



**T.C.**  
**GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DSA, KONTRASTLI BEYİN MR VE MR VENOGRAFİ TETKİKLERİ İLE  
İNTRAKRANİAL DURAL VENÖZ SİNÜSLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Tansu PINARBAŞILI**

**UZMANLIK TEZİ**

**TOKAT**

**2011**

**T.C.  
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DSA, KONTRASTLI BEYİN MR VE MR VENOGRAFİ TETKİKLERİ  
İLE İNTRAKRANİAL DURAL VENÖZ SİNÜSLERİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Tansu PINARBAŞILI**

**UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Yrd. Doç. Dr. Erkan GÖKÇE**

**TOKAT  
2011**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca her zaman örnek aldığım ve alacağım değerli hocam Prof. Dr. M. Murat FIRAT'a, tez çalışmalarım boyunca her zaman yanımda olan ve bilgi birikimini benimle paylaşan Yrd. Doç. Dr. Erkan GÖKÇE'ye, bir abi şefkatiyle uzmanlık eğitimimde büyük katkıları olan Yrd. Doç. Dr. Berat ACU'ya, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum Yrd. Doç. Dr. Z. Ruken Yüksekaya ÇELİKİYAY'a, eğitimimdeki katkıları nedeniyle Yrd. Doç. Dr. Fatih ÇELİKİYAY'a,

Tez çalışmalarımnda katkıları olan Yrd. Doç. Dr. Ali Ekrem KÖNER'e ve Yrd. Doç Dr. Ünal ERKORKMAZ'a,

Çalışma arkadaşlarım ve dostlarım Dr. Ülkü BEKAR, Dr. Yeliz AKTÜRK, Dr. Safiye Topaloğlu AŞÇI, Dr. M. Emrah GÜVEN, Dr. Ayşegül ALTUNKAŞ, Dr. Murat BEYHAN, Dr. Çağlar DENİZ, Dr. Malik ÇORAKLI, Dr. Recep SADE, Dr. Ferdağ ALMUS, Dr. Ufuk DAŞAR ve Dr. İsmail Cem YILDIR'a,

Radyoloji bölümü çatısı altında huzur ve mutlulukla çalıştığım tüm teknisyenlerimize, hemşirelerimize, bölüm sekreterlerimize,

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan ablalarım, abime ve kızkardeşime, emeklerini asla ödeyemeyeceğim anneme ve on yıl önce kaybettiğim sevgili babama

Sonsuz Teşekkürler.....

## ÖZET

Ekstrakranial venler ve dural venöz sinüsler beyini etkileyen çeşitli patolojik durumlarda direkt veya indirekt yolla rol oynarlar. Serebral ven konfigürasyonları arterlerden bağımsız ve sadece bireyler arasında değil aynı kişinin her iki hemisferinde de farklılıklar gösterir. Bu durum serebral venlerin sınıflamasını zorlaştırmaktadır. Dural venöz sinüsler kadaverik-anatomik spesmen çalışmaları ile değerlendirilebildiği gibi DSA, BTA, MRA tetkikleri ve sınırlı bir role sahip olmasına rağmen nükleer tıp teknikleri ile değerlendirilebilir.

Çalışmamızda 2B TOF MRV, kontrastlı 3B SPGR ve serebral DSA tetkikleri uygulanmış 209'u kadın, 185'i erkek toplam 394 hastada yüzeysel dural venöz sinüsler tek tek değerlendirilerek, torkular herofili varyasyonlarını sınıflandırıldı. Ayrıca oksipital sinüs, transvers sinüsler, straight sinüs, süperior ve inferior sagittal sinüsler tek tek değerlendirilerek varyatif durumları incelendi.

Torkular herofili gerçek konfluens (tip I), yalancı konfluens (tip II) ve nonkonfluens (tip III) olarak üç ana başlık altında sınıflandırıldı. En sık olarak yalancı konfluens (tip II) görüldü. Oksipital sinüs hastaların %15'inde saptandı. Her iki transvers sinüs değerlendirildiğinde en sık olarak kalibrelerinin eşit olduğu kodominant tip görüldü. Süperior sagittal sinüs 90 (%22,8) vakada, straight sinüs 95 (%24,1) vakada duplike olarak saptandı. Sol transvers sinüs agenezisi ile oksipital sinüs varlığı, yalancı konfluens tipi torkular ile oksipital sinüs varlığı, fenestrasyonlu straight sinüs ile oksipital sinüs varlığı, fenestrasyonlu straight sinüs ile kadın cinsiyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. Ayrıca İSS görülebilirliği, straight sinüs tiplendirilmesi, sol transvers sinüs tiplendirilmesi ve torkular tiplendirmesi ile hastaların yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu.

Sonuç olarak serebrovasküler hastalıklar ve beyin tümörlerinin cerrahi tedavisinde özellikle posterior kranial fossa veya oksipital yaklaşım öncesi olası

komplasyonlar açısından yzeyeel dural sinüslerin uygun görüntüleme yöntemleriyle değerlendirilmesi ve varyasyonlarının bilinmesi önemlidir. Çalışmamızda dural venöz sinüslerin oldukça fazla varyatif olduğu ve saptadığımız varyasyonları literatrde tam olarak temsil eden sınıflamanın bulunmadığı dikkatimizi ekti. Dural venz sinüsleri, saptadığımız varyasyonlar ve literatür bilgileri eşliğinde yeniden sınıflandırdık. Yapılan sınıflamanın kullanılabilirliğinin, klinik kullanımıyla ortaya ıkacağına inanmaktayız.

## ABSTRACT

Extracranial veins and dural sinuses have a direct or indirect role in various pathologic situations that affect the brain. Cerebral vein configurations are independent from the arteries and show variations not only among individuals but also in two hemispheres of the same person. This makes the classification of cerebral veins difficult. Dural venous sinuses can be evaluated with cadaveric-anatomic specimens, DSA, CTA, MRA studies, and also with nuclear medicine techniques which have anatomical limitations.

In this study 209 female and 185 male patients previously examined by 2D TOF MRV, contrasted 3D SPGR and cerebral DSA studies were carried out and superficial dural venous sinuses were evaluated one by one and torcular herophili variations were classified. Furthermore, occipital sinus, transverse sinuses, straight sinus, superior and inferior sagittal sinuses were evaluated one by one to determine eventual variations.

Torcular herophili was classified into three main groups: true confluence (type I), pseudoconfluence (type II) and nonconfluence (type III). The most common type was pseudoconfluence. Occipital sinus was detected in %15 of the patients. As for the transverse sinus the codominant type with equal calibers was the most common. Superior sagittal sinus was found duplicated in 90 (%22.8) cases and the straight sinus in 95 (%24.1) cases. Left transverse agenesis and occipital sinus co-existence, pseudoconfluence type torcular and occipital sinus co-existence, fenestrated straight sinus and occipital sinus co-existence, fenestrated straight sinus existence in female gender were statistically significant. There were also statistically significant differences between patient age averages and ISS visibility, straight sinus evaluation, left transverse sinus type and torcular type.

In conclusion, for assessment of cerebrovascular diseases, brain tumors and making posterior cranial fossa or occipital surgical decisions, it is important to evaluate superficial dural sinuses and to determine their variations with appropriate

imaging techniques. In our study we detected several variations and realized that there is not an appropriate classification in the literature. We reclassified dural venous sinuses according to the detected variations and the literature. We believe that this classification is suitable for clinical purposes.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER	vi
TABLolar	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1.SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN EMBRİYOLOJİSİ	4
2.2.SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN ANATOMİSİ	9
2.2.1.Süperfişyel (Kortikal) Serebral Venler	9
2.2.2.Derin Serebral Venler	13
2.2.3.Posterior Fossa Venleri	17
2.2.4.Ekstrakranial Venler	19
2.2.5.Dural Venöz Sinüsler	24



2.2.5.1.Süperior Dural Venöz Sinüsler	27
2.2.5.2.İnferior Dural Venöz Sinüsler	33
2.3.SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN VARYASYONLARI	36
2.4.SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN GÖRÜNTÜLENMESİ	40
2.4.1.Bilgisayarlı Tomografi (BT)	40
2.4.2.Dijital Substraksiyon Anjiografi	41
2.4.3.Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	43
2.4.3.1.Spin Eko (SE) Sekansı	44
2.4.3.2.Gradient Eko (GE) Sekansı:	46
2.4.3.3.Inversion Recovery (IR)	60
2.4.3.4.Saturation Recovery, Partial Saturation	61
3.GEREÇ VE YÖNTEM	62
4.BULGULAR	72
5.ÖRNEK OLGU SUNUMLARI	87
6.TARTIŞMA	96
7.SONUÇ	108
8.KAYNAKLAR	110

## ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1:Dural sinüs embriyolojisi	6
Şekil 2:Gestasyonun 8. haftasında dural sinüslerin görünümü	8
Şekil 3:Süperfisiyal serebral venlerin lateral görünümü	10
Şekil 4:Yüzeyel dural venöz sinüslerin DSA görüntüleri	12
Şekil 5:Bazal Rosenthal ven ve dalları	13
Şekil 6:Medüller ve subependimal venler	15
Şekil 7:Subependimal venlerin üstten görünümü	16
Şekil 8:Subependimal venlerin anteroposterior görünümü	17
Şekil 9:Posterior fossa venlerinin lateral görünümü	18
Şekil 10:Major posterior fossa venlerinin anterosüperior görünümü	19
Şekil 11:Kranial venöz pleksus	21
Şekil 12:Kalvaryum diploik venler	24
Şekil 13:Serebral venöz sistem	26
Şekil 14:Bazal venöz sinüslerin üstten ve lateralden görünümü	29
Şekil 15:2B TOF MRV MIP görüntülerinde dural venöz sinüsler	31
Şekil 16:Yüzeyel dural sinüslerin 2B TOF MRV lateral görünümü	32
Şekil 17:Marjinal sinüs şematik çizimi	33
Şekil 18:Kavernöz sinüs	34
Şekil 19:Torkular herofili	39
Şekil 20:Spin-eko puls zaman diagramı	45
Şekil 21:SE görüntülerde RF pulsları uygulanan protonlar	46
Şekil 22:Gradient eko puls zaman diagramı	47
Şekil 23:Time resolved 3B kontrastlı MRA	60
Şekil 24:Grup I şematik çizimi	66
Şekil 25:Grup IIA1 şematik çizimi	67
Şekil 26:Grup IIA2 şematik çizimi	68
Şekil 27:Grup IIB şematik çizimi	68

<b>Şekil 28:</b> Grup IIC şematik çizimi	69
<b>Şekil 29:</b> Grup IID şematik çizimi	70
<b>Şekil 30:</b> Grup IIE şematik çizimi	70
<b>Şekil 31:</b> Grup III şematik çizimi	71
<b>Şekil 32:</b> Cinsiyet dağılımı grafiği	72
<b>Şekil 33:</b> Torkular herofili sınıflaması grafiği	73
<b>Şekil 34:</b> Torkular sınıflaması grafiği	74
<b>Şekil 35:</b> TS sınıflama grafiği	75
<b>Şekil 36:</b> Sigmoid sinüs sınıflama grafiği	76
<b>Şekil 37:</b> SSS sınıflama grafiği	78
<b>Şekil 38:</b> Olgu 1	87
<b>Şekil 39:</b> Olgu 2	87
<b>Şekil 40:</b> Olgu 3	88
<b>Şekil 41:</b> Olgu 4	89
<b>Şekil 42:</b> Olgu 5	90
<b>Şekil 43:</b> Olgu 6	91
<b>Şekil 44:</b> Olgu 7	92
<b>Şekil 45:</b> Olgu 8	93
<b>Şekil 46:</b> Olgu 9	93
<b>Şekil 47:</b> Olgu 10	94
<b>Şekil 48:</b> Olgu 11	94
<b>Şekil 49:</b> Olgu 12	95
<b>Şekil 50:</b> Olgu 13	95

## TABLULAR

	<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Tablo 1:</b> Hastalara uygulanan tetkiklerin dağılımı	73
<b>Tablo 2:</b> Sağ TS sınıflaması	75
<b>Tablo 3:</b> Sol TS sınıflaması	76
<b>Tablo 4:</b> Sağ sigmoid sinüs sınıflaması	77
<b>Tablo 5:</b> Sol sigmoid sinüs sınıflaması	77
<b>Tablo 6:</b> SS sınıflaması	78
<b>Tablo 7:</b> Sağ TS sınıflaması ile OS varlığı ilişkisi	79
<b>Tablo 8:</b> Sol TS sınıflaması ile OS varlığı ilişkisi	79
<b>Tablo 9:</b> OS varlığı ile torkular tipinin karşılaştırılması	80
<b>Tablo 10:</b> OS varlığı ile SSS tipinin karşılaştırılması	81
<b>Tablo 11:</b> OS varlığı ile SS tipinin karşılaştırılması	81
<b>Tablo 12:</b> OS varlığı ile hastaların cinsiyetinin karşılaştırması	82
<b>Tablo 13:</b> SS tipleri ile cinsiyet karşılaştırılması	83
<b>Tablo 14:</b> GVA ile torkular tipi arasındaki ilişki	83
<b>Tablo 15:</b> OS varlığının araştırmacılara göre dağılımı	84
<b>Tablo 16:</b> Yaş ortalamasına göre bazı parametrelerin karşılaştırılması	85
<b>Tablo 17:</b> Çalışmalara göre OS varlığı	102
<b>Tablo 18:</b> Çalışmalara göre TS dominantlığı	104

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

**BT:** Bilgisayarlı Tomografi

**BTA:** Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi

**BTV:** Bilgisayarlı Tomografi Venografi

**DSA:** Dijital Substraksiyon Anjiyografi

**DVS:** Dural Venöz Sinüs

**FA:** Flip Angle

**FOV:** Field-Of-View

**FSE:** Fast Spin Eko

**GE:** Gradient Eko

**İSS:** İnférieur Sagittal Sinüs

**KSs:** Kavernöz Sinüs

**MDBT:** Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi

**MRA:** Manyetik Rezonans Anjiyografi

**MRG:** Manyetik Rezonans Görüntüleme

**MRV:** Manyetik Rezonans Venografi

**MIP:** Maksimum İntensity Projection

**NEX:** Number of Excitation

**OS:** Oksipital Sinüs

**PACS:** Picture Archiving and Communication System

**PC MRA:** Phase Contrast Manyetik Rezonans Anjiyografi

**SE:** Spin Eko

**SNR:** Sinyal/Gürültü Oranı

**SPGR:** Spoiled Gradient Recalled Echo

**SPI:** Sinüs Petrozus İnférieur

**SPS:** Sinüs Petrozus Süperior

**SS:** Straight Sinüs

**SSS:** Süperior Sagittal Sinüs

**TE:** Eko Zamanı

**TOF MRA:** Time-Of-Flight Manyetik Rezonans Anjiografi

**TR:** Tekrar Zamanı

**TS:** Transvers Sinüs

**TSV:** Thalamostriat Ven

# 1. GİRİŞ

Ekstrakranial venler ve dural venöz sinüsler beyini etkileyen çeşitli patolojik durumlarda direkt veya indirekt yolla rol oynar. Dural venöz sinüsler ve venöz vasküler yapılar sıklıkla asimetrik yapıda olup, arteriyel sisteme göre daha fazla varyasyon gösterirler(1). Serebral ven konfigürasyonları arterlerden bağımsız ve sadece bireyler arasında değil aynı kişinin her iki hemisferinde de farklılıklar gösterir. Bu durum serebral venlerin sınıflamasını zorlaştırmaktadır(2). Serebral anjiyografik incelemeler ve kesitsel görüntüleme yöntemlerinin doğru değerlendirilebilmesi ve intrakraniyal patolojilerle ilişkileri bakımından, bu yapıların gelişimi ve gross anatomisi ile sık görülen varyasyonlarının bilinmesi gerekir(1,3).

Dural venöz sinüsler (DVS) kadaverik-anatomik spesmen çalışmaları ile değerlendirilebildiği gibi, dijital substraksiyon anjiyografi (DSA), bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA), manyetik rezonans anjiyografi (MRA) tetkikleri ve sınırlı bir role sahip olmasına rağmen nükleer tıp teknikleri ile değerlendirilebilir(4-6).

Serebral venlerin incelenmesinde anjiyografi uzun yıllar temel inceleme yöntemi olmuştur. Bilgisayarlı tomografi (BT) ve peşinden manyetik rezonans görüntüleme (MRG) teknolojisinin hızla gelişmesiyle radyolojik yaklaşımda değişmiştir(4). Beyin MRG'lerinin sensitivitesi arttıkça beyindeki malformasyonların değerlendirilmesinde kullanımı artmıştır. Venöz sistem konvansiyonel anjiyografi ile değerlendirilebilmekle birlikte serebral venöz sistemin değerlendirilmesinde manyetik rezonans venografi (MRV) kullanımı gittikçe artmaktadır(6). Anjiyografi genellikle vasküler lezyonlarda başvuru ve diğer tetkiklere göre nisbeten invaziv kabul edilmesine rağmen arteriyel ve venöz patolojilerin incelenmesinde en detaylı bilgileri

sağlayan bir yöntemdir(4). DSA venöz fazı kaynaklarda tanı için gold standart olarak belirtilmiştir. Ancak invaziv bir işlem olduğundan riskleri vardır(3).

Bikoronel kraniotomi uygulanması gereken tüm patolojik lezyonlara yönelik yapılacak cerrahi girişimlerde süperior sagittal sinüs (SSS) ve SSS'e drene olan venlerin anatomik yerleşimlerini tanımlamak, dural venöz yapışıklıkları belirlemek ve bu yapışıklıkların koronal sütür ve süperior sagittal sütür, lambdoid sütür gibi landmarklara uzaklıklarını tanımlamak kanama kontrolü, venöz enfarkt v.b. komplikasyonların azaltılması, cerrahi başarı açısından önem taşır(7-9).

Venöz kanamalar, ilgili venin drenaj sahasında enfarkta ve ödeme yol açabilmektedir(8). Ortaya çıkan venöz enfarkt venöz drenaj sahasının büyüklüğüne göre kitle etkisine ve hatta sonuçları ciddi olabilecek bir herniasyona, venin hassas bir bölgeyi drene etmesi durumunda da nörolojik defisit ve sekellere yol açabilmektedir(8,10).

Baş boyun malign lezyonlarında radikal diseksiyon uygulamalarının çoğu, baş boyun üst kısmının tümörden korunmuş alanlarının tüm lenfatik yollarının çıkartımı üzerine kurgulanmıştır. Bunlar tek veya iki taraflı juguler venöz sistemin ablasyonunu içermektedir. Operatif alanda kranial yapılarda ödem, postoperatif venöz ve lenfatik staz, bazen yüzde belirgin kızarıklık görülebilir. Bazı hastalarda intrakranial yapılarda ödem ve venöz staz gelişimi sonucu entellektüel küntleşme, zonklama tarzı başağrısı, çift görme, intrakranial hipertansiyon, devam ederse görme bozukluğu ile birlikte optik diskte küntleşme olabilir. Bu komplikasyonların sıklığını minimize etmek için radikal boyun diseksiyonu öngörülen her bir hastanın preoperatif baş ve boyun venöz yapılarının anatomisinin gösterilmesi gerekir(11).

Petroklival menenjiomlara petrozal yaklaşım transvers sinüsün (TS) feda edilmesi veya korunmasıyla artmıştır. Büyük tümörlerin total rezeksiyonu, sinsi



büyümesi ve sıklığı nedeniyle tümörlerin tamamen çıkarılması için sinüslerin rezeksiyonu veya ligasyonuna ihtiyaç duyulur(9). Ayrıca serebrovasküler hastalıklar ve beyin tümörlerinin nöroşirurjikal tedavisinde posterior kranial fossa veya oksipital yaklaşım için konfluens sinuum etrafındaki venöz drenaj paterninin tanımlanması ve venöz varyasyonların bilinmesini gerektirmektedir(12-14).

Cerrahi sonrası venöz yapılar ve hayati nörovasküler yapılar etkilenebilir(9). Preoperatif dönemde venöz drenaj paterninin bilinmesi cerrahi müdahalede önemli püf noktasıdır(15). Özellikle bireysel venöz anatomi ve varyasyonlar petrozal yaklaşımdaki teknik güçlüklerle ve venöz komplikasyonlara neden olabilir(16). Dural sinüs varyasyonlarının bilinmesi patolojik durumlardan normal yapıların ayrılmasında önemlidir(15,17).

Bu çalışmada Radyoloji kliniğimizde Ocak 2007 tarihinden itibaren cinsiyet ve yaş sınırlaması olmaksızın intraarteryel serebral DSA tetkiki uygulanan ve bu tetkiklerde serebral venöz sinüsleri gösterilmiş, Nisan 2006 tarihinden itibaren T1 ağırlıklı 3 boyutlu spoiled gradient recalled echo (3B SPGR) sekansı ile elde olunmuş kontrastlı kranial MR tetkiki ve 2 boyutlu time-of-flight venöz MR anjio (2B TOF MRA) sekansı ile elde olunmuş serebral venöz MRA tetkiki uygulanmış 185'i erkek, 209'u kadın toplam 394 hasta dahil edilmiştir. Hastaların yaşları 7-85 arasında (ortalama 51,27) değişmektedir. DSA, kontrastlı beyin MR ve MRV tetkikleri uygulanmış hastaların bölümümüzde bulunan picture archiving and communication system (PACS) arşiv kayıtlarındaki görüntüleri dural venöz sinüs yapıları açısından incelenmiştir. Her hastada venöz sinüsler tek tek tanımlanıp sinüsler, agenezi, hipoplazi ve varyasyonları ile eşlik eden gelişimsel venöz anomalileri tanımlanarak sınıflandırılmış olup, intrakraniyal dural venöz sinüsleri geniş bir seri ile değerlendirilerek anomalilerin ve varyasyonların sıklığının saptanması amaçlanmıştır

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN EMBRİYOLOJİSİ**

Dural Sinüslerde rastlanılan varyasyonlar, sinüslerin gelişmesinde rolü olan embriyonik venöz kanalların çeşitli anastomotik ilişkileri gözönünde tutulunca kolayca anlaşılacaktır(4). Genellikle intrakranial venlerin embriyolojik gelişimi arterlerle paraleldir(2). Dört haftalık (CRL:5mm) embriyoda beyin keseleri (prosencephalon, mesencephalon ve rhombencephalon) ortaya çıkmaktadır. Aort ile vena kardinalisler endocard borusuna açılmaktadır. Vena kardinalis anterior baş-boyun ve üst ekstremité bölgesinin kanını drene etmekte olup, vena kava ve kranial venöz sistemin esasını oluşturur. Ensefalik gelişimin ilk aşamasında (serebral veziküllerin oluşumu ve kıvrımlaşması) sağda ve solda serebral vezikülleri çevreleyen mezenkimdeki kan vena kardinalis anteriora birbiriyle bağlantılı üç kapiller pleksus yoluyla drene olur (Şekil 1,2). Ön, orta ve arka dural venöz pleksus ismi verilen bu pleksuslar vena kardinalis kranialise vena kapitis prima ile bağlanacaktır(4).

Altı haftalık embriyoda (CRL:12mm) beyin kılıflarının (meninks) belirginleşmesiyle vena kapitis prima yüzeyel ve derin olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Yüzeyel olanlar sinus duramatrişi (beyin zarı olan dura materin iki yaprağı arasında kalan toplardamar boşlukları) oluştururken, derin olanlar beynin iç venlerini meydana getirirler. Anterior venöz dural pleksus serebral hemisferlerin, orta beynin ve gözün venöz drenajını, medial venöz dural pleksus arka beynin ön kesimini ve serebellumun bir kesiminin venöz drenajını sağlamaktadır. Posterior venöz dural pleksus ise bulbus ve medulla spinalisin servikal bölümünün üst kısmının venöz drenajını sağlamaktadır. Bu ven pleksuslarının toplayıcı gövdeleri vena kapitis primanın uç kısmına açılacaktır(4).

Sekiz haftalık embriyoda (CRL:23-30mm) duramater, piamater ve araknoid birbirinden ayrılmaya başlamaktadır(4). Posterior ve medial venöz dural pleksuslar arasında, auditiv vezikülün üst ve arka bölgesinde anastomoz oluşur. Bu anastomoz ileride sigmoid sinüs oluşumuna yol açacaktır. Vena kapitis primanın trigeminal ganglion önünde kalan kısmı ise oftalmik venin açıldığı sinüs kavernoza oluşumuna neden olmaktadır (Şekil 1) (4). Sinüs kavernoza kafa tabanının venöz kanını vena kardinalis anteriora sinüs petrozus superior (SPS) ve sinüs petrozus inferior (SPI) ile yollayacaktır. Vena kardinalis anterior daha sonra vena jugularisi oluşturacaktır(4). Kafa tavanına yakın kısımdaki duramater üzerinde bulunan anterior ve posterior dural venöz pleksuslar birleşerek sagittal ve tentorial pleksusları oluşturmaktadır. Pleksus sagittalisden SSS, sinüs sagittalis inferior (İSS) taslakları gelişmektedir. Tentorial pleksustan sinüs transversus ve konfluens sinuum oluşmaktadır (Şekil 2) (4). Serebellum ve beyin sapı geliştikçe transvers sinüs gerçek yerini almaya başlar(18). Sinüs rektus, embriyonik tentorial pleksusun füzyonu ve reorganizasyonu sonucu oluşur(1,18). Telensefalon geliştikçe sinüs rektus aşağı yer değiştirir ve tedricen düz hale gelir(1).

Tentorial pleksusun arka dural pleksus ile bağlantıları sinüs oksipitalisi oluşturacaktır(4). Marjinal sinüs ve oksipital sinüs (OS) gebeliğin üçüncü ayında izlenebilir. Dört ve beşinci aylarda oksipital sinüs kalibresi artar ve gelişim gösterir. OS'i oluşturan bu 5 ila 7 venöz kanalın çok büyük bir kısmı, her iki TS'nin medial bölümü gibi ilkel torkulardan köken almaktadır(19).



**Şekil. 1:**Dural Sinüs Embriyolojisi. 1-V. kardinalis anterior, 2-V. kapitis lateralis, 3-Kavernöz sinüs, 4-Konfluens sinuum, 5-İSS, 6-SSS, 7-V. kapitis medialis, 8-Galen veni, 9-SPS, 10-SPI, 11-SS, 12-Sfenoparietal sinüs, 13-TS, 14-Sigmoid sinüs, 15-OS, 16-Sirkumfleks sinüs, 17-Otik (Auditiv) vezikül, 18-Gasser ganglionu, 19-Septal ven, 20-Thalamostriat ven, 21-İnternal serebral ven, 22-Rozenthalin bazal veni, 23-Labbe, 24-Oftalmik ven (Peter H, H.K., M. Gazi Y., *Cerebral Angiography*. Vol. 2nd Completely Revised Edition. 1982. 181-235)

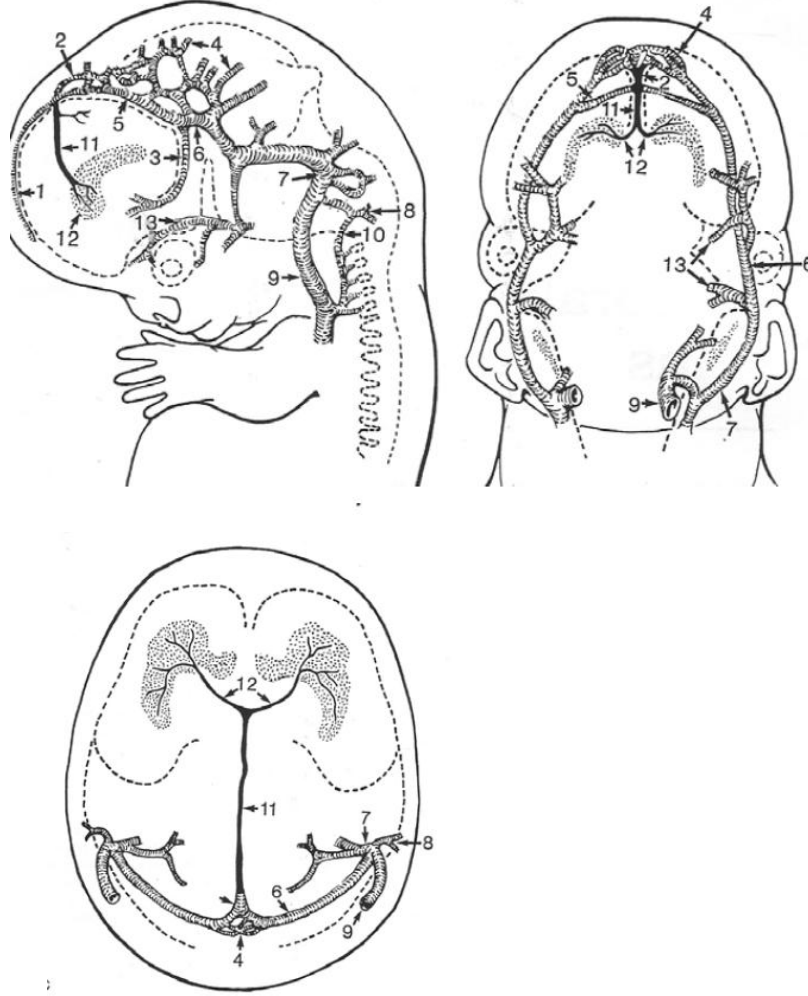
Bu venöz kanallar foramen magnum çevresinde belirgin gelişmiş marjinal sinüse doğru akım gösterirler. Ancak bazı kanallarda sadece sigmoidin distal kısmıyla bağlantılıdır. Bu kanalların kalibreleri azalabilir, füzyon gösterebilirler ve küçülebilirler. Fetusun 6. ve 7. aylarında sadece birkaç adet oksipital sinüs tanımlanabilir. Ekstrakranial alana intrakranialden venöz drenajın artışı sonucu oluşan fizyolojik hemodinamik değişiklikler, OS ve benzerlerinde geçici genişlemeden sonra boyut ve sayıda azalma oluşur(6). Ayanzen, yaşları 9 ile 83 arasında değişen 100 vakasının %10'unda OS saptamıştır(3). Ancak diğer araştırmacılarda %35 sıklığında OS bulunmuştur(6).

Yirmiiki mm'lik fetusta duktus cuvieri denilen anastomotik transvers kanalla her iki vena cardinalis anterior birleşir(2). Kanalın sol yarısı oblitere olur ve baş boyun ve üst ekstremité venleri sağ duktus cuvieri (kommon kardinal ven) ile kalbe drene olur. Süperior vena kava sağ duktus cuvieri ve vena kardinalis anteriorun terminal parçasından gelişmektedir(2).

Pek çok serebral venöz yapı fetal hayatın üçüncü ayında ortaya çıkar. Bu zaman diliminde ortaya çıkan en önemli iki venöz yapı süperior sagittal sinüs (SSS) ile Galen venidir. Beşinci ayın sonunda SSS'e dökülen süperfisiyal kortikal ve parankimal venöz kanallar ve kalvariyan emisseriyan venler tama yakın oluşmuştur(1,18). Bu oluşum döneminde olan fokal, lobar ya da hemisferik aberasyonlar, venöz anjiom, sinüs perikranii, Sturge Weber Sendromu, Galen veni malformasyonu gibi çeşitli anamolilere yol açabilir(19).

Embriyonik derin venlerin prekürsörü median prozensefalik vendir. Bu geçici ven koroid pleksusu drene eder, falsin sinüs adı verilen gelişmekte olan dorsal dural pleksusa doğru aşağıya seyredir. Median prozensefalik ven, bazal ganglionlar oluştuğu ve koroid pleksusun internal serebral venlerin oluşumunu indüklemesiyle regrese olur. Bu venin kaudal kalıntısı internal serebral ven ile birleşerek Galen

venini oluşturur. Primitif median prozensefalik ven gerilemez ise, diensefalik ve koroidal venöz drenaj çıkışı olarak persiste olursa, sonuçta Galen veni anevrizmatik dilatasyonu oluşur. Bu tür durumlarda SS atretiktir ve venöz drenaj persistan falsin sinüs vasıtasıyla olur(1).



**Şekil.2:** Gestasyonun 8. haftasında dural sinüslerin görünümü

1-SSS, 2- Primitif SS, 3- Tentorial sinüs, 4- Tentorial pleksus, 5- Primitif marjinal sinüs, 6- Primitif TS, 7- Sigmoid sinüs, 8- Kondiler, hipoglossal emisser venler, 9- İnternal juguler ven, 10- Vertebral venler, 11- Primitif internal serebral ven (median prozensefalik ven), 12- Koroid venler, 13- Primitif supraorbital, maksiler venler (Osborn, A.G., *Diagnostic Cerebral Angiography* Vol. SECOND EDITION. 1999: Williams and Wilkins. 195-237)

Gebelik beşinci ayı sırasında, bir aksesuar SS, falsin sinüs olarak da bilinir, falks serebride geçici olarak görünür, SS üzerinde yerleşir ve galen veni ile süperior sagittal sinüs arasındaki bağlantıyı sağlar(20). Bulbus prominens falsin sinüsün kalıntısı olarak ifade edilebilir. Fistül yokluğunda galen veninin bulbus prominensi normal varyantlı hastalarda galen veninin anevrizması sanılabileceğinden farkedilmesi önemlidir(6). Rosenthal'in bazal veni, kaudomedial fetal beyni drene eden venöz dallar arasındaki sekonder anastomozlardan oluşur(1).

## **2.2. SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN ANATOMİSİ**

Beyin venlerinin bazıları beynin yüzeyel kesimlerinde seyrederek yüzeyel venler, bazılarıda derinde seyrederek derin beyin venlerini oluşturmaktadır. Her iki grup beyin venleride diploik ve meningial venler yoluyla duramater ven sinüslerine açılmaktadır(4,5,21). Derin beyin venleri sentripedal, süperfisiyal beyin venleri sentrifugal drene olur(21). Serebral venler: (a) süperfisiyal (kortikal) venler, (b) derin (subependimal) venler, (c) posterior fossa venleri olmak üzere üç gruba ayrılır(1). Serebral venöz sistem dural sinusler, diploik venler, süperfisiyal ve derin venleri kapsamaktadır (12).

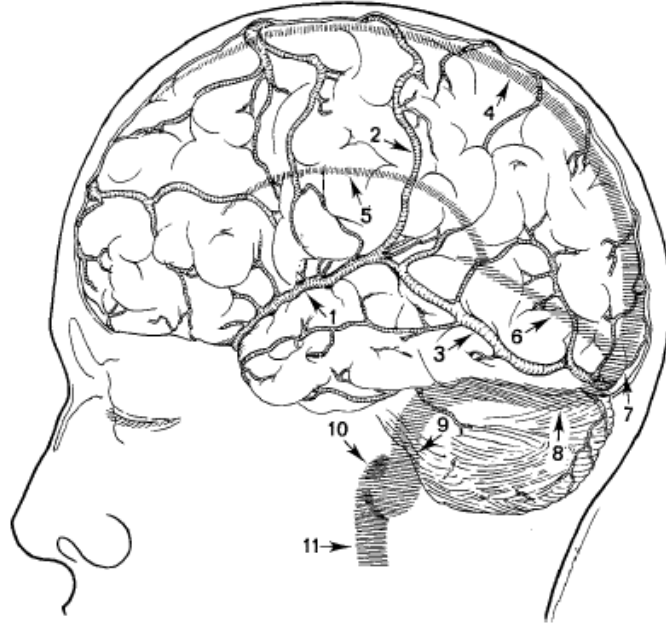
### **2.2.1. Süperfisiyal (Kortikal) Serebral Venler**

Süperfisiyal serebral venler süperfisiyal sulkuslarda oldukça uzun seyir göstermekte olup, korteks ve subkortikal beyaz cevheri drene ederler (Şekil 3). Derin ve yüzeyel serebral venler arasında çok sayıda anostomoz vardır(1,20). Ancak bu anostomozlar venookluzif hastalık yokluğunda fark edilmez(1). Kortikal venöz drenaj paternleri değişken ve sıklıkla asimetriktir Serebral arteriyel sulama alanı ile ilişkisi yoktur(5). Beyin konveksite venleri daha çok yukarıya drene olduklarından asendan ven olarakta adlandırılırlar. En önemli asendan ven santral sulkustaki rolandik vendir.

Desendan venler daha küçük olup, sfenoparietal, kavernöz ve transvers sinüslere drene olur(4).

Süperfişiyal venler çok çeşitli varyatif isim verilemeyen dallardan oluştuğu için süperior, orta ve inferior gruba ayrılmıştır(1).

**V. serebralis süperior:** Beyin hemisferlerinin konveks olan dış yüzünün fissura serebri lateralisin üstünde kalan kısmından ve medial yüzünde 2/3 ön kesiminden gelen kanı drene eden 8-10 kadar olan ven, sağ ve solda 3-5 kalın ven halinde birleşip SSS'e açılır(4,20,22).



**Şekil.3:** Süperfişiyel serebral venlerin lateral görünümü.

1- Süperfişiyal orta serebral ven, 2- Trolard veni, 3- Labbe veni,4- SSS,  
5- İSS, 6- Straight sinüs, 7- Torkular Herofili, 8- Transvers sinüs, 9- Sigmoid sinüs,  
10- Juguler bulbus, 11- İnternal juguler ven.

(Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia:Williams and Wilkins, 1999)



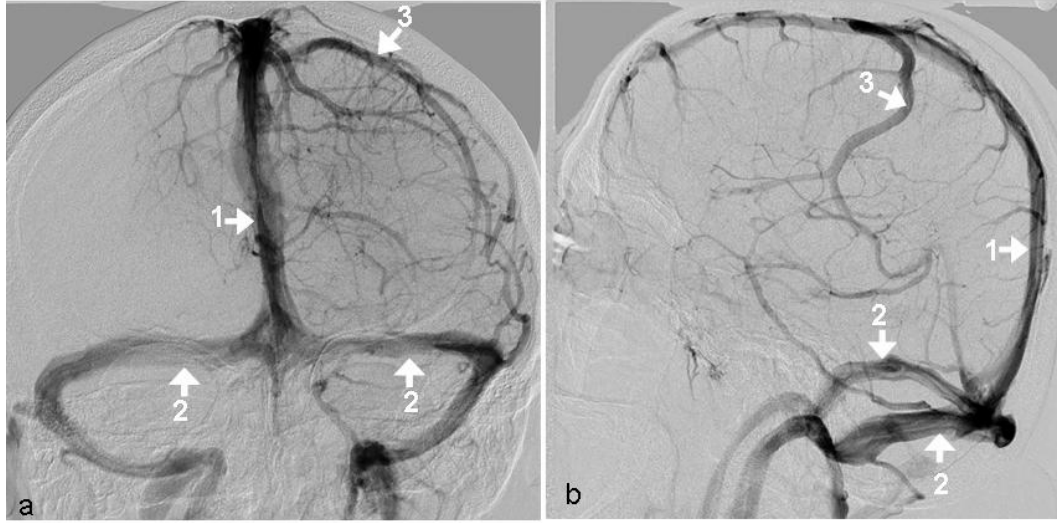
**V. serebralis media:** Silviyan fissür içinde ilerleyen bu ven, insula ve çevresinin kanını toplayarak daha çok sinus kavernoza, bazende sinus petrozus süperior veya sinus sfenoparietalise drene olur(1,4,5,20,23). V. oftalmika süperiora anostomatik dal verir(4). Süperior anostomatik (Trolard) ve inferior anostomatik (Labbe) ile bağlantılıdır (Şekil 3) (1,20).

**V. serebralis inferior:** Oksipital ve temporal loblardan gelen ince dalların birleşmesiyle oluşur ve sinüs transversus, sinüs kavernoza ve sinüs petrozus süperiora drene olur(4).

Anostomatik ven olarak adlandırılan dört kortikal epolemik ven yaygın olarak not edilmiştir. Bunlar Labbe, Trolard, Rolando, Silviyan venleridir. Bu venler karşılıklı belirginlik gösterebilirler. Öyleki bu venlerden biri geniş olduğunda diğeri genellikle küçüktür. Derin venöz oklüzyonla ilişkili durumlarda iki veya daha fazla anostomatik ven derin venöz kan akımının sentrifugal güzergah değişiminden dolayı eş zamanlı olarak belirginleşebilir. İnsula düzeyinde bu venler arasında anastomoz vardır(5).

**Trolard veni:** Süperior anastomatik ven, frontoparietal ven olarakta isimlendirilir, geniş bir ven olmasına rağmen, çok varyatiftir ve hemisferik konveksite üzerinde silviyan fissür venlerini posterosüperiora seyrederek SSS'e drene eder (Şekil 4) (1,4,22,24-27).

**Labbe veni:** Inferior anostomatik ven olup, oksipitotemporal ven olarakta isimlendirilir. Oksipitotemporal sulkus boyunca temporal lob üzerinde seyrederek ve vena serebralis media aracılığı ile transvers sinüsle bağlantı kurar (Şekil 3) (1,4,22-24,26).



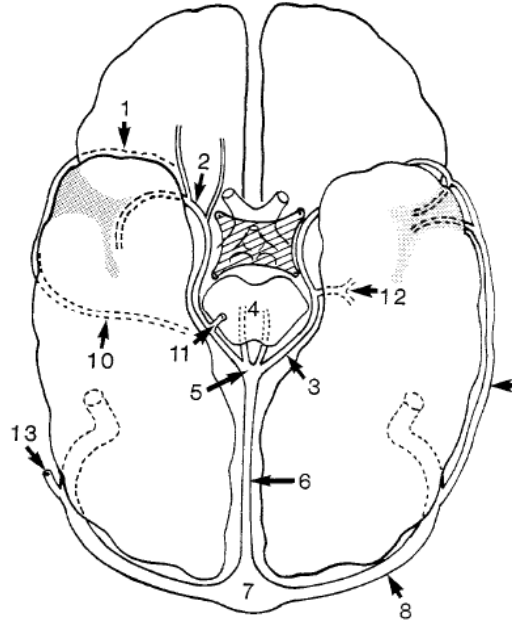
**Şekil.4:** Yüzeysel Dural Venöz Sinüslerin DSA Görüntüleri. Geç venöz faz anjiogram, frontal (a) ve lateral (b) planda, 1.SSS, 2.TS, 3.Trolard veni

Serebral kortikal venlerin drenajı üç temel yolla olmaktadır. Süperfisiyal middle serebral ven, anterior temporal lobun parasilviyan korteksini ve anterior inferior frontal lobu, kavernöz sinüs ve pterigoid pleksusa drene ederler. Labbe veni (bazen temporaoksipital ven olarak adlandırılır) lateral temporaoksipital korteksi transvers sinüse drene ederler. Labbe veni silviyan fissürden karşıya uzanarak frontal lobun inferolateral kesimini drene edebilirler ve dominant hemisferin olduğu tarafta sıklıkla genişir. Süperior konveksite venleri ve Trolard veni (frontoparietal ven) SSS'e drene olur (Şekil 4). Süperior konveksite venleri serebral konveksitenin süperolateral ve süperomedialini drene ederler. Bu iki yüzeyin drenaj venleri sıklıkla SSS'e drene olmadan önce ortak bir gövde ile orta hattın hemen lateralinde bir unite oluştururlar ve tek gövdeyle SSS'e drene olurlar. SSS'e drene olan kortikal venlerin çoğu 1 mm veya daha az çaptadır. Fakat bazıları 3 ile 5 mm çapa ulaşacak kadar geniş olabilirler. Geniş venler kortikal yüzeyin geniş bir kesimini drene etme eğilimindedirler. Üç mm çapında venler en sık olarak posterior frontal bölgede

tanımlanır ve Rolando (parietal ve santral ven) venini içerir ki bu ven santral sulkus bölgesini drene eder(5).

### 2.2.2. Derin Serebral Venler

Rosenthalin bazal veni, Galen veni ve internal serebral venler gibi major derin venlerin serebral DSA tetkikinde anjiyografik olarak görüntülenmesi beklenmektedir. Bu derin venler çift olduklarında, genellikle simetriktir. Kortikal venler korteks ve subkortikal beyaz cevheri drene eder ve sentrifugal ilerlerken derin paraventriküler medüller venler sentripedal seyir gösterirler (derin venler derin periventriküler beyaz cevheri, bazal ganglionu ve talamik bölgeyi drene ederler) (Şekil 5) (5).



**Şekil.5:** Bazal Rosenthal Ven ve Dalları. 1- Süperfişyel orta serebral ven ve operküler dalları, 2- Derin orta serebral ven ile unkal, insuler ve frontal dalları, 3- Bazal Rosenthal veni, 4- İnternal serebral venler, 5- Galen veni, 6- Straight sinüs, 7- Torkular Herofili, 8- Transvers sinüs, 9- Labbe veni, 10- Trolard veni, 11- Lateral mezensefalik ven, 12- Koroid venler, 13- Süperior petrosal sinüs (Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia:Williams and Wilkins, 1999)

**Medüller Venler:** Kortikal gri madde 1 veya 2 cm derinliğinden orijin alan çok sayıda küçük, derin vendir, subepandimal venlere drene olur (Şekil 6). Bu medullar venler derin serebral beyaz cevhere doğru uzanırlar ve lateral ventrikül duvarı boyunca uzanan subepandimal vene drene olurlar(1). Normal DSA tetkikinde görülemeyen medüller venler vasküler malformasyonda, tümörlerde ve oklüzyonlarda genişleyerek belirginleşir(4).

**Subepandimal Venler:** Septal, talamostriat ve internal serebral venler subepandimal venlerin önemli derin dallarındandır (Şekil 6) (1).

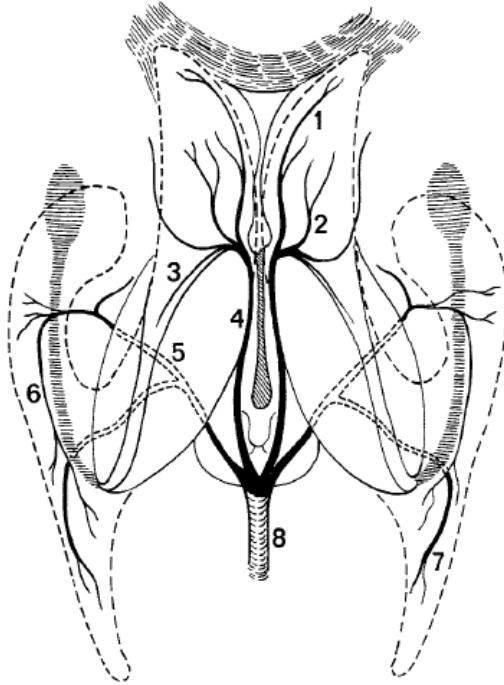
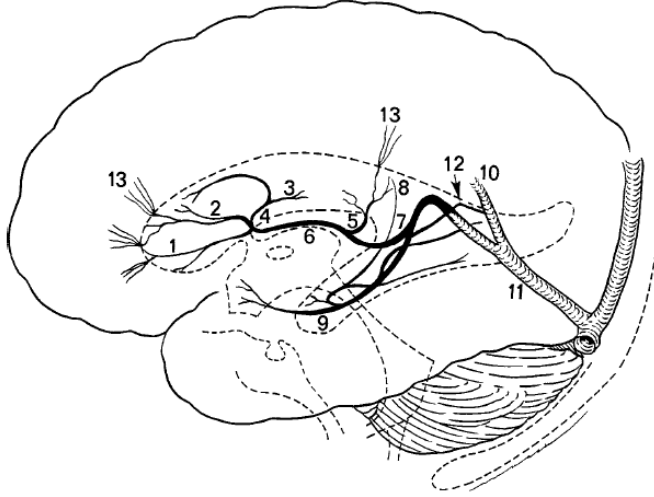
**a-Septal Ven:** Korpus kallozum genusu altından mediale geçerek, frontal hornun lateral yüzünde başlar. Keskin bir dönüş yaparak septum pellucidum boyunca ilerler, orta hattın yanında yer alır. Korpus kallozum ve derin frontal beyaz cevherden kaynaklanan dallar alırlar(1).

**b-Thalamostriat Ven (TSV):** Subepandimal venlerin göze çarpanları arasındadır(1). Lateral ventrikül gövdesi inferolateralindedir(4). Anterior kaudat ven ve terminal venin birleşmesiyle oluşur ve kaudat nükleus başı ve thalamus arasındaki demarkasyon hattında stria terminalisin altında ilerler(1,4). TSV internal serebral veni oluşturmak üzere septal venler ile birleşir (Şekil 6) (1,4,28).

**c-İnternal serebral venler:** Derin serebral venlerin en geniş ve en önemli olanıdır(1). Septum pelluciduma ilerleyen septal ven, geniş serpantin koroid ven ve TSV'nin birleşmesiyle oluşur(23). Foramen Monronun arkasında orjin alır, orta hattın yanında üçüncü ventrikül tavanında tele koroidea içinde yer alır ve çifttir(1,4,28). Kuadrigeminal sistem rostral kesiminde Galen venini oluşturmak üzere, birbiri ile ve bazal venlerle birleşerek sonlanırlar(1).

**Rosenthalin Bazal Veni:** Silviyan fissür derinliğinde temporal lob unkuşu komşuluğundan çıkar(1,4). Korpus kallozum splenium hemen altında, internal

serebral venler ve Rosenthalin bazal venleri Galen venini oluşturmak üzere birleşir (Şekil 7,8) (1,4,12,14).



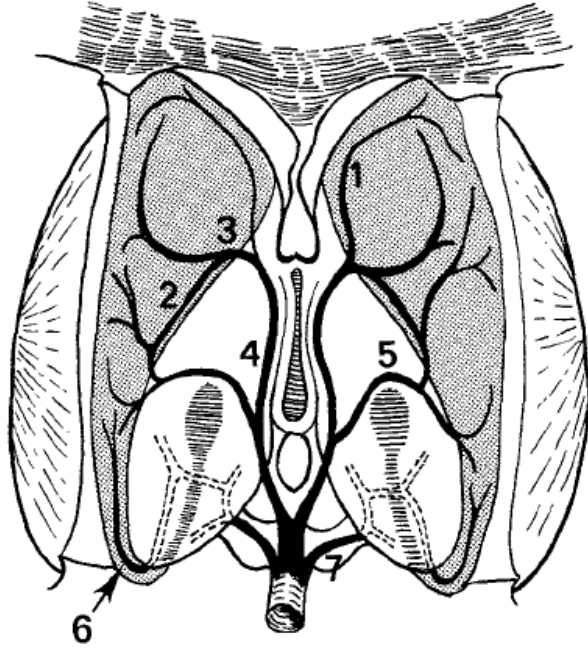
**Şekil.6:** Medüller ve subependimal venler.

- 1- Septal ven,
- 2- Anterior kaudat venler,
- 3- Terminal ven,
- 4- Talamostriat ven,
- 5- Direkt lateral ven,
- 6- İnternal serebral ven,
- 7- Galen veni,
- 8- İnförior ventriküler ven,
- 9- Rosenthal'in bazal veni,
- 10- İnförior sagital sinüs,
- 11- Straight sinüs,
- 12- Medial atrial ven,
- 13- Medüller venler.

(Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1999)

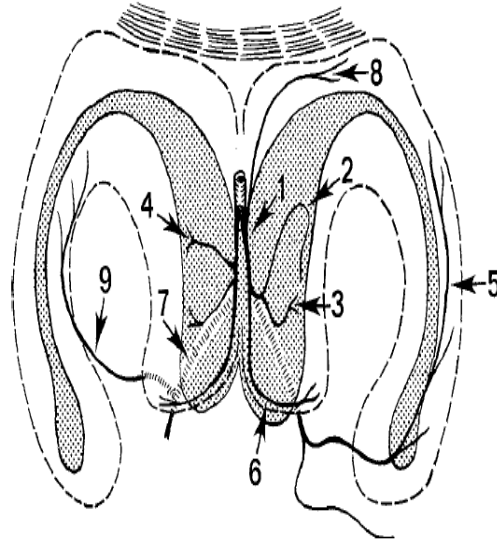
**Galen veni:** Kısa U-şekilli yapıda olup splenium etrafında posterosüperiora doğru yay çizer(1). Straight sinüsü oluşturmak üzere inferior sagittal sinüse bağlandığı yerde, tentorial apeks komşuluğunda sonlanır(1,4,14).

Anterior septal ven, talamostriat ven ve internal serebral venler oldukça varyatiftir (1,15,16).



**Şekil.7:** Subependimal venlerin üstten görünümü ve kaudat nükleus (noktalı alanlar) ve talamus ile ilişkilerini gösteren diagram.

1- Anterior kaudat ven, 2- Terminal ven, 3- Talamostriat ven,  
4- İnternal serebral ven, 5- Direkt lateral ven,  
6- İnförior ventriküler ven, 7- Bazal Rosenthal veni,  
(Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed.  
Philadelphia: Williams and Wilkins, 1999)



**Şekil.8:**Subependimal venler, anteroposterior görünüm. Lateral ventriküller kesik çizgi, kaudat nükleuslar gölgelenmiş  
 1- İnternal serebral ven, 2- Talamostriat ven, 3- Anterior kaudat ven,  
 4- Direkt lateral ven, 5- İnförior ventriküler ven, 6- Septal ven,  
 7- Bazal Rosenthal veni, 8- Medial atrial ven, 9- Lateral atrial ven  
 (Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1999)

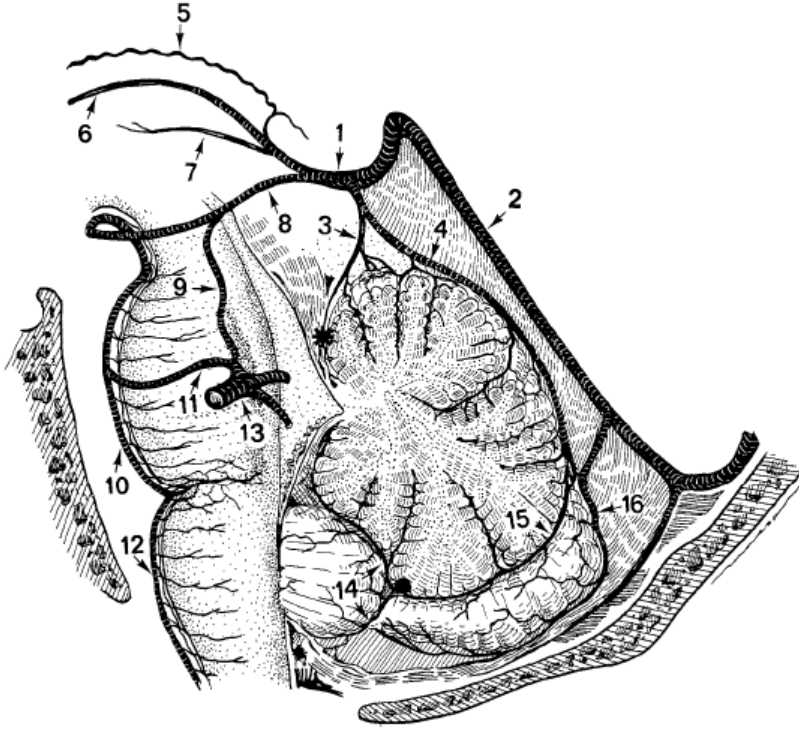
### 2.2.3. Posterior Fossa Venleri

Haung ve Wolf 1965 yılında, lokalizasyonu ve drenajına göre üç major posterior fossa drenaj sistemi tanımlanmıştır(1,4).

**a-Süperior (Galenik) Venler:** Tüm süperior grup venleri içerisinde en önemlileri presantral serebellar, süperior vermiyan ve anterior pontomezensefalik venlerdir (Şekil.9) (1). Presantral serebellar ven santral lobül ve vermiyan lingula arasındaki fissürden orijin alan tek orta hat venidir (Şekil 9,10) (1). İnförior kollikül altında Galen venine süperior vermiyan venle veya yalnız drene olur(1,4).

**b-Anterior (Petrozal) Venler:** Anterior grup venlerin en önemlisi petrozal vendir(1). Petrozal ven internal akustik kanal üzerinde süperior petrozal sinüse açılır(1,4).

**c-Posterior (Tentorial) Venler:** Anjiyografik açıdan en önemli posterior venler inferior vermian venlerdir. Inferior vermian ven tentoriyal sinüse açılır(1).

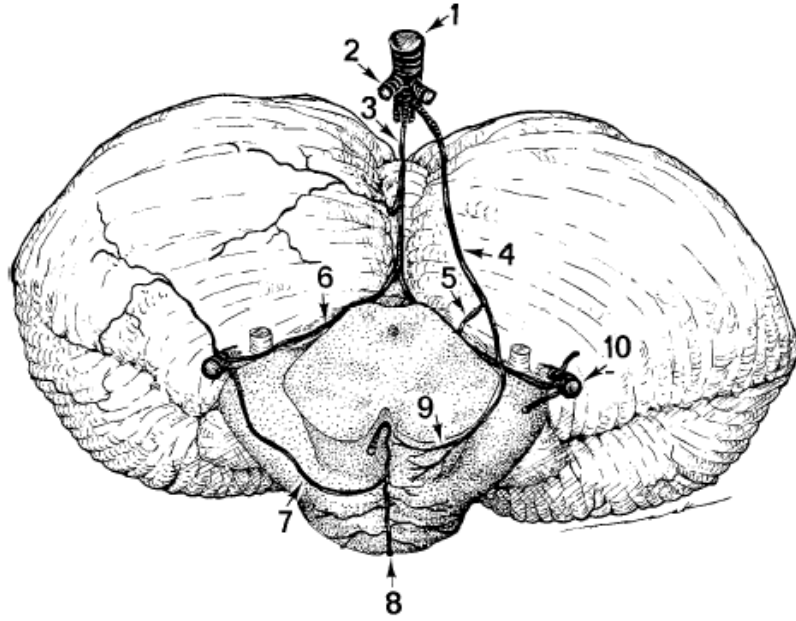


**Şekil.9:** Posterior fossa venlerinin lateral görünümü. Siyah yıldız, anjiyografide tüberkulum sella ve torkular ortasında yer alan kolliküosantral nokta.

- 1- Galen veni, 2- Straight sinüs, 3- Presantral serebellar ven, 4- Süperior vermian ven,
- 5- Süperior koroid ven, 6- İnternal serebral ven, 7- Talamik ven,
- 8- Posterior mezensefalik ven, 9- Lateral mezensefalik ven,
- 10- Anterior pontomezensefalik pleksus, 11- Transvers pontin ven,
- 12- Anterior medüller venöz pleksus, 13- Petrozal ven, 14- Tonsillar venler,
- 15- İnférieur vermian ven, 16- Hemisferik ven

(Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1999)





**Şekil.10:** Majör posterior fossa venlerinin anterosüperior görünümü.

1- Galen veni, 2- İnternal serebral ven, 3- Presantral serebellar ven,  
4- Posterior mezensefalik ven, 5- Lateral mezensefalik ven, 6- Brakial ven,  
7- Transvers pontin ven, 8- Anterior pontomezensefalik venöz pleksus,  
9- Pedinküler venler, 10- Petrozal venler.

(Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia: Williams and Wilkins,1999)

#### 2.2.4. Ekstrakranial Venler

**Skalp ve Emitter Venler:** Skalp venleri kranial dural venöz sinüslere kranial kemik yapıları geçen emitter venlerle bağlanırlar(1,4,5). Diğer skalp venleri oftalmik venler ile ilişkilidir(1). Emitter venlerin çapları kalın veya ince olabilir(4). Bu venler isimlendirilmiş ya da isimlendirilmemiş foramenlerle kraniumu geçerler kollateral kan akımının ve enfeksiyon yayılımının önemli yollarını oluştururlar(5,29). Diploik

venlerle anastomoz yaparlar(4). Bu venlerin kan akımı tek yönlü değildir(4,30). Eğer dural venöz sinüslerdeki kan basıncı fazla olursa, kan emisser venler yoluyla kafatası dışına yönelir(4,29,30). Aksi durumlarda ise sinüslere doğru akar(4,30). Emitter venler şunlardır;

1-V. Emitteria foraminis laceri: Sinus kavernoza ile pleksus pterigoideusa foramen lacerumdan geçerek birleştirir(4).

2-Pleksus venozus foraminis ovalis: Sinus kavernoza ile pleksus pterigoideusa foramen ovaleden geçerek birleştirir(4,29).

3-Pleksus venozus karotikus internus: Sinus kavernoza ile pleksus pterigoideusa kanalis karotikusunu geçerek birleştirir(4,29).

4-V. emitteria parietalis: SSS ile vena temporalis süperfisialisi parietal kemikteki prominent kanaldan geçerek birleştirir(4,28,29).

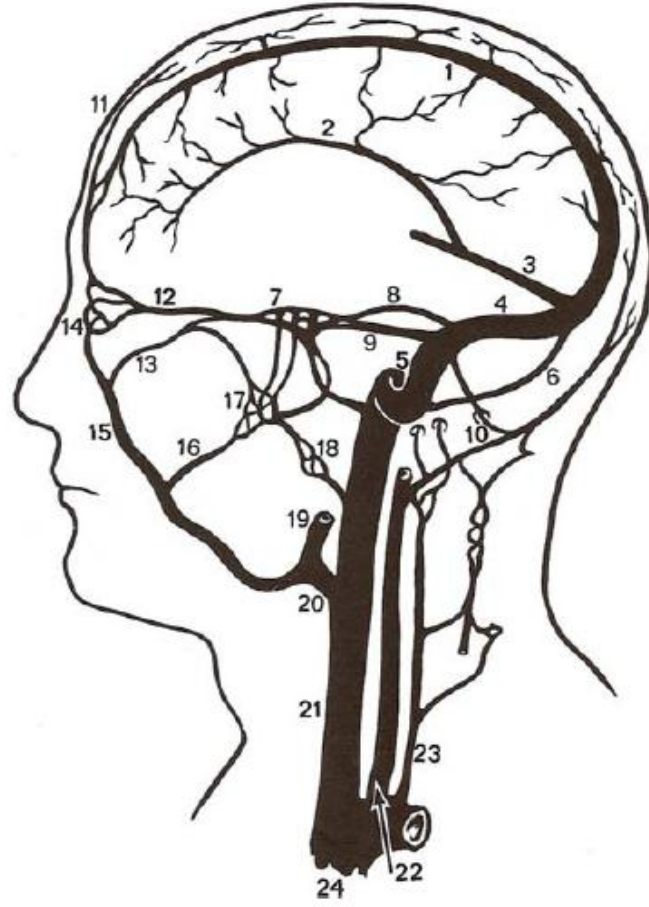
5-V. emitteria mastoidea: Sinus sigmoideus ile vena oksipitalisi foramen mastoideumdan geçerek birleştirir(4).

6-Pleksus venozus kanalis hipoglossi: Pleksus venozus vertebralis ile vena jugularis internanın orjinini kanalis nervus hipoglossiden geçerek birleştirir(4).

7-Vena emitteria kondilodia: Sinus sigmoideus ile pleksus venozus vertebralis kanalis kondilarisden geçerek birleştirir(4,29).

8-Vena emitteria oksipitalis: Konfluens sinuum ile vena oksipitalisleri birleştirir(4,29).

**Orbital Venler:** Orbita posteriora doğru süperior oftalmik ven ve inferior oftalmik venin genellikle kısa bir ortak konfluens oluşturarak, doğrudan kavernoza sinüs anterioruna açılmasıyla drene olurlar(1).



**Şekil.11:** Kranial venöz pleksus

- 1-SSS, 2-İSS, 3-SS, 4-TS, 5- Sigmoid sinüs, 6- Oksipital sinüs, 7- Kavernöz sinüs  
8- Süperior petrozal sinüs, 9- İnférieur petrozal sinüs, 10- Emitter venler  
11- Frontal skalp venleri, 12- Süperior oftalmik ven, 13- İnférieur oftalmik ven  
14- Angüler ven, 15- Anterior fasiyal ven, 16- Derin fasiyal ven  
17- Pterigoid venöz pleksus, 18- Faringial venöz pleksus, 19- Posterior fasiyal ven  
20- Ana fasiyal ven, 21- İnternal juguler ven, 22- Eksternal juguler ven  
23- Vertebral ven, 24- Subklavian ven

(Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1999:195-237)

**Fasiyal Venler:** Süperfisyel ve derin yüz venleri ile paranazal sinüsler, juguler venlerin ana besleyicileridir. Anterior fasiyal ven, derin fasiyal ven, maksiller ven, süperfisyel temporal ven, retromandibular ven, submental ven, ana fasiyal ven fasiyal venleri oluşturur (Şekil 11) (1). Anterior fasiyal ven medial palpabrel köşeden başlar ve anguler venle direkt bağlantı kurar(1,28). Seyri boyunca orbita, dudak, fasiyal kaslara ve submental bölgeye dal verir(1). Anterior fasiyal ven derin fasiyal ven aracılığıyla pterigoid venöz pleksusla, angular ve oftalmik ven aracılığı ile kavernoöz sinüsle ilişkilidir(1,26). Pterigoid venöz pleksus çok sayıda palatin, derin temporal, masseterik, bukkal, dental ve orbital daldan kaynaklanır(1). Pterigoid pleksus fasiyal ven, kavernoöz sinüs ve diğer intrakranial kanallarla emisser venler aracılığı ile bağlantılıdır(1,28).

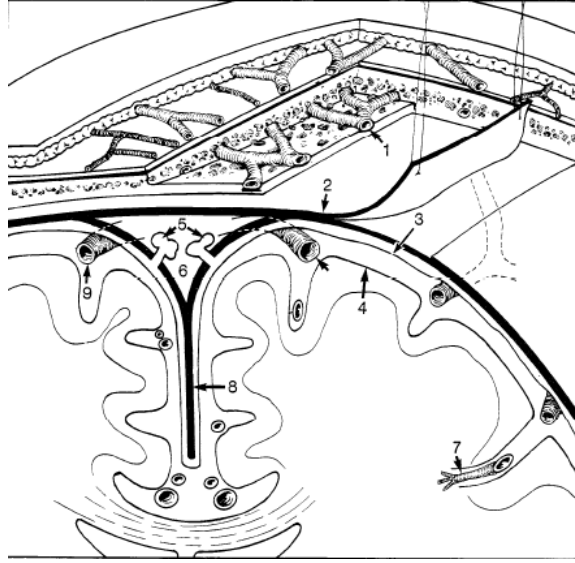
**Boyun Venleri:** Eksternal juguler ven, retromandibular ven ve posterior aurikular venden gelen segmentlerin birleşmesiyle oluşur (Şekil 11). İnternal juguler ven kafatası, beyin ve boyunun büyük kısmının kanını toplar. İnternal juguler ven sigmoid sinüsün doğrudan devamı şeklinde juguler fossa pars vaskularis düzeyinden başlar (Şekil 11,12).

İnternal juguler ven orijinindeki hafif dilatasyon juguler bulbus adını alır. Vertebral venöz pleksus, suboksipital bölgede kranial vertebral venöz pleksus ve servikal kaslardan gelen birçok küçük dal ile oluşur. Vertebral venöz pleksus vertebral arteri transvers foramenlerde seyirinde çevreler ve brakiosefalik vende sonlanır(1). Supin pozisyonda serebral venöz drenaj primer olarak internal juguler venlerdir. Ayakta ise internal ve eksternal vertebral venöz sistem majör drenaj yoludur(1,31).

**Diploik Venler:** Diploik venler, kalvaryumun lamina eksterna ve lamina interna arasındaki diploik mesafede seyreden geniş, düzensiz endotel kaplı vasküler kanallardır (Şekil 12). Kapakçıkları yoktur ve meningeal venler, dural sinüsler ve

perikranial venler ile serbestçe ilişkilidirler(1,26). Çok sayıda küçük diploik ven geniş venöz gölcükte (lakün) sonlanır(1). Diploik venler genellikle sutureları geçmezler. Venöz obstruksiyon vakalarında diploik venler önemli anastomatik kanal yolu oluştururlar. AVM'li hastalarda ve menenjiom gibi hipervasküler tümörlerde genişleyebilirler. Anterior temporal diploik venler, sfenoparietal sinüs ve skalpın derin parietal venleri ile anastomoz yaparlar. Posterior temporal ve parietal diploik venler mastoid foramen ya da parietal kemiğin mastoid açındaki açıklığı yoluyla transvers sinüsle anastomoz yaparlar. Oksipital diploik venler oksipital skalp venler ya da derin servikal venlerle eksternal olarak, torcular herofili ve sigmoid sinüs ile internal olarak anastomoz yaparlar(5). Direkt röntgenogramlarda ve BT özellikle kemik pencerede izlenebilen belirgin keskin sınırlı radyolüensiler oluştururlar(1). Diploik venlerdeki akımın çok yavaş olması nedeniyle, serebral anjiogramlarda genellikle görülemezler(1,28).

Anjiografik incelemelerde skalp venleri genellikle vizualize edilemez. İzlenmeleri halinde ya yüksek dozda kontrast madde verilmesi ya da skalp ve kafatasını içine alan geniş bir vasküler anomali varlığı veya SSS tıkanmasına sekonder gelişmiş dilatasyon ve ters akım akla gelmelidir(30).



**Şekil 12:** Diploik venler

- 1- Kalvaryum diploik venleri, 2- Dura (iç ve dış tabaka), 3- Araknoid,  
 4- Pia mater (serebral kortekse sıkıca bitişik olan leptomenenkslerin en iç tabakası,  
 5- Subaraknoid granülasyonlar (süperior sagital sinüs içerisine uzanımı),  
 6- SSS, 7- Virchow-Robin (perivasküler) boşlukları, 8- Fals serebri,  
 9- Kortikal venler. (Osborn A. Diagnostic neuroradiology. St. Louis: Mosby, 1994.)

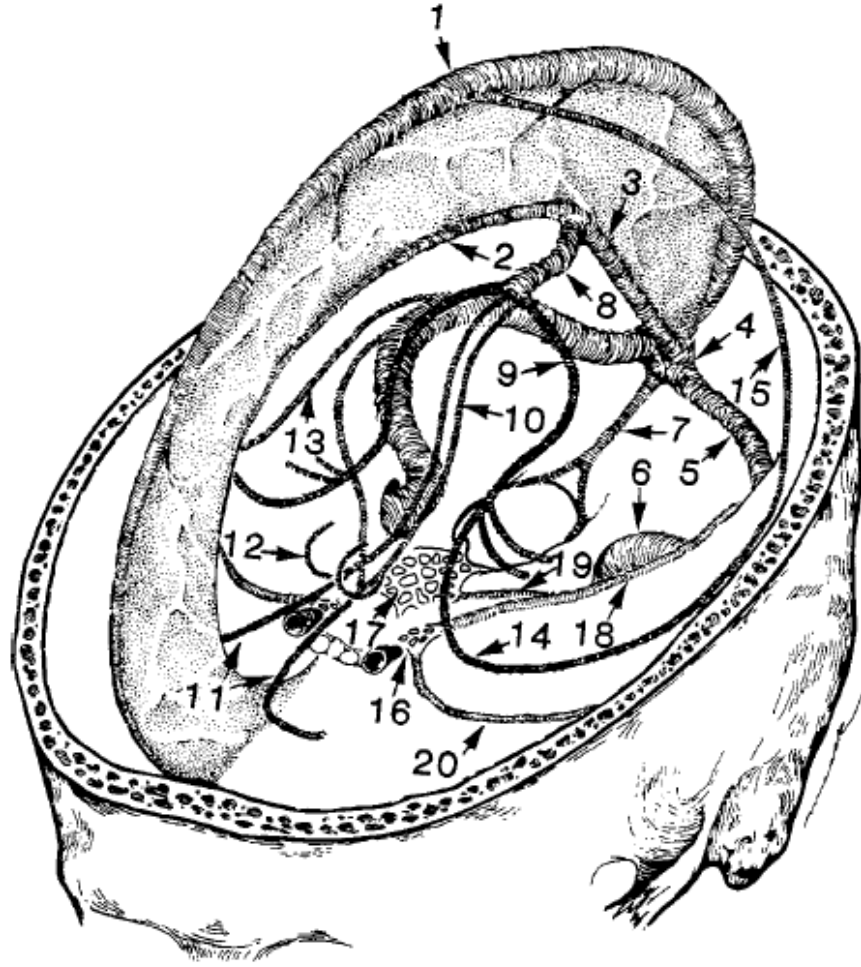
### 2.2.5. Dural Venöz Sinüsler

Kranial dural venöz sinüsler, duranın periosteal (dış) ve meningeal (iç) tabakaları arasında yer alan endotel kaplı kanallardır(1,5). Dural sinüs duvarı sert fibröz duradan oluşur ve diseksiyon sonrası kollabe olmaz. Dural sinüslerde kapakçık yoktur ve duvarları kas dokusu içermez. Nadiren dural sinüs duvarlarında yağ dokusu saptanabilir. Bir çok yaygın dural sinüsleri basit kanallar olarak tarif etse de, çoğunlukla çok sayıda çaprazlaşan band, kord ve köprüleşmeler içeren kompleks yapılardır(1).

Dural sinüsler süperfisyal ve derin serebral venlerdeki, meninksteki ve kalvaryumdaki kanın majör drenaj yolunu oluştururlar(1,5). Kalvaryum ve baziler foramenden geçen emisser venlerin oluşturduğu bağlantılar aracılığıyla, dural sinüsler ekstrakranial venöz sistem ile ilişkilendirilir(1). Bu ara bağlantılar, serebral venöz oklüzyon durumunda kollateral venöz akım için önemli bir potansiyel yolu oluşturur. Dural sinüsler aynı zamanda meningeal ve diploik venler ile ilişkilidir(1).

Majör dural sinüsler, süperior ve inferior sagittal sinüsler, kavernöz ve interkavernöz sinüsler, süperior ve inferior petrozal sinüsler, oksipital sinüs (OS), straight, transvers ve sigmoid sinüslerdir(1).

DVS iki gruptur süperior grup, beyin ve kafanın büyük kısmını drene eder SSS, İSS, SS, OS, TS, sigmoid sinüsü içerirler (Şekil 13) (5).



**Şekil 13:** Serebral Venöz Sistem. 1-SSS, 2-İSS, 3-SS, 4-Torkular Herofili (sinüs konfluens), 5-TS  
6-Sigmoid sinüs, 7-Oksipital sinüs, 8-Galen veni, 9-Bazal Rosenthal veni,  
10-İnternal serebral venler, 11-Septal venler, 12-Talamostriat venler, 13-Labbe veni,  
14-Süperfizyel orta serebral ven, 15-Trolard veni, 16-Kavernöz sinüs,  
17-Klival venöz pleksus, 18-Süperior petrozal sinüs, 19-İnferior petrozal sinüs,  
20-Sfenoparietal sinüs (Osborn A. Diagnostic neuroradiology. St.Louis: Mosby, 1994.)

Akarsu kavşağı olan torcular herofiliden sonra gelen drenajı alan TS ve sigmoid sinüsler internal juguler vene açılır(5). İnförör grup silviyan venleri beynin alt yüzeyinin bazal ve medial kısmını orbitaları ve sfenoparietal sinüsleri drene



eder(5). Bu sistem kavernöz sinüsler veya pterogoid pleksus ya da inferior petrozal sinüsler yoluyla ve bazal (baziler veya klival) ve internal vertebral pleksus yoluyla sigmoid sinüs ve juguler vene toplanır(5). Bu grup sfenoparietal ve kavernöz sinüsler, süperior ve inferior petrozal sinüs ve bazal pleksusu içerir(5).

### **2.2.5.1.Süperior Grup:**

**Süperior Sagittal Sinüs (SSS):** Kalvaryum iç tabulayı kaplayan dura ile falks serebri bileşkesinde yüzeysel çukurlukta yerleşir (1,4,31). SSS krista galli komşuluğundan orijin alır, burada fasiyal venler ve nazal venler ile ilişkilendirir. SSS posteriora ark şeklinde uzanır, kaudale doğru kalibrasyonu tedricen artar ve serebral konveksiteyi drene eden çok sayıda parasagittal veni toplar(1). SSS trasesinin büyük kısmında orta hattadır ve tektir(4). Genellikle internal oksipital protuberans düzeyinde straight sinüs ile birleşip torcular herofiliyi (sinüs konfluens) oluşturarak sonlanır (Şekil 13) (1,4,25).

SSS transvers sinüslere eşit dökülebilsede sağ transvers sinüse daha fazla drene olma eğilimindedir(13,32). SSS inferior frontal lop anteriorunu, frontal, parietal, oksipital lopların superior, lateral ve medial bölümlerini drene eder(13,32).

Her bir kortikal ven superior sagittal sinüse karakteristik bir konfigürasyonda girer(13). Frontal polden kaynaklanan venler posteriora doğru yönelirler. Sinüs içindeki akım da posteriora doğrudur. Frontal lop posteriorundan kaynaklanan venler ise öne doğru sinüs içindeki posteriora doğru olan akımın tersine yönelim gösterirler. Oksipital ve parietal loptan sinüs içerisine giren venlerin akım yönü sinüs akımının ters yönüne doğrudur ve giriş açıları akım yönüne zıt doğrultudadır(5).

Duramater içinde süperior sagittal sinüse yapışık lakün adı verilen genişlemiş venöz göller bulunur(5). Lakünler en geniş olarak parietal ve posterior frontal bölgede yer alırlar(5,24). Lakünler esasen meningeal arterleri takip eden meningeal venlerin

venöz drenajını sağlarlar. Rhoton ve ark. yaptıkları disseksiyonlarda lakünlere kortikal venlerden de venöz drenaj olduğunu tespit etmiştir(32). Bazı kortikal venler ise laküner yapının altından geçerek superior sagittal sinüse ulaşabilir.

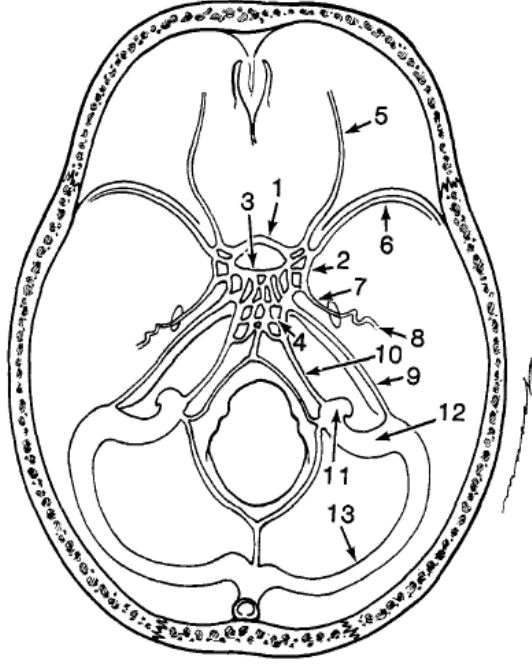
Araknoid granülasyonlar laküner yapının duvarında yer alırlar. Araknoid granülasyonlar nadiren SSS'de izlenir(24). Yaşla laküner yapının genişlemesinin araknoid granülasyonların sayısında artma ile alakalı olduğu sanılıyor. Richard Fox ve ark.'nın yaptığı detaylı anatomik çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuş ve SSS, laküner yapı ve araknoid granülasyon arasında kurulan muazzam ağa, özellikle BOS emilimi açısından dikkat çekilmiştir(33).

**İnferior Sagittal Sinüs (İSS):** Falks serebri inferior serbest kenarında posteriora doğru seyreden, relatif olarak daha ince tek kanaldır (Şekil 13) (1,4,31). İSS falks anterior ve orta 1/3 bileşkesinden başlar, korpus kallozum gövdesi üzerinde uzanır. İSS falks, korpus kallozum, singulum ve medial serebral hemisferden dallar alır(1). İSS sinüs rektusu oluşturmak üzere, falkotentorial apekte Galen veni ile birleşerek sonlanır(1,4,5).

Falks, korpus kallozum ve singulat girus venöz drenajından sorumludur(5). En geniş venler anterior perikallosal venlerdir. İnsanlarda onda bir oranında bu sinus gözlenmez. Bu durumda SSS'in venöz drenajı üstlendiği kabul edilir. Tubbs ve ark.'nın yaptığı anatomik lateks enjekte kadavra çalışmasında falks serebride superior ve inferior sagittal sinüslere ilaveten falksın içinde de venöz pleksus bulunduğu gösterildi(34).

**Straight Sinüs (Sinüs rektus, SS):** İSS ve Galen veni anostomozuyla oluşarak, falks serebri ve tentorium serebelli birleşkesinde posteroinferiora doğru tek olarak seyreder(1,4,5). Torkulara doğru seyri sırasında çok sayıda köprü vermian ve hemisferik dal alır(1). Ayrıca, tentorium serebellinin kendisinden kaynaklı, değişken

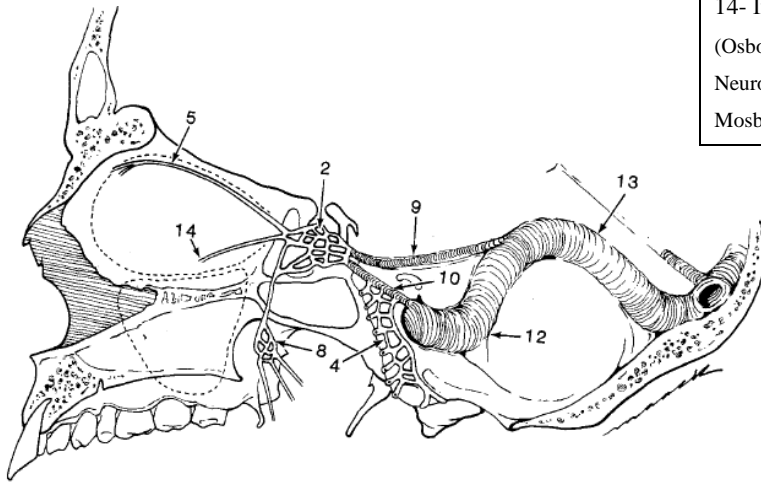
şekilli, her zaman görülmeyebilen dallar alır(1). Anatomik diseksiyonların %85’inde SS tek (single) orta hat kanalı iken, kalan %15’inde ‘double’ hatta ‘triple’ izlenir(1). SS yaklaşık 5 cm uzunluğundadır(1,4). Olguların üçte ikisinde, açılanması korpus kallozum splenium üst yüzeyine tanjansiyeldir(1). SS genellikle sol transvers sinüs olarak, internal oksipital protuberans düzeyinde sonlanır(1,5).



**Şekil.14:** Bazal venöz sinüslerin üstten (A) ve lateralden (B) görünümü

- 1- Anterior interkavernöz sinüs
- 2- Kavernöz sinüs
- 3- Posterior interkavernöz sinüs
- 4- Baziler (klival) pleksus
- 5- Süperior oftalmik ven
- 6- Sfenoparietal sinüs
- 7- Foramen ovale pleksus
- 8- Pterigoid pleksus
- 9- Süperior petrozal sinüs
- 10- İnfior petrozal sinüs
- 11- İnternal juguler ven
- 12- Sigmoid sinüs
- 13- Transvers sinüs
- 14- İnfior oftalmik ven

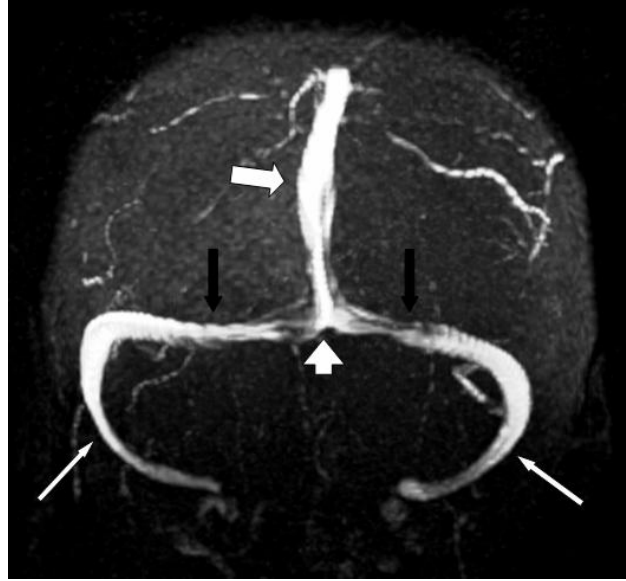
(Osborn AG, Tong KT. Handbook of Neuroradiology, 2nd ed. St. Louis: Mosby-Year Book, 1996.)



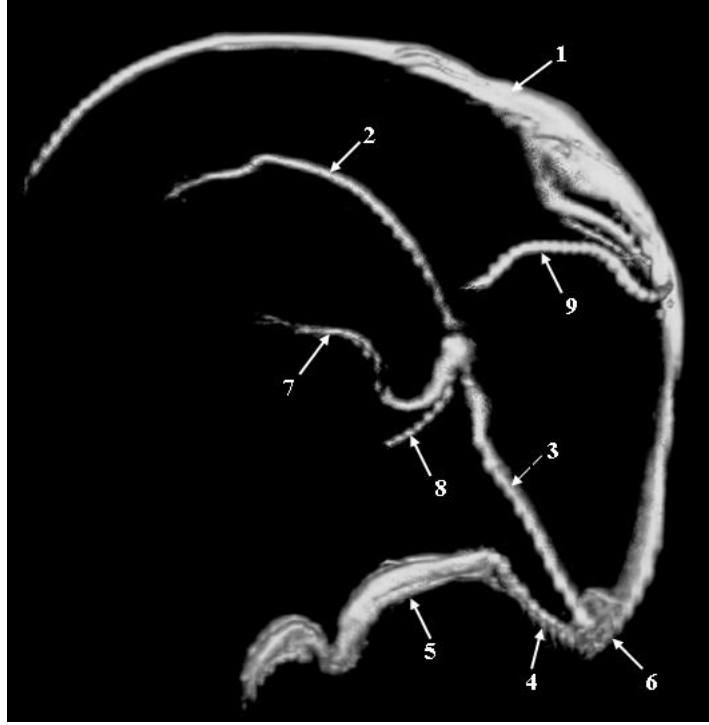
**Transvers Sinüsler (TS):** Orta hattın sağında ve solunda olmak üzere birer çifttir (Şekil 14,15,16) (4). Lateral sinüs olarak da bilinirler, kalvaryum iç yüzünde tentorial yaprakların yapışma yerleri arasındadır(1,4). İnternal oksipital protuberanstan anterolaterale, petröz temporal kemiklere doğru ilerler(1,27). Petröz temporal kemik arka kenarında, süperior petrozal sinüsü alır, aşağıya ve mediale dönerek sigmoid sinüsü oluştururlar(1,4). Transvers sinüsler SSS ve SS'den venöz kanı alırlar(1). Seyri boyunca, daima serebellum, temporal ve oksipital lob inferior yüzeylerinden ve tentoriumdan köprüleşen venöz dallar alırlar. Bu tentorial sinüsler, oldukça belirgin olabilirler. Transvers sinüsler, varolması durumunda anastomotik kortikal Labbe veniylede ilişkilidirler. Mastoid emisser venler aracılığıyla ekstrakranial venler ile ilişkilendirler. Olguların yaklaşık yarısında, transvers sinüsler forme fakat asimetric boyuttadır(1). Yaklaşık %75 olguda sağ transvers sinüs dominanttır(27). Lemay bu durumu SSS' in drenajının sağa doğru predominant olmasının daha yaygın olmasına ve sol serebral hemisferin daha posteriorde yerleşmesine oksipital Petelia'ya bağlamaktadır(5). Anatomik spesimenlerin %5-20'sinde, transvers sinüslerden en az biri dar ya da atretik bir segment olarak saptanır(1).

**Sigmoid Sinüsler:** TS'nin tentoryal kenarda ayrıldığı yerden başlar inferomedialde seyrederek juguler vene drene olur (Şekil 15) (5). Sigmoid sinüs, transvers sinüsün tentorial marjinden ayrıldığı ve juguler vene drene olmak üzere inferomediale doğru hafifçe S-şekilli eğri çizdiği noktada başlar. İnternal juguler ven halini alarak sonlanırlar. Sigmoid sinüsler ile vertebral pleksus, suboksipital musküler ve skalp venleri ile kondiler emisser venler arasında çok sayıda anastomoz varlığı, sık görülmektedir(1). Sinüs sigmoideus'un mastoid hücrelerine çok yakın komşuluğu bulunması orta kulak cerrahisinde büyük önem taşır(4). Hem ayakta hem supin pozisyondaki hastalarda Dilange ve Perry'nin uyguladığı arteriyal anjiyografik çalışmada internal serebral venöz pleksuslar ayakta pozisyonda serebral venöz

drenajın dominant yolunu oluşturabilirler supin pozisyonda serebral venöz drenajın predominant juguler bulb yoluyla internal juguler vene olur(5).



**Şekil 15.** Sinüslerin 2 B TOF MRV tetkiki MIP görüntülerinde koronal posteriordan görünümü. Kalın ok SSS, siyah oklar TS, ince beyaz oklar sigmoid sinüs, okbaşı torkular herofili

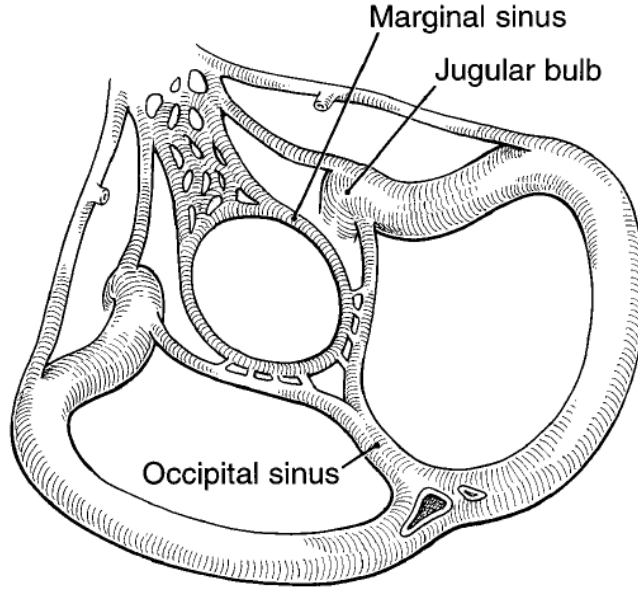


**Şekil 16:**Yüzeyel dural sinüslerin 2 B TOF MRV lateral planda, 1.SSS, 2.İSS, 3.SS, 4.TS, 5.Sigmoid sinüs, 6.Torkular herofili,7. Trolard veni

**Oksipital Sinüs:** Marjinal bir venöz pleksus foramen magnumu çevreler ve oksipital sinüs(OS) adı verilen küçük, varyatif sinüsle bağlantılıdır(1). OS foramen magnum posterior kenarından süperiora torkulara doğru uzanır(1,28). OS internal juguler ven, vertebral venöz pleksus ve klival venöz pleksus ile çok sayıda küçük kanal ile bağlantılıdır(1,5). Yaklaşık %2 olguda OS, SS ya da SSS için majör drenaj kanalı oluşturur(1).

**Marjinal Sinüs:** Foramen magnum etrafındaki dura katmanları arasında yer alır(35). Foramen magnumu çevreleyen bu sinüs (Şekil 17), klivus anteriorundaki ve oksipital sinüs posteriorundaki venöz pleksuslar ile bağlantılıdır(35). Normalde drenajı bir dizi küçük sinüs ile sigmoid sinüs veya juguler bulbedir(36). Embriyonik gelişim sırasında marjinal sinüs daha belirgindir ve ekstrakraniyal posterior fossa

venöz drenajına daha fazla katkıda bulunurlar. Paravertebral veya derin servikal pleksus gibi derin vertebral venöz pleksuslarla bağlantıları genellikle mevcuttur(35).



Şekil 17: Marjinal sinüs şematik çizimi (McDougall, C.G., et al., *Dural arteriovenous fistulas of the marginal sinus*. AJNR Am J Neuroradiol, 1997. **18**(8): p. 1565-72).

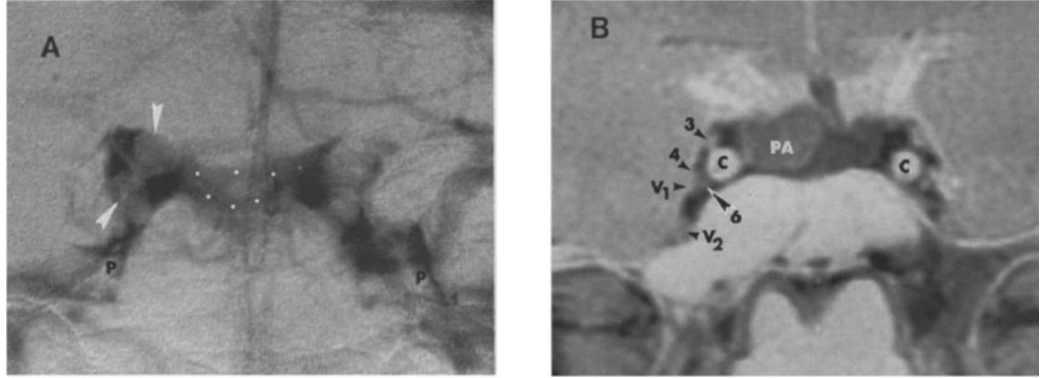
**Torkular Herofili (Konfluens Sinuum):** Manuel kullanılan üzüm cenderesine olan benzerliği adını torkular herofili olarak koydurmuştur (Şekil 15). SSS, SS, OS ve her iki TS'nin kesişme noktasıdır. Drenaj genellikle iki taraflıdır. Tek taraflı veya asimetrik olması halinde sağ transvers sinüs genellikle daha büyüktür(28).

### 2.2.5.2.İnferior Dural Venöz Sinüsler

**Kavernöz sinüsler (KSs):** Sfenoid korpus her iki yanında yerleşimlidir ve çifttir(1,4,5). İnternal karotid arteri tamamen çevreleyen ve tek bir kanaldan oluşan "gerçek" kavernöz sinüs olguların %1 inden azında bulunabilir(1). KSs'ler çok sayıda küçük venin oluşturduğu, ileri derecede ara bağlantıları olan düzensiz şekilli, belirgin venöz gölcüklerdir. KS anteriorda süperior orbital fissüre posteriorda petröz apekse

uzanır(1). KSs internal karotid arter kavernöz segmenti ve nervus abduşensi (CN VI) içerir(1,4,5). Okulomotor sinir (CN III), troklear sinir (CN IV) ve trigeminal sinir oftalmik dalı (CN V1) kavernöz sinüs lateral duvarı ile dura yaprakları arasındadır (Şekil 18) (1,4,5).

Kavernöz sinüs dalları ve arabağlantıları değişkendir(1). Kavernöz sinüs anteriorda süperior ve inferior oftalmik venleri alır ve ayrıca sfenoparietal sinüsü de alabilir(1,5). Bu iki oftalmik ven, vena angularis aracılığı ile vena fasiyalis ile anostomoz yapar(4). Vena fasiyalisteki herhangi bir patolojik durum (enfeksiyon, trombüs v.b.) vena oftalmika yoluyla kavernöz sinüse ve kavernöz sinüsdende meninkslere yayılabilir(4). Lateralde foramen ovaleden geçen emisser venler aracılığıyla pterigoid pleksus ile ilişkilendir(1,5). Medialde sellayı çevreleyen, bu nedenle sirküler sinüs adını alan interkavernöz sinüs ile karşı taraf KS ile ilişkilendir(1,4,5).



**Şekil 18:** Kavernöz sinüs (A) Konvansiyonel Anjiogram, AP projeksiyon. Ok başları sağ kavernöz sinüsteki zamanlama hatasından oluşan karotid arterin kavernöz dalının dolum defektidir Beyaz noktalar sirküler sinüsü gösteriyor," P; inferior petrozal sinüs. (B) T1 koronal MRI kavernöz sinüsteki kranial sinirler III ve VI ve karotid arterleri (C) .Trigeminal sinirin oftalmik dalı V1 ve maksillar dalı V2, ; PA, pituiter adenom (Cure, J.K., P. Van Tassel, and M.T. Smith, Normal and variant anatomy of the dural venous sinuses. Semin Ultrasound CT MR, 1994. 15(6): p. 499-519).



Posteriorda kavernöz sinüs, sırasıyla. sigmoid sinüs ve juguler bulbosa drene olan süperior ve inferior petrosal sinüslere boşalır(1). Kavernöz sinüsler aynı zamanda bazion-oksiputtan foramen magnuma uzanan klival venöz pleksus ile bir venöz ağ aracılığıyla ilişkilidir(1). Klival venöz pleksus ile vertebral venöz pleksus da ilişkilidir(1).

**Süperior Petrozal Sinüsler (SPS):** Kavernöz sinüsten sigmoid sinüse, tentorium serebellinin petröz temporal kemik dorsalinde yapışma yeri boyunca uzanan bir çift kanaldır(1,4,28). SPS aldığı dallar, pons ve medulla üst kesimini drene eden petrosal venler, lateral mezensefalik ven, serebellar venler ve iç kulağı drene eden venlerden oluşur(1).

**İnferior Petrozal Sinüsler (İPS):** Petröz apeks ve klivus arasındaki oyuk içinde uzanır, posterolaterale doğru petrooksipital fissür boyunca seyreden bir çift sinüsdür (1,4,5). İPS'lerin boyut ve anastomozları yanında, juguler foramene giren sinirler ile ve aynı zamanda juguler foramen ile ilişkilerinde belirgin varyasyonlar vardır(1). İPS kavernöz sinüsten juguler vene uzanır(1,5,28,31). İPS ile klival venöz pleksus, vertebral venöz pleksus, pterigoid venöz pleksus ve epidural venler arasında çok sayıda anastomotik kanal vardır. Bu kanalların bir ya da daha fazlası dominant olabilir. İPS olguların yaklaşık üçte ikisinde simetriktir. İnternal juguler ven ve İPS arasında anastomoz olmaması olguların sadece %1 inde görülebilir(1).

Medulla oblongota, serebellum alt yüzeyinin venöz drenajı ve internal akustik venlerden venöz drenaj alır(5). İPS'e özellikle ACTH salgılayan adenomlarda pituiter adenomların laterilizasyonu (yönü) ve tanısında KSs venöz akıntısının örnekleme için internal juguler ven yoluyla ulaşılabilir(37). Bununla birlikte bu anatominin değişkenliği bu prosedürün uygulanmasını ve doğruluğunu sınırlayabilir(37).

**Sfenoparietal Sinüs:** Meningeal sinüsün anteroinferiora uzanımı ve süperfisyel orta serebral (silviyan) venin mediale uzanımı olan ve her bir hemisferde birer adet olmak üzere çift olarak bulunan sinüsdür(1,4,28). Sfenoparietal sinüs küçük sfenoid kanat alar yüzü hattını takip eder ve üç tip drenaj paterni vardır: (a) kavernöz sinüse, (b) bazal emisser venler ile pterigoid venöz pleksusa, (c) posteriora doğru orta kranial fossa boyunca inferior petrosal sinüs ya da transvers sinüse drene olur. Son ikisinde sfenoparietal sinüs kavernöz sinüsü bypass eder(1).

### **2.3. SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN VARYASYONLARI**

Bireysel venöz anatomi ve varyasyonlar petrozal yaklaşımdaki teknik güçlüklerle ve venöz komplikasyonlara neden olabilir(16). İntrakranial venöz akım paternlerindeki varyasyonları anamolilere sebep olur. Prenatal gelişim sırasında, TS kalibresindeki değişim ve venöz akım hacmindeki dinamik değişiklikler bu sinüslerin varyasyonlarına neden olur(14).

İntrakranial boşluktan ekstrakranial boşluğa venöz drenaj artması sonucunda oluşan fizyolojik hemodinamik değişiklikler geçici genişlemeler sonucu OS sayısında ve çapında azalma olur. Öte yandan erişkinlerdeki OS sayı ve çapındaki azalma çocuğun ayakta yürümesiyle vertebral venöz pleksusda akım artışı ve juguler vende akım azalması nedeniyledir. OS varlığı TS boyutu ile ilişkilidir. TS gelişmediğinde OS drenaj kanalı olarak görev yapar(16).

Süperfisyel venler oldukça değişkendir. Multipl süperfisyel orta serebral ven sık görülür(1). Anterior septal ven, talamostriat ven ve internal serebral venler oldukça varyatiftir(38,39).

Dural sinüsler normalde oldukça varyatiftir(3,6,40,41). Ara sıra anterior SSS yokluğu saptanabilir. Bu varyasyonda SSS, frontal ven ve geniş bir Trolard veni gibi belirgin süperior kortikal venlerin daha posteriora birleşmesi ile oluşur(1). SSS

sıklıkla oksipital kemiğe uzanırken sağa deviasyon gösterir ve sağ transvers sinüs haline gelerek sonlanır(1,4). Olguların %20'sinde, posterior SSS orta hattın 1 cm den fazla deviasyon gösterir(1).

Bazen SSS doğrudan bir transvers sinüs olarak sonlanır. Bu durumda diğer TS yoktur ya da hipoplaziktir. Sık görülen bir patern, SSS'in sağ transvers sinüs olarak devam etmesi, straight sinüsün sol transvers sinüsü oluşturmasıdır. Bu paternde torkular yoktur ya da hipoplaziktir(1). Başka bir varyant ise yüksek ayrılan "high-splitting" SSS'dir(1,4). Çapı büyük olan dal genellikle sağ tarafta bulunmaktadır(4). SSS'un %30 oranında iki dala ayrıldığı not edilmiştir(4). SSS septat (bölmeli) ya da parsiyel duplike olabilir. Bu en sık posterior kesimde görülmektedir. Transvers sinüste septalı olabilir ve bu durum genellikle proksimal ucu yakınında görülür(5).

İzole transvers sinüsün kısmen ya da tamamen yokluğu veya hipoplazisi siktir. Bu varyasyonlar dural sinüs oklüzyonundan genellikle geniş kollateral yolların olmaması ve eşlik eden parankimal hemorajinin yokluğu ile ayırtedilebilirler. Olguların yaklaşık yarısında, transvers sinüsler forme fakat asimetrik boyuttadır(1). Yaklaşık %75 olguda sağ transvers sinüs dominanttır(1,4). %5-20 anatomik spesimende, transvers sinüslerden en az biri dar ya da atretik bir segment olarak saptanır(1). Bazı hastalarda distal TS, sigmoid sinüs ya da juguler bulb anevrizmatik dilatasyon gösterebilir(5).

Anatomik diseksiyonların %85'inde SS tek orta hat kanalıdır, kalan %15'inde 'double' ya da hatta 'triple' izlenir. SS genellikle sol transvers sinüs olarak, internal oksipital protuberansta sonlanır(1).

Prenatal sinüslerin gelişimi sırasında dinamik değişiklikler veya venöz akım hacmindeki dalgalanmalar vasıtasıyla TS kalibresindeki değişiklikler posterior fossadaki dural venöz sinüslerin varyasyonu ile koreledir(14).

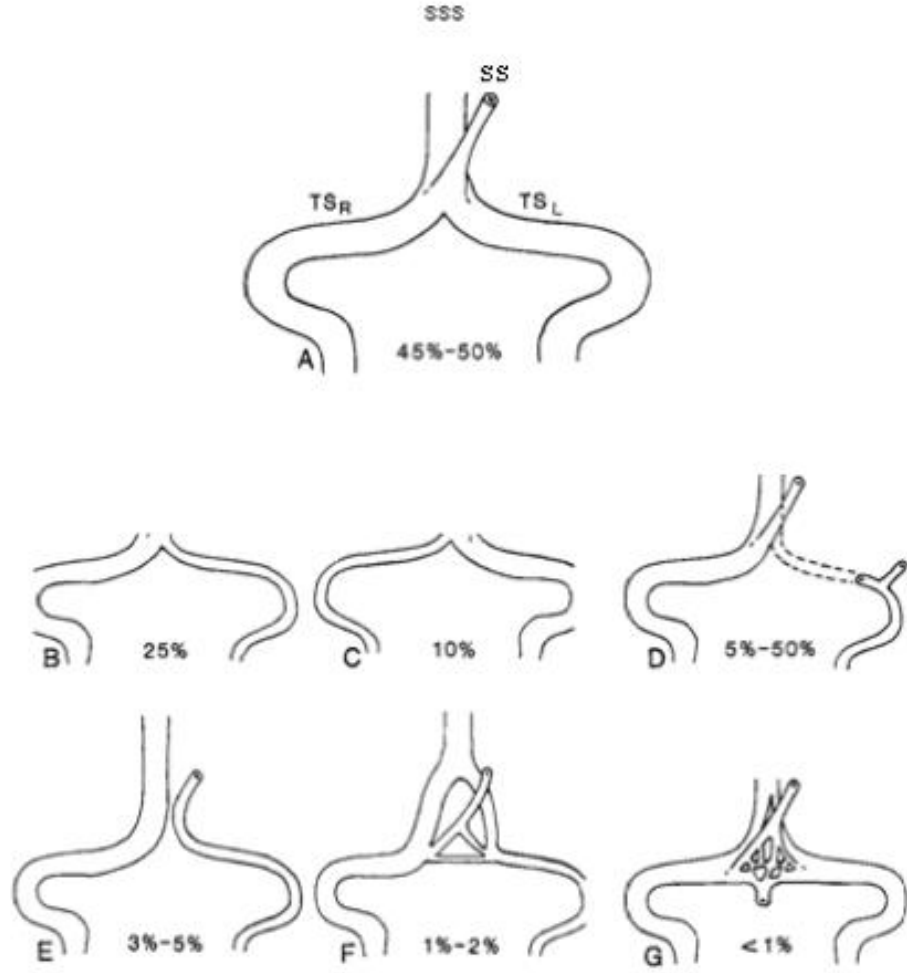
Sinüs oksipitalisin dallanarak her iki TS'e açılabilceği veya daha çok sol TS'e açılabilceği bildirilmiştir(4). Oksipital sinüs foramen magnum düzeyinde sinüs marjinalislerle anostomozu ve sinüs marjinalisin sigmoid sinüs ve/veya pleksus venozus vertebralisle yaptığı anastomozlar çok çeşitli varyasyonlar içerebilir(4).

Falsin sinüs küçük agenetik ya da hipoplazik straight sinüslü hastalarda görülebilir(5). Venöz tazyik ile Galen malformasyonu ile ilişkili venlerle sıklıkla kolleteral venöz pleksuslar oluşturur(42). Galen ve SSS'ler arasında falksa doğru seyir gösteren aksesuar SS gestasyonun 5. ayındaki fetal spesmenlerde tanımlanmıştır ve falsin sinüsten orjin alabilir(43). Rosenthalin bazal venleri tentorial sinüslere drene olur ya da galen veninden ziyade torkuların üstünde bir poşa drene olur. Nadiren SPS'e drene olabilirler(5).

Torkular herofili, SSS, SS ve transvers sinüslerin birleşmesi ile oluşur. Genellikle iki majör komponenti, sağ ve sol transvers sinüs, vardır. Konflüens asimetriktir ve sıklıkla varyasyon gösterir (şekil 19). Ayrıca aldığı dallarda yüksek oranda varyatiftir(1). Bu varyasyonların bilinmesi dural sinüslerin değerlendirilmesinde yanlış pozitif tanımlar açısından önemlidir(1).

Asimetrik juguler bulbuslar ve venler kural olup nadir değerdir(1). Ara sıra yüksek yerleşimli bulbus olabilir(44). Juguler bulbus yukarı doğru bir dilatasyon gösterebilir(44). Her iki varyanta, juguler divertikulum adı verilir. Yüksek yerleşimli bulbus pulsatil tinnitus ve klinik olarak vasküler görünümlü retrotimpanik kitle ile prezente olabilir (44).

Sinüs kavernoza sinüs petrozus süperior ve inferior ile olan anastomozlarında ve bu üç sinüsün dallarında oldukça çeşitli varyasyonlar vardır(4).



**Şekil 19:** Torkular Herofili varyasyonları. Yaklaşık oranları belirtilmiş. SSS, süperior sagital sinüs, SS, straight sinüs, TSR, sağ transvers sinüs, TSL, sol transvers sinüs, SC, sinüs konfluens (Osborn, A.G., *Diagnostic Cerebral Angiography* Vol. SECOND EDİTİON. 1999: Williams and Wilkins. 195-237)

Venöz gölcükler ya da lakünler komşu dura içinde yer alabilir ve SSS ile serbestçe ilişkilendirilir(1). Araknoid villuslar bu lakünlerin tabanına ve duvarına, SSS ve SS ile TS gibi diğer sinüslerin lümenine doğru uzanabilirler. Bu normal yapılar oldukça belirgin olabilir (giant arachnoid granulations) ve de serebral anjiogramlarda

yanlılıkla trombus olarak yorumlanabilir(45-48). Ektopik polipoid yağ nodülleri, hamartomlar ve diğer dokular da sinüsler içerisinde dolma defekti oluşturabilir(1).

## **2.4. SEREBRAL VENÖZ SİSTEMİN GÖRÜNTÜLENMESİ**

Bu başlık altında serebral venöz sinüslerin değerlendirilmesinde kullanılan görüntüleme yöntemlerinden bahsedilecek olup, özellikle varyasyon değerlendirmesinde kullandığımız serebral DSA, 2B TOF MRV ve kontrastlı 3B SPGR tetkiklerine daha ayrıntılı olarak değinilecektir.

Dural venöz sinüslerin görüntülenmesinde konvansiyonel anjiyografi(49), intravenöz DSA, CT, MR, MRA kullanılmaktadır. Nükleer tıp teknikleri sınırlı bir role sahip olmasına rağmen DVS'yi değerlendirmekte kullanılabilir(5).

### **2.4.1.Bilgisayarlı Tomografi(BT):**

İncelenen objeden geçen kolime edilmiş X ışın demetinin dedektörler tarafından saptanarak objenin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yönelik radyolojik görüntüleme yöntemidir. Üç boyutlu vücut sistemlerinden iki boyutlu görüntü elde eden bir sistemdir(50). Multidetektör BT (MDBT) günümüzde BT teknolojisinde ulaşılan son noktadır(50,51). X ışın tüpü ve dedektör hasta etrafında birbiri ile senkronize 360 derece dönüş yaptığı için spiral BT'deki gibi veri elde edilişi devamlı ve volümetriktir(50).

MDBT cihazları ile inceleme süresi ve kesit kalınlığında azalma, incelenebilecek alan uzunluğunun artması sağlanmıştır. Geniş hacimlerin taranabilmesi özellikle BT anjiyografi incelemelerinde çığır açmıştır(50). Örneğin; arkus aortadan intraserebral sirkülasyona kadar karotid arterler kesintisiz olarak incelenebilmektedir. Tarama hızındaki artış aynı zamanda BT anjiyografi incelemelerinde kullanılan kontrast madde miktarında azalmaya yol açmıştır(50).

Helikal BT teknolojisindeki gelişmeler sayesinde serebral vasküler sirkülasyonu ortaya koymada yeni bir teknik ortaya çıkmıştır. MDBT venografi (BTV) ile intrakranial venöz sistemin tasvirinde yüksek bir duyarlılığa sahiptir. Serebral venlerin araştırılmasında, BTV multiplanar reformat(MPR) görüntüleri, DSA ile karşılaştırıldığında %95 sensitivite bildirilmiştir. BTV, DSA ile karşılaştırıldığında daha az invaziv, daha ucuz ve hasta hazırlığı süresi daha kısa bir tekniktir. Kavernoöz sinüs, inferior sagittal sinüs ve Rosenthalin bazal veninin gösterilmesinde DSA'dan üstün olduğu bildirilmektedir(49).

MR venografiden önce dural sinüsleri değerlendirmek için kullanılan non-invaziv teknik BT ve BT venografiydi(52). MR teknikleri ile karşılaştırıldığında, BTV'nin avantajları, daha yaygın olarak kullanılması ve hasta hareketinden kaynaklanan artefaktları azaltan çok hızlı görüntü alabilme kapasitesidir(53). Klaustrofobi ya da metalik implantların varlığı gibi MR kontrendikasyonlarında BTV uygulanabilmektedir(53). BTV sinüs ve küçük serebral venleri, MR venografi ile karşılaştırıldığında daha sıklıkla gösterebilmektedir(53). Diğer yandan, BTV'de, kateter anjiyografi ile benzer şekilde iyotlu kontrast materyal kullanılmakta ve iyonizan radyasyon maruziyeti olmