Tablo 3.1.** Kesit görüntüleri üzerine düşen nokta sayılarının tablosu

Kesin No (i)	$P_i$	$P_i \times P_i$	$P_i \times P_{i+1}$	$P_i \times P_{i+2}$
1				
2				
3				
Toplam	$\sum P =$	A =	B =	C =

Yukarıdaki formülde  $(a/p)$ 'nin, noktalı alan ölçüm cetvelindeki her bir noktanın, görüntünün küçültme ya da büyütme oranı yardımı ile elde edilen ve gerçekte temsil ettiği alanı ifade ettiği bildirilmiştir. Dolayısıyla araştırmacı bir görüntü üzerine Şekil 1'deki NAÖC'ni attığında ilgilendiği yapının gerçek hacmini elde etmek için aynı zamanda büyütme ya da küçültme oranlarını da hesaplamak zorundadır. Bu nedenle, aradaki kafa karıştırmacı basamağı basitleştirmek amacıyla, yukarıdaki formül, stereoloji grubu tarafından aşağıdaki gibi yeniden şekillendirilmiştir.

$$V = tx [(SU)xd/SL]^2 x \sum P$$

Formüldeki ( $t$ ) ortalama kesit kalınlığını, ( $SU$ ) görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu, ( $d$ ) noktalı alan ölçüm cetvelindeki iki nokta arasındaki mesafeyi, ( $SL$ ) görüntüdeki skalanın cetvel ya da kumpas ile ölçülen uzunluğunu, ( $\sum P$ ) ise ilgilenilen yapının kesit yüzey alanları üzerine düşen toplam nokta sayısını ifade etmektedir. Bu formül kullanılırken, formüle girilecek uzunluk mesafelerinin aynı birimden (cm, mm ya da um) olması gerektiği gözden kaçırılmamalıdır (37-39).

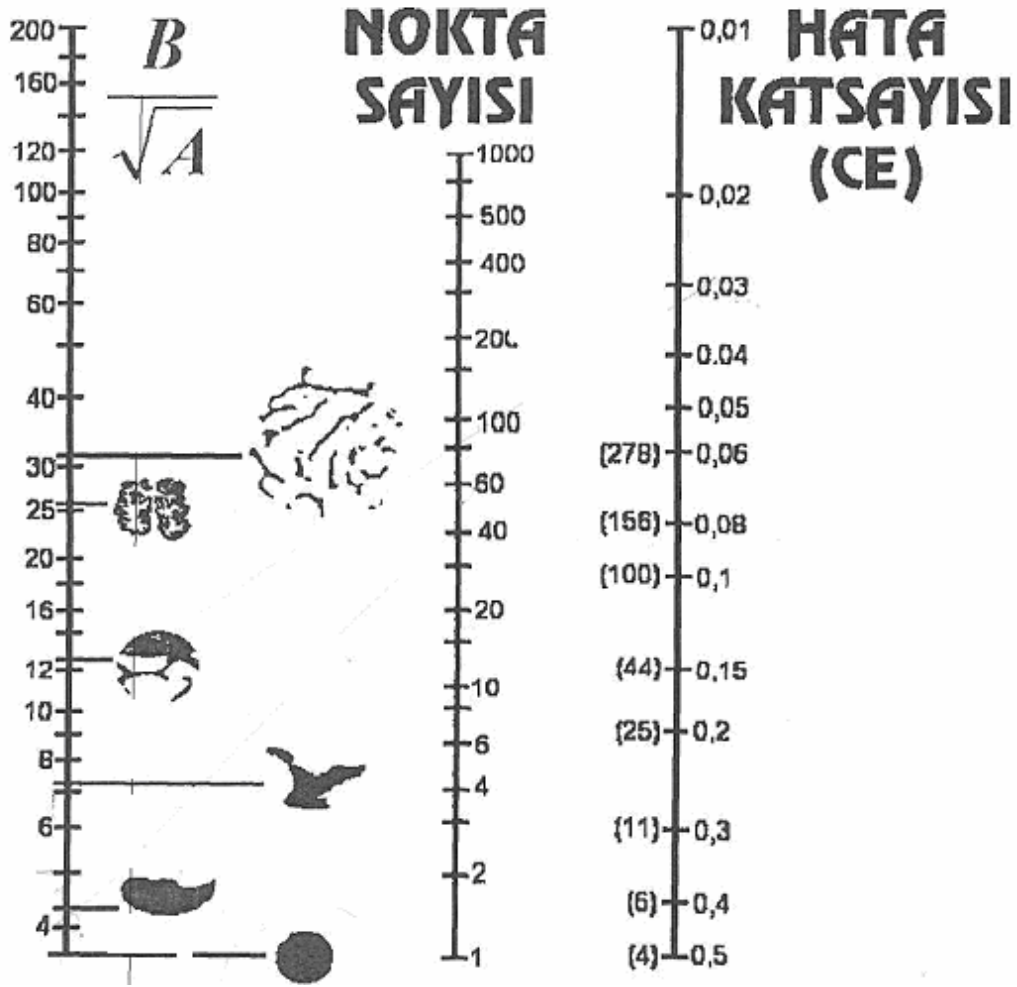
## HATA KATSAYISI HESAPLAMASI

Cavalieri yönteminde, araştırmacı, kesit almak ve nokta saymak sureti ile hesaplamış olduğu hacim değerinin doğruluğunu sorgulayabilmektedir. Elde edilen kesit sayısını ya da kullanılan nokta sıklığının yeterli olup olmadığını sorgulamak amacıyla verilerin Hata Katsayısı (HK) hesaplanır. HK hesaplamaları için birçok yöntem ortaya atılmıştır. Gundersen ve Jensen (1987) tarafından geliştirilen ve Şahin ve Arkadaşlarının (2003) çalışmasında detayları aktarılan formül yardımı ile HK hesaplanabilir (40). HK, %10 ve daha altında elde ediliyorsa yapılan işlemlerin doğru olduğu kararlaştırılır. Aksi durumlarda uygun HK elde edilene kadar kesit sayısı ya da nokta sıklığı değiştirilir. HK hesaplaması aşağıdaki sıra ile yapılır (20).

**1. Karmaşıklık (Noise) değerinin bulunması:** Karmaşıklık, kesitlere ya da dilimlere ayrılmış olan örneğin kesitlerde ya da dilimlerde ortaya çıkan kesit yüzey alanlarının karmaşıklık değerini yansıtan veridir. HK hesaplamasında yapılacak ilk basamak aşağıdaki formül kullanılarak yapılır:

$$Noise = 0.0724 \times (b/a) \times n \times \sum p$$

Formüldeki  $n$ , kesit sayısını;  $\sum P$ , tüm kesitlerde sayılan toplam nokta sayısını göstermektedir,  $(b/a)$  ise dilimlere ayrılan örneğin kesit görüntülerinde ortaya çıkan ortalama izdüşüm şeklinin sınır karmaşıklığını gösteren bir değerdir. Bu değer, incelenecek yapının kesitlerde ortaya çıkan kenar uzunluğunun yüzey alanının kareköküne bölünmesi ile elde edilir. Pratikte, bu değer hesap edilmek yerine Şekil 3.2'de ilgilenilen yapının kesit yüzey alanı görüntüsü hangisine uyuyorsa yaklaşık o birim şekil yardımı ile belirlenebilir.



Şekil 3.2. Nokta sayısını belirlemek üzere tasarlanmış bir nomogram

**2. Toplam Alan Değişkenliği [varyansı] ( $Var_{SRÖ}$ ):** İlgilenilen yapıdan belli yönde kesitler alınması sonucunda ortaya çıkan kesitler arasında hacmi hesaplanacak olan yapının kesilmesi ile ortaya çıkan alanlar arasındaki değişimi ifade eder. Bu basamaktaki işlem aşağıdaki formül yardımı ile yapılır ve elde edilen değer sonraki basamaklarda kullanılır.

$$Var_{SRÖ}(\sum_{i=1}^n a) = \left[ \left( 3 \times \left( \sum P_i^2 - Noise \right) \right) - \left( 4 \times \left( \sum P_i \times P_{i+1} \right) \right) + \left( \sum P_i \times P_{i+2} \right) \right] / 12$$

Formüldeki  $Var_{SRÖ}(a)$ , n sayıdaki kesitte ortaya çıkan toplam alan değişimini ifade eder.  $\sum P_i^2$  i numaralı kesitte sayılan noktanın karesini ifade eder.  $\sum P_i \times \sum P_{i+1}$  i numaralı kesitte sayılan nokta sayısının kendisinden sonraki kesitte sayılan nokta sayısı ile çarpılması sonucu elde edilen sayıdır.  $P_i \times P_{i+2}$  ise i numaralı



kesitte sayılan nokta sayısının kendisinden iki kesit sonraki kesitte sayılan nokta sayısı ile çarpılması sonucu elde edilen sayıdır.

Bu formül hacim hesaplaması için kullanılan Tablo 3.1 yardımı ile aşağıdaki gibi basitleştirilir.

$$Var_{SRÖ}(\sum_{i=1}^n a) = [((3 \times (A - Noise)) - (4 \times B)) + C] / 12$$

Formüldeki (A, B ve C) tabloda ilgili sütunun sonundaki hücrelerde yazılı olan rakamlardır. Bu basamakta elde edilen rakam değeri, hacim ölçümü için gerekli olan kesit sayısının yeterli olup olmadığı konusunda fikir verir.

**3. Toplam Nokta Sayısının ( $\Sigma P$ ) Toplam Değişkenliği [varyansı]:** Hata Katsayısı hesaplamasının son basamağı olan bu aşamada önce toplam varyans elde edilir, sonra da aşağıdaki formül yardımı ile HK hesaplanır.

$$\text{Toplam Varyans} = \text{Noise} + Var_{SRÖ}$$

$$HK(\sum P) = \frac{\sqrt{\text{Toplam Varyans}}}{\sum P}$$

Elde edilen HK değeri hesaplamanın son verisidir ve %10'dan daha küçük olmalıdır. Büyük olması durumunda, 1 ve 2. basamaklara bakılarak, elde edilen kesit sayısı ya da noktali alan ölçüm cetvelinin nokta sıklığı değiştirilir ve hedeflenen HK elde edilir (41).

### EVANS İNDEKSİ

Klasik kitaplarda yazıldığı gibi; ventrikülün cornu frontalelerinin en geniş olduğu yerde 2 kenar arası (a) ile 2 frontal kemik iç tabulası arasındaki maksimum çapa (b) oranıdır. %30'un üzerinde olması hidrosefaliyi düşündürür (42, 43).

### BAŞ ÇEVRESİ

Baş çevresi esnek olmayan bir mazür ile ölçülmelidir. Ölçüm mezür arkada başın en çıkıntılı noktasından, yanda parietal bölgeden ve önde glabelladan geçirilerek yapılır (44).

## 4. BULGULAR

6.08.2004 ile 4.09.2006 tarihleri arasında doğan, hidrosefali tanısı konulmuş 7 erkek, 6 kız toplam 13 olguya Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji Kliniğinde Ventrikülo-peritoneal şant (VPŞ) takıldı. Bu olgulardan 7'sine prematür germinal matriks kanamasına (GMK) sekonder gelişen hidrosefali, 5'ine orta hat kapanma defekti (OHKD) tamiri sonrası ve 1'ine de geç K vitamini eksikliği kanaması takibi sırasında oluşan hidrosefali tanısı konulmuştu (Tablo 1). Tüm olguların preoperatif çekilen beyin tomografileri ve postoperatif ilk 3 ay içinde değişen sürelerde takipleri için çekilen BT'leri değerlendirildi. Buna ilave olarak olguların preoperatif ve postoperatif BT çekimleri sırasında yapılan baş çevresi ölçümleri değerlendirildi. BT'leri 5 mm'lik kesit kalınlığında alındı. Bu görüntülerden Evans indeks'leri ve Cavalieri prensibiyle ventrikül hacimleri hesaplandı. Bulunan ventrikül hacim değerleri, Evans indeksi ve baş çevresi değerleri birbirleri ile karşılaştırıldı.

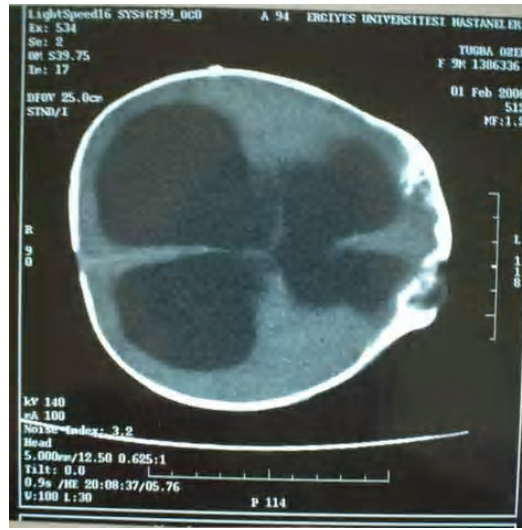
**Tablo 4.1.** Etyolojilerine göre olgular

<b>Olgu</b>	<b>Cinsiyeti</b>	<b>Yaşı</b>	<b>Etyoloji</b>	<b>VPS Tarihi</b>
1.	K	10 aylık	Geç K vit eksikliği	10.03.2006
2.	K	5	Prematür GMK	20.10.2006
3.	K	3	Prematür GMK	17.04.2006
4.	K	2	OHKD	15.12.2006
5.	E	1	OHKD	30.12.2005
6.	E	2	Prematür GMK	06.05.2006
7.	E	2	OHKD	10.01.2007
8.	E	4	Prematür GMK	17.12.2004
9.	E	1	Prematür GMK	25.09.2006
10.	E	2	Prematür GMK	12.08.2005
11.	K	5	OHKD	09.04.2005
12.	E	1	Prematür GMK	25.09.2006
13.	K	3	OHKD	12.08.2004

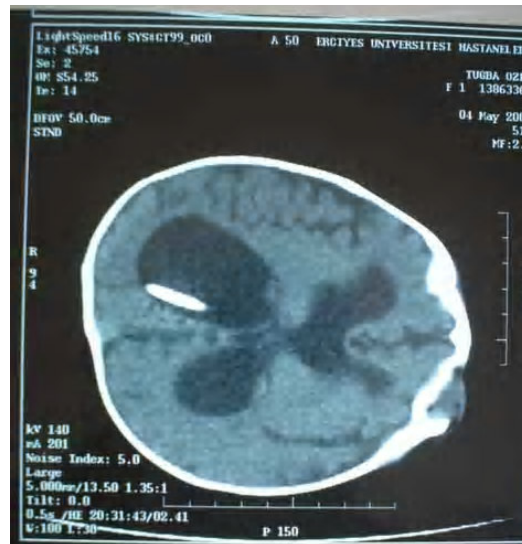
**Tablo 4.2.** Olguların takipleri sonucunda hesaplanan birimler hepsinde: cm

Olgular	Yaş (ay)	Pre op BÇ (cm)	Post op ilk 3 ay BÇ (cm)	Pre op Evans index	Post op ilk 3 ay Evans index	Pre op ventrikül hacmi (cm <sup>3</sup> )	Post op ilk 3 ay ventrikül hacmi (cm <sup>3</sup> )
1.	10	47	40	0,6136	0,5367	772,34	271,85
2.	5	39	36	0,3809	0,2857	158,93	49,39
3.	3	40	37	0,6041	0,4818	657,81	430,59
4.	2	46	37	0,5789	0,4444	516,12	185,49
5.	1	47	45	0,5909	0,5238	334,18	322,36
6.	2	36	34	0,3404	0,2888	43,54	19,5
7.	2	40	38	0,4000	0,3888	99,67	58,76
8.	4	40	35,5	0,4250	0,2230	145,44	133,56
9.	1	38	41	0,4871	0,6511	107,85	419,38
10.	2	36	37	0,3103	0,3811	40,90	87,07
11.	5	40	37	0,6547	0,5625	172,52	189,84
12.	1	40	42	0,6395	0,6832	173,40	277,03
13.	3	42	40	0,6562	0,6206	379,84	386,37

**1 Nolu Olgunun İncelenmesi :** Olgu 10 aylık (18.04.05 doğumlu) kız çocuğu. Hidrosefali etyolojisi geç K vitamini eksikliği olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 47 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi  $772.34 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.6136 olarak hesaplandı (Resim 4.1). Hastaya 10.03.06 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1,5 ay sonra baş çevresinin 40 cm olduğu, BT kontrolünde ventrikül hacminin  $271.85 \text{ cm}^3$  ve evans indexin 0,5367 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresiyle birlikte evans index ve ventrikül hacminde çok iyi azalma olduğu görüldü (Resim 4.2).



**Resim 4.1.** Bir nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.2.** Bir nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**2 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 5 aylık (28.03.06 doğumlu) kız çocuğu. Hidrosefali etyolojisi prematür GMK olan hastanın preoperatif dönemdeki baş çevresi 39 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi 158.93 cm<sup>3</sup> ve evans indexi 0.3809 olarak hesaplandı (Resim 4.3). Hastaya 20.10.06 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 36 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin 49.39 cm<sup>3</sup> ve evans indexin 0,2857 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresiyle birlikte evans index ve ventrikül hacminde çok iyi oranda azalma olduğu görüldü (Resim 4.4).

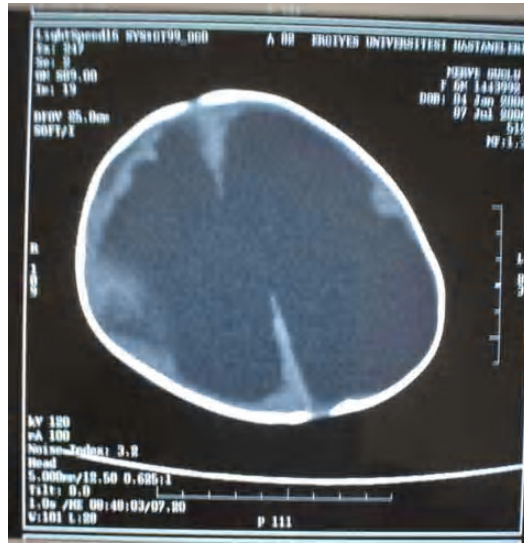


**Resim 4.3.** İki nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.4.** İki nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**3 Nolu Olgunun İncelenmesi :** Olgu 3 aylık (03.01.06 doğumlu) kız çocuğu. Hidrosefali etyolojisi prematür GMK olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 40 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi 657.81 cm<sup>3</sup> ve evans indexi 0.6041 olarak hesaplandı (Resim 4.5). Hastaya 06.05.06 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 37 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin 430.59 cm<sup>3</sup> ve evans indexin 0,4818 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresiyle birlikte evans index ve ventrikül hacminde çok iyi oranda azalma olduğu görüldü (Resim 4.6).



**Resim 4.5.** Üç nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.6.** Üç nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**4 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 2 aylık (12.03.05 doğumlu) kız çocuğu. Hidrosefali etyolojisi OHKD olan hastanın preoperatif dönemdeki baş çevresi 46 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi  $516.12 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.5789 olarak hesaplandı (Resim 4.7). Hastaya 06.05.06 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 2 ay sonra baş çevresinin 37 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin  $185.49 \text{ cm}^3$  ve evans indexin 0,4444 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresiyle birlikte evans index ve ventrikül hacminde çok iyi oranda azalma olduğu görüldü (Resim 4.8).



**Resim 4.7.** Dört nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.8.** Dört nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü



**5 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 1 aylık (21.11.05 doğumlu) erkek çocuğu. Hidrosefali etyolojisi OHKD olan hastanın, preoperatif dönemde baş çevresi 47 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi 334.18 cm<sup>3</sup> ve evans indexi 0.5909 olarak hesaplandı (Resim 4.9). Hastaya 30.12.05 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 45 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin 322.36cm<sup>3</sup>, evans indexin 0,5238 olduğu görüldü. Bu verilere göre hastanın baş çevresi ile birlikte evans indexi ve ventrikül hacminde de azalma olduğu görüldü (Resim 4.10).

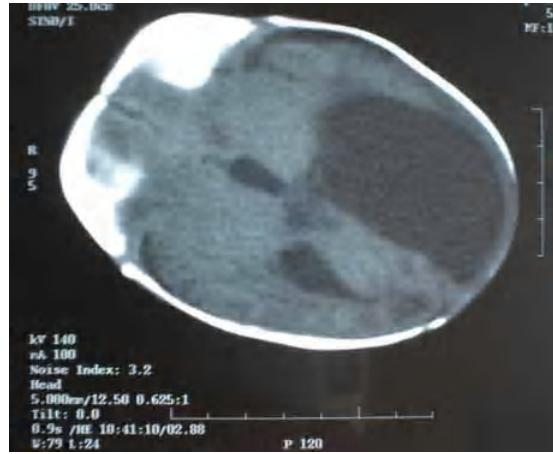


**Resim 4.9.** Beş nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.10.** Beş nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**6 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 2 aylık (12.03.06 doğumlu) erkek çocuğu. Hidrosefali etyolojisi prematür GMK olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 36 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi  $43.54 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.3404 olarak hesaplandı (Resim 4.11). Hastaya 06.05.06 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1,5 ay sonra baş çevresinin 34 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin  $9.5 \text{ cm}^3$  ve evans indexin 0,2888 olduğu görüldü. Bu verilere göre hastanın baş çevresi ile birlikte evans indexi ve ventrikül hacminde de azalma olduğu görüldü. Hastanın postoperatif BT'sinde normal ventrikül hacmine ulaştığı gözlemlendi (Resim 4.12).

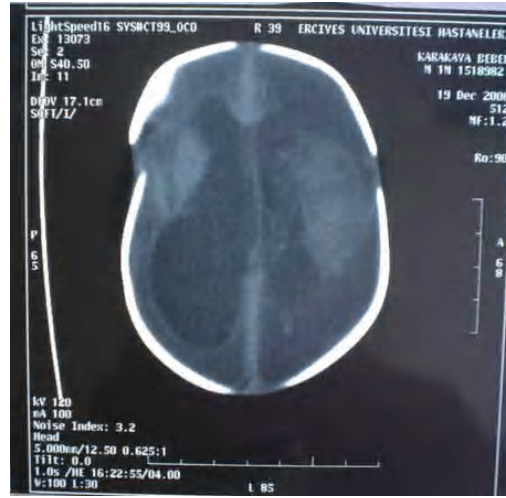


**Resim 4.11.** Altı nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü

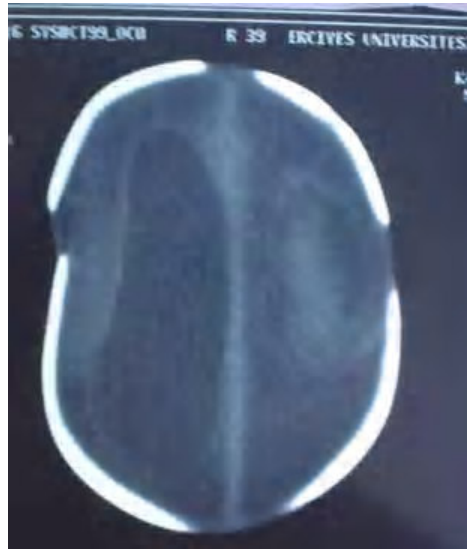


**Resim 4.12.** Altı nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**7 Nolu Olgunun İncelenmesi :** Olgu 2 aylık (16.11.06 doğumlu) erkek çocuğu. Hidrosefali etyolojisi OHKD olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 40 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi 99.67 cm<sup>3</sup> ve evans indexi 0.4000 olarak hesaplandı (Resim 4.13). Hastaya 10.01.07 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 38 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin 58.76 cm<sup>3</sup> ve evans indexin 0,3888 olduğu görüldü. Bu verilere göre hastanın baş çevresi ile birlikte evans indexi ve ventrikül hacminde de azalma olduğu görüldü (Resim 4.14).

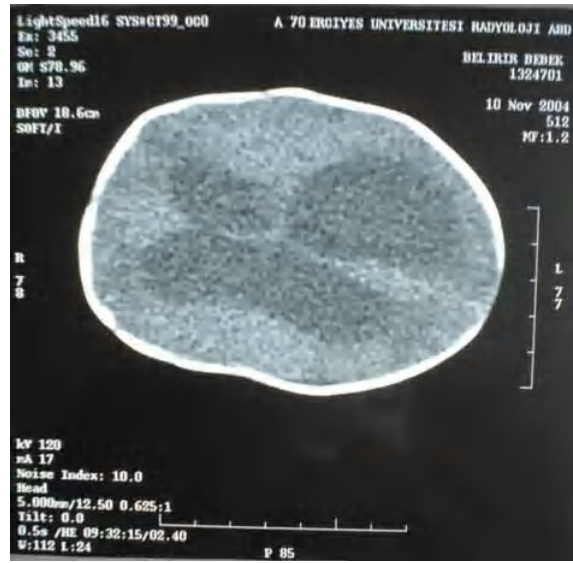


**Resim 4.13.** Yedi nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.14.** Yedi nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**8 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 4 aylık (06.08.04 doğumlu) erkek çocuğu. Hidrosefali etyolojisi prematür GMK olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 40 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi  $145.44 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.4250 olarak hesaplandı (Resim 4.15). Hastaya 17.12.04 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 35.5 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin  $133.56 \text{ cm}^3$  ve evans indexin 0,2230 olduğu görüldü. Bu verilere göre hastanın baş çevresi ile birlikte evans indexi ve ventrikül hacminde de azalma olduğu görüldü (Resim 4.16).

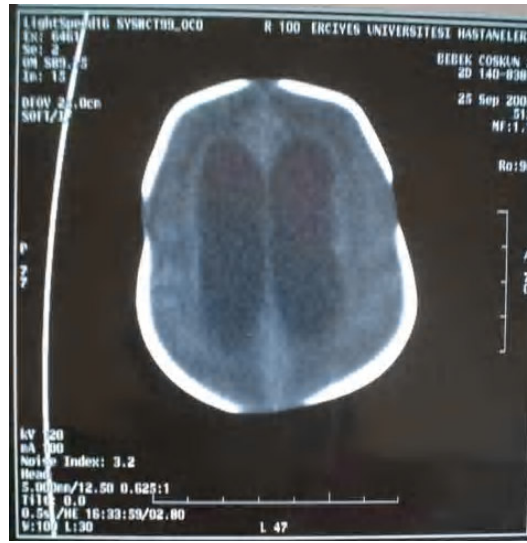


**Resim 4.15.** Sekiz nolu olgunun preoperatif ventrikül görüntüsü



**Resim 4.16.** Sekiz nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**9 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 1 aylık (15.08.06 doğumlu) erkek çocuğu. Hidrosefali etyolojisi prematür GMK olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 38 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi  $107.85 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.4871 olarak hesaplandı (Resim 4.17). Hastaya 25.09.06 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 2,5 ay sonra baş çevresinin 41 cm, BT kontrolünde alınan ventrikül hacminin  $419.38 \text{ cm}^3$  ve evans indexin 0,6511 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresiyle birlikte, evans index ve ventrikül hacminde artışın devam ettiği görüldü (Resim 4.18).



**Resim 4.17.** Dokuz nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.18.** Dokuz nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**10 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 2 aylık (27.06.05 doğumlu) erkek çocuğu. Hidrosefali etyolojisi prematür GMK olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 36 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi  $40.90 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.3103 olarak hesaplandı (Resim 4.19). Hastaya 12.08.05 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 37 cm, BT kontrolünde alınan ventrikül hacminin  $87.07 \text{ cm}^3$  ve evans indexin 0,3811 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresiyle birlikte, evans index ve ventrikül hacminde artışın devam ettiği görüldü (Resim 4.20).



**Resim 4.19.** On nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü

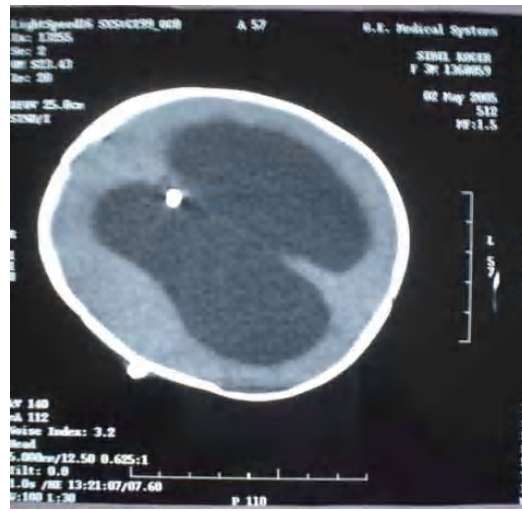


**Resim 4.20.** On nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**11 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 5 aylık (30.11.04 doğumlu) kız çocuğu. Hidrosefali etyolojisi OHKD olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 40 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi  $172.52 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.6547 olarak hesaplandı (Resim 4.21). Hastaya 09.04.05 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 37 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin  $189.84 \text{ cm}^3$  ve evans indexin 0,5625 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresi ve evans indexin azaldığı, ventrikül hacminde de artış olmaya devam ettiği görüldü (Resim 4.22).

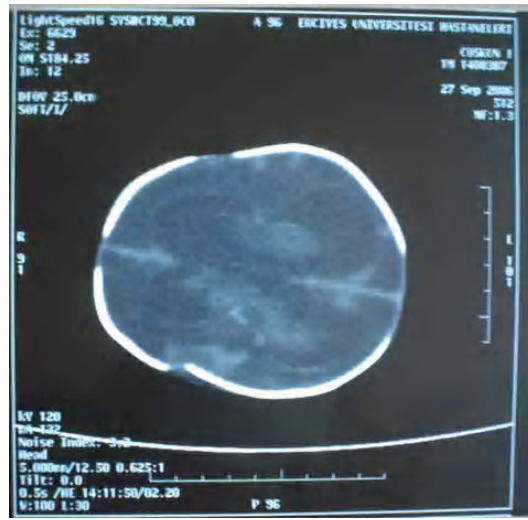


**Resim 4.21.** On bir nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.22.** On bir nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

**12 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 1 aylık (15.08.06 doğumlu) erkek çocuğu. Hidrosefali etyolojisi prematür GMK olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 40 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi 173.40 cm<sup>3</sup> ve evans indexi 0.6395 olarak hesaplandı (Resim 4.23). Hastaya 25.09.06 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 42 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin 277.03 cm<sup>3</sup> ve evans indexin 0,6832 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresi, evans indexi ve ventrikül hacminde az da olsa artış olmaya devam ettiği görüldü (Resim 4.24).



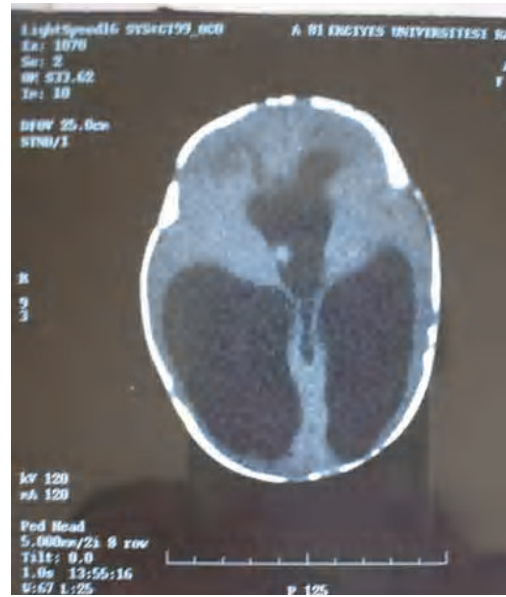
**Resim 4.23.** On iki nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



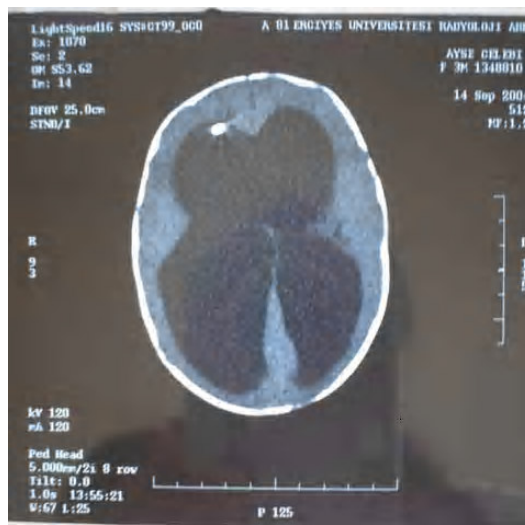
**Resim 4.24.** On iki nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü



**13 Nolu Olgunun İncelenmesi:** Olgu 3 aylık (02.05.04 doğumlu) kız çocuğu. Hidrosefali etyolojisi OHKD olan hastanın, preoperatif dönemdeki baş çevresi 42 cm, BT kesitlerindeki ventrikül hacmi 379.84 cm<sup>3</sup> ve evans indexi 0.6562 olarak hesaplandı (Resim 4.25). Hastaya 12.08.04 tarihinde VPŞ takıldı. Ameliyattan 1 ay sonra baş çevresinin 40 cm, BT kontrolünde ventrikül hacminin 386.37 cm<sup>3</sup> ve evans indexin 0,6206 olduğu görüldü. Bu verilere göre ameliyat sonrasında hastanın baş çevresi ve evans indexin azaldığı, ventrikül hacminde de artış olmaya devam ettiği görüldü (Resim 4.26).



**Resim 4.25.** On üç nolu olgunun preoperatif ventrikül görünümü



**Resim 4.26.** On üç nolu olgunun postoperatif ventrikül görünümü

## KONTROL GRUBU

Hidrocefalili olgular ile karşılaştırılmak üzere 4 hidrocefalisi olmayan olgu kontrol grubunda kullanılmıştır.

**Tablo 4.3.** Kontrol grubu olgularının bilgileri

Olgu	Cinsiyeti	Yaşı	BÇ (cm)	Evans İndexleri	Ventrikül Hacimleri (cm <sup>3</sup> )
1	K	1 aylık	35.5	0.2414	22.76
2	K	7 günlük	35	0.2941	15.07
3	E	2 aylık	39	0.3250	33.92
4	E	1 aylık	38	0.3961	26.70

**1. Olgunun İncelenmesi:** Olgu 1 aylık kız çocuğu. Baş çevresi 35,5 cm. BT kontrolünde ventrikül hacim ölçümü 1.76 cm<sup>3</sup> ve evans indexi 0.2414 olarak hesaplandı (Resim 4.27).



**Resim 4.27.** Kontrol grubu bir nolu olgunun ventrikül görünümü

**2.Olgunun İncelenmesi:** Olgu 7 günlük kız çocuğu. Baş çevresi 35 cm. BT kontrolünde ventrikül hacim ölçümü  $15.07 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.2941 olarak hesaplandı (Resim 4.28).



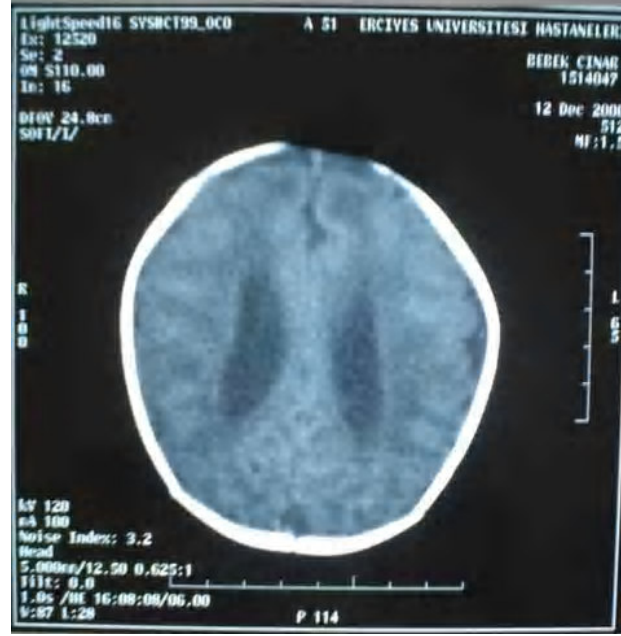
Resim 4.28. Kontrol grubu iki nolu olgunun ventrikül görünümü

**3. Olgunun İncelenmesi:** Olgu 2 aylık erkek çocuğu. Baş çevresi 39 cm. BT kontrolünde ventrikül hacim ölçümü  $33.92 \text{ cm}^3$  ve evans indexi 0.3250 olarak hesaplandı (Resim 4.29).



Resim 4.29. Kontrol grubu üç nolu olgunun ventrikül görünümü

**4.Olgunun İncelenmesi:** Olgu 1 aylık erkek çocuğu. Baş çevresi 38 cm. BT kontrolünde ventrikül hacim ölçümü 26.70 cm<sup>3</sup> ve evans indexi 0.3961 olarak hesaplandı (Resim 4.30).



**Resim 4.30.** Kontrol grubu dört nolu olgunun ventrikül görünümü

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Baş çevresi ile ilgili bilgileri klasik kaynaklarda (44-46) ve bir kısım araştırmalarda (47) görmekteyiz.

Doğumdan önceki haftalarda ve doğumdan sonraki ilk aylarda vücudun en hızlı büyüyen bölümü baştır. Sağlıklı bir çocukta başın büyümesi beynin büyümesini yansıtır. Çocuk doğduğu zaman baş uzunluğunun boy uzunluğuna oranı  $\frac{1}{4}$ 'tür. Vücut büyümesi ön plana geçtikçe bu oran küçülerek erişkinlerde  $\frac{1}{8}$  e iner. Doğumda baş çevresi 35 cm kadardır. Ortalama değerler 3. ayda 40.5 cm, 6. ayda 43 cm, 12. ayda 46 cm'dir. Bundan sonraki yaşlarda baş büyümesi yavaşlar, ortalama değerler 2 yaşında 48 cm, 5 yaşında 50.8 cm, 14 yaşında 54 cm diye kaydedilmektedir. (44, 45)

Baş büyüklüğü ailevi özellik gösterir. Mikrocefali (başın anormal küçüklüğü) ve megalensefali (makrocefali, başın anormal büyüklüğü) tanısında ailevi özellik, ayrıca belirli aralıklarla ölçüm yapılarak başın büyüme hızı dikkate alınmalıdır. Genellikle baş çevresinin yaşa göre normal ortalama değerinin 3SD (standart deviasyon) altında olması mikrocefali olarak adlandırılır. Mikrocefali hemen her zaman beyin gelişmesinde gerilik ile birlikte gelir. Başın anormal büyümesinin ise en önde gelen nedeni ventrikül boşluklarında ve subaraknoid aralıkta fazla miktarda beyin omurilik sıvısı toplanmasıdır (hidrosefali). Subdural hematoma da makrocefaliye neden olabilir denilmektedir (44, 45).

Bebeklerde baş çevresinin doğumda ortalama 35 cm olduğu, artışın ilk yıl 1 cm/ay şeklinde (ilk 3 ay için 2 cm/ay, sonra daha yavaş) ve yaşamın geri kalan bölümünde ise 10 cm'lik artış olduğu kaydedilmektedir (46).

Rosalia Csutak ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 110 kız ve 140 erkekten oluşan 250 sağlıklı bebek 2 yıllık bir periyotta kranial ultrason altında incelenmiştir. Bebeklerin nörolojik patoloji (hidrosefali, parankimal kanamalar, kistler, hipoksik-iskemik lezyonlar, şekil bozuklukları, cerebral ödem), kalp hastalıkları ve hemodinamik hastalıkları bulunmamaktadır. Hastaları gestasyon yaşlarına göre kendi aralarında 4 gruba ayırmışlardır. Grup 1; gestasyon yaşı 24 ve 32 haftalar arasında olan 60 bebek, grup 2; gestasyon yaşı 33 ve 37 haftalar arasında olan 50 bebek, grup 3; miadında doğanlar (gestasyon yaşı 37-42 hafta); grup 4; 1 hafta ile 6 ay aralığında olan 90 bebekten oluşmaktadır. İlk olarak 2 boyutlu ultrasonla tüm hastaların beyin anatomisi görüntülemeleri yapılmıştır. Daha sonra ultrasonla beyine 3 boyutlu hacim kazandırılmıştır. Bebeklerin aynı zamanda vücut ağırlıkları ve baş çevreleri de değerlendirilmiştir. 0-2ay arasındaki bebeklerde ortalama vücut ağırlığını 4.3276 gr ve ortalama baş çevresini 37.34 cm olarak bulmuşlardır. Ventriküler sistem boyutunun, baş çevresi ve vücut ağırlığı tarafından etkilendiğini analiz etmişlerdir. En yüksek toplam ventrikül hacmi gestasyon yaşı erken olanlarda hesaplanmıştır. Grup 2 içinde, lateral ventriküllerdeki genişleme 33 ve 37 haftalık gestasyon yaşı olanlara göre daha az gözlemlenmiştir. Miadında yeni doğanların bulunduğu 3. grup en düşük toplam ventrikül hacmini göstermiştir. Bu olgularda ventriküller, yarık şeklinde görülmüştür. Bebeklerin 6 aya kadar olan grubunda toplam ventrikül hacmi ile yaşın doğrusal ilişkisi gözlenmiştir (47).

Çalışmamızda olguların baş çevresi değerlendirmesine baktığımızda; kontrol grubundaki bebeklerde baş çevresi ortalama 36.8 cm (erkeklerde 38.5 cm, kızlarda 35.2 cm) kadar idi. Bu değerler literatür bilgilerinde (44-47) 0-2 aylık bebeklerde baş çevresi 37.3 cm şeklinde belirtilen değerler ile uyumlu idi. Hidrosefalisi olan olgulara baktığımızda ise preoperatif dönemde baş çevresi ortalama 40.9 cm (erkeklerde 39.57 cm, kızlarda ise 42.33 cm), postoperatif dönemde ise ortalama 38.3 cm (erkeklerde 38.9 cm, kızlarda 37.8 cm) kadar idi. Şant uygulanması sonrasında baş çevresi hastaların 10'unda azalırken, 3'ünde artış göstermekteydi. Elde ettiğimiz bu veriler literatür (44-46) ile ventrikül hacmi genişledikçe baş çevresi boyutunda da genişleme olacağı noktasında uygunluk

göstermektedir. Verilerimizde de 3 yeni doğanda şant takılmış olmasına rağmen ventrikül boyutu ile baş çevresi aynı doğrultuda artış göstermiştir.

Çalışmamızda ikinci olarak hastaların evans indeks ölçümü yapılmıştır.

İnsanlarda serebral ventrikülerin hacim ölçümünde bir çok farklı metod kullanılmıştır. Şu ana kadar yapılan volumetrik çalışmaların başlangıcı post mortem otopsi çalışmalarıdır. Modern nöroradyoloji gelişmeden önce Evans indeksi gibi lineer ölçümler tarif edilmiş ve Evans indeksinin 0.16 ile 0.29 arasında değiştiği belirtilmiştir (48).

Sakamoto H. ve Kitano S.'nin yaptıkları çalışmada 21 kız ve 17 erkekte oluşan 38 çocukta (17 hasta 1 aylık, 16 hasta 1-12 aylık, 5 hasta 1-4 yaş) şant tıkanmalarından sonraki ventrikül boyutunu Evans index kullanarak BT altında değerlendirmişlerdir. Evans index değeri; şant tıkanmasından sonra 0.35'den yüksek olanlar geniş ventriküllü (n=25), 0.35'e eşit ya da daha küçük olanlar küçük ventriküllü (n=13) olarak belirlenmiştir. Şant tıkanmalarından sonra her iki gruptaki hastaların Evans indexlerinin arttığı ve şant revizyonundan sonra da hemen hemen eski haline yakın bir değere ulaştığı bulunmuştur (47).

Biz de yaptığımız çalışmada Evans indeksini kullanarak 7 erkek-6 kız toplam 13 hastanın ventrikül hacim değişimini inceledik. Çalışmamızda Evans indeksi, hastaların 10'unda ortalama olarak 0.5244'den 0.4356'ya azalırken, 3'ünde ortalama olarak 0.4789'dan 0.5718'e doğru artış olduğu şeklinde idi. Çalışmamızdaki değerlerin Sakamoto H. ve Kitano S.'nin yaptıkları çalışmadaki gibi 0.35'den yüksek olduğu gözlenmiştir. Şant takılmış hidrosefalili 10 bireyin ise evans indeksinin normale doğru yaklaştığı ve aynı zamanda baş çevrelerindeki azalma ile hastaların tedaviye olumlu cevap verdikleri düşünülebilir. Şant takılmış olmasına rağmen evans indeksi ve baş çevresi artış gösteren 3 hastanın ise evans indeksinde ve baş çevresindeki artışın olması beklenen bir sonuç olmadığı halde meydana gelmesi, bu vakalarda şant enfeksiyonlarının, şant tıkanmalarının olmuş olabileceği veya şant tipinin uygun olmadığını düşündürmektedir.

Bu gün yeni radyolojik tetkikler eşliğinde, yaş ile beyin ve ventrikül hacmindeki değişiklikler ölçülebilmektedir. Literatürde yetişkin grupta normal ventrikül hacminin 7-70 cm<sup>3</sup> arasında değişebileceği bildirilmektedir (48, 49). 12 aylık bebeklerde Evans indeks yapılan çalışmada; ortalama ventrikül hacminin erkeklerde 20 cm<sup>3</sup>, kızlarda ise 15 cm<sup>3</sup> olduğu belirtilmiştir. 15 yaşına doğru hacmin %65 oranında artacağı kabul edilmiştir (48).

Ayrıca hastaların ventrikül hacimleri, son yıllarda stereolojide sıkça kullanılan yöntemlerden cavalieri methodu yardımı ile de ölçüldü. Yaptığımız stereolojik ölçümler sonucunda kontrol grubunda bulunan olguların ventrikül hacimlerinin erkeklerde  $30.31 \text{ cm}^3$  kızlarda ise  $18.91 \text{ cm}^3$  (ortalama  $24.61 \text{ cm}^3$ ) olduğu tesbit edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler ile literatür (48) değerleri karşılaştırıldığında elde ettiğimiz değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun da sebebi; kontrol grubu olgularımızın 0-2 aylık yeni doğanlar olmaları ile birlikte 4 olgu kullanmış olmamızdan kaynaklanabileceği düşünülebilir. Bilindiği gibi; ventrikül hacmi doğumdan sonraki ilk aylarda daha büyük iken, birinci yılın sonuna doğru küçülmektedir. Bizim bu durumumuz Xenos C. ve arkadaşlarının (48) yaptığı çalışma ile karşılaştırıldığında uygunluk gözükmemektedir.

Literatürlerde hidrosefalili hastalarda bu yöntem ile ilgili herhangi bir ölçüm bilgisine rastlanmadı. Yaptığımız ölçümlerde Evans indeksten farklı olarak vakaların 8'inde ventrikül hacminde, şant takılma operasyonundan sonra preoperatif döneme kıyasla ortalama olarak  $341.00$ 'dan  $183.93$ 'e doğru azalma gözlenirken, vakaların 5'inde ortalama olarak  $174.90$ 'dan  $271.93$ 'e doğru artış gözlemledik. Bu sonuçlar evans index ile hesaplanan sonuçlardan az da olsa farklılık göstermektedir.

Sonuç olarak neonatal hidrosefalinin tedavisinde diğer yaş gruplarından bir fark olmamasına rağmen tanı ve takipleri farklıdır. Bebeğin hassas nörolojik gelişimi sırasında, hidrosefalisinin kronik vasıf kazanmaması ve korteks gelişiminin devamlılığına engel olmaması için, oluşabilecek bir şant disfonksiyonundan korunması gereklidir. Bunun için baş çevresi takibi dışında, belirli aralıklarla yapılan bilgisayarlı tomografi görüntülemeleri de gereklidir. Bu görüntülerle hesaplanan ventrikül hacmindeki değişimin daha sağlıklı bir bilgi verebileceği kanaatindeyiz. Ayrıca Evans indeksinin 2 nokta arası mesafeyi ölçmeye dayanan yönteminin, cavalieri methodunun tüm ventrikül hacminin ölçülmesi yöntemine göre daha az güvenilir olduğu düşünülebilir.



## 6. KAYNAKLAR

1. Zantur Ali, Ventriküloperitoneal Şant Sonrası Gelişen Şant Enfeksiyonları Ve Şant Tıkanmalarında Intraoperatif Uygulamaların Karşılaştırılması, Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji Anabilim Dalı, Kayseri 2004
2. Jason I. Lifshutz and Walter D. Johnson. History of Hydrocephalus and Its Treatments. Neurosurg Focus 2001; 2: 11
3. Lemire RJ, Siebert JR. Neuroembryology. In: Wilkins RH Rengachary S (eds), Neurosurgery. Baltimore, Mc Graw-Hill Company, 1996: 3411-17
4. Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomi. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. İstanbul, Metu Pres Yayınları. 1999: 26-28
5. Kent M. Van De Graaff. Human Anatomy Fifth Edition. Weber State University, The Mc Graw-Hill Companies. 1998: 371-373
6. Rod R. Seeley, et all. Essetials of Anatomy Physiology Second Edition. United States of America, The Mc Graw-Hill Companies, Inc, 1996; 217-222
7. Yıldırım M. Topografik Anatomi. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2004: 501-502
8. Arıncı K, Elhan A. Anatomi 2.Cilt. Ankara, Güneş Kitabevi Ltd. Şti., 2001: 265-347

9. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gray's Anatomy. Churchill Livingstone. London, 1989: 978-1068
10. Unur E, Ülger H, Ekinçi N. Anatomi. Kayseri, Medikal Kitabevi, 2005: 203-204
11. Bozbuğa M. Nöroloji ve Nöroşirurji. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2000: 360-363
12. Milhorat TH. Hydrocephalus: Pathophysiology and Clinical Features, İn: Wilkins RH Rengachary S (eds), Neurosurgery. Baltimore, Mc Graw-Hill Company, 1996: 3625-31
13. Detwiler PW, Porter RW and Rekate LH. Hydrocephalus-clinical features and management. İn: Choux M, Di Rocco C, Hockley AD (eds). Pediatric Neurosurgery 1999; 12: 253-71
14. Milhara Thomas Herrick. Hydrocephalus and The Cerebrospinal Fluid. Waverly Press. Inc. Baltimore. 1972: 169-217
15. Hugh J.L. Garton, Joseph H. Piatt. Hydrocephalus. Pediatr Clin N Am 2004; 51: 305-325
16. Chiafery Marianne. Care and Management of the Child with Shunted Hydrocephalus. Pediatric Nursing, May-June 2006; 32: 222-225
17. Mercuri E, Faundez JC, Cowan F and Dubowitz L. Acetazolamide without frusemide in the treatment of post-haemorrhagic hydrocephalus. Acta Pediatr 1994; 83: 1319-21
18. Rekate LH. Treatment of hydrocephalus. Principles and Practice of Pediatric Neurosurgery. İn: Albright L, Pollack I, Adelson D. 1999; 3: 47-74
19. [www.hidrocefali.com](http://www.hidrocefali.com) (14.07.2007)
20. Odacı E, Bahadır A, Yıldırım Ş, Sahin B, et al. Cavalieri Prensibi Kullanılarak Bilgisayarlı Tomografi Ve Manyetik Rezonans Görüntüleri Üzerinden Hacim Hesaplanması Ve Klinik Kullanımı. Türkiye Klinikleri J Med Sci 2005; 25: 421-428
21. Diab KM, Ollmar S, Sevastik JA, Willers U, Svensson A. Volumetric determination of normal and scoliotic vertebral bodies. Eur Spine J 1998; 7: 282-8
22. Black KJ. On the efficiency of stereologic volumetry as commonly implemented for three dimensional digital images. Psychiatry Res 1999; 90: 55-64
23. Glaser JR, Glaser EM. Stereology, morphometry and mapping: The whole is greater than the sum of its parts. J Chem Neuroanat 2000; 20: 115-26
24. Roberts N, Puddephat MJ, McNulty V. The benefit of stereoloji for quantitative radiology. Br J Radiol 2000; 73: 679-97

25. Webb J, Guimond A, Eldridge P, et al. Automatic detection of hippocampal atrophy on magnetic resonance images. *Magn Reson Imaging* 1999; 17: 1149-61
26. Calmon G, Roberts N. Automatic measurement of changes in brain volume on consecutive 3D MR images by segmentation propagation. *Magn Reson Imaging* 2000; 18: 439-53
27. Verstraete KL, Lang P. Bone and soft tissue tumors: The role of contrast agents for MR imaging. *Eur J Radiol* 2000; 34: 229-46
28. Iseda T, Goya T, Nakano T, Kodama T, Moriyama T, Wakisaka S. Serial changes in signal intensities of the adjacent discs on T2-weighted sagittal images after surgical treatment of cervical spondylosis: Anterior interbody fusion versus expansive laminoplasty. *Acta Neurochir (Wien)* 2001; 143: 707-10
29. Schinina V, Rizzi EB, Rovighi L, Carli G, David V, Bibbolino C. Infectious spondylodiscitis: Magnetic resonance imaging in HIV-infected and HIV-uninfected patients. *Clin Imaging* 2001; 25: 362-7
30. Goh S, Price RI, Song S, David S, Singer KP. Magnetic resonance-based vertebral morphometry of the thoracic spine: Age, gender and level-specific influences. *Clin Biomech* 2000; 15: 417-25
31. Mazonakis M, Damilakis J, Varveris H. Bladder and rectum volume estimations using CT and stereology. *Comput Med Imaging Graph* 1998; 22: 195-201
32. Vaithianathar L, Tench CR, Morgan PS, Lin X, Blumhardt LD. White matter T(1) relaxation time histograms and cerebral atrophy in multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 2002; 197: 45-50
33. Sahin B, Emirzeoğlu M, Uzun A, et al. Unbiased Estimation of the Liver Volume by the Cavalieri Principle Using Magnetic Resonance Images. *Eur J Radiol* 2003; 32: 37-48
34. Mayhew TM, Olsen DR. Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Model Free Estimates of Brain Volumes Determined Using the Cavalieri Principle. *J. Anat* 1991; 178: 133-144
35. Sahin B, Aslan H, Unal B, et al. Brain Volumes of The Lamb, Rat and Bird Do Not Show Hemispheric Asymmetry: A Stereological Study. *Imagine Anal Stereol* 2001; 20: 9-13
36. Clatterbuck RE, Sipas EP. The Efficient Calculation of Neurosurgically Relevant Volumes from Computed Tomographic Scans Using Cavalieri's Direct Estimator. *Neurosurgery* 1997; 40: 339-342

37. Acer N, Şahin B, Baş O, Ertekin T, Usanmaz M. Comparison of Three Methods For The Estimation of Total Intracranial Volume. Stereologic, Planimetric and Anthropometric Approaches. *Annals of Plastic Surgery* 2007; 58: 1
38. Emirzeoğlu M, Sahin B, Selcuk M.B, Kaplan S. The effects of section thickness on the estimation of liver volume by the Cacalieri principle using computed tomography images. *European Journal of Radiology* 2005; 56: 392-397
39. Bilgic S, Sahin B, Sönmez O.F, Odacı E, Colakoğlu S, Kaplan S, Ergur H. A new approach for the estimation of intervertebral disc volume using the Cavalieri principle and computed tomography images. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 2005; 107: 282-288
40. Canan S, Sahin B, Odacı E, et al. Toplam Hacim, Hacim Yoğunluğu ve Hacim Oranlarının Hesaplanmasında Kullanılan Bir Stereolojik Yöntem: Cavalieri Prensibi. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2002; 22: 7-14
41. İmer M, Yavuz C, Sencer A, İzgi N. Hidrosefali Tedavisinde Ventrikülo-Peritoneal Şant Yönteminin Değerlendirilmesi: 460 Olgunun Retrospektif Analizi. *Türk Nöroşirurji Dergisi* 2003; 13: 171-175
42. Xenos C, Sgouros S, Natarajan K. Ventricular volume change in childhood. *J.Neurosurg* 2002; 97: 584-590
43. Sakamoto H, Kitano S. Reexpandability of the ventricular system of hydrocephalic children in the event of shunt occlusion. *Childs Nerv Syst* 2006; 22: 517-522
44. Neyzi O, Ertuğrul T. *Pediatric Cilt 1. Nobel Tıp Kitabevleri* 2002: 86-87
45. Neyzi O, Koç L. *Çocuk sağlığı ve hastalıkları. İstanbul Tıp Fakültesi Vakfı, Bayda yayınları* 1983: 38
46. Behrman R.E, Kliegmen R.M. *Essentials of Pediatrics. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri* 2001: 16
47. Csutak R, Unterassinger L, Rohrmeister C, Weninger M, Vergesslich K.A. Three-dimensional volume measurement of the lateral ventricles in preterm and term infants: evaluation of a standardised computer-assisted method in vivo. *Pediatr Radiol* 2003; 33: 104-109
48. Xenos C, Sgouros S, Natarajan K. Ventricular volume change in childhood. *J.Neurosurg* 2002; 97: 584-590

49. Meier U, Paris S, Grawe A, Stockheim D, Hajdukova A, Mutze S. Is there a correlation between operative results and change in ventricular volume after shunt placement? A study of 60 cases of idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Neuroradiology* 2003; 45: 377-380

## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Hatay Dörtyol'da doğdu. İlköğrenimi Diyarbakır Mehmetçik İlkokulu'nda, Ortaöğrenimini Ankara Sedat Celesun İlköğretimokulu'nda, Lise öğrenimini ise Kırklareli Atatürk Lisesi'nde tamamladı. 2000 yılında Muğla Üniversitesi Muğla Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik bölümünü kazandı. Burada beş yıllık lisans eğitimini tamamladıktan sonra 2005 yılı Eylül ayı içerisinde Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa eğitime başladı. Halen aynı bölümde öğrenimine devam etmektedir.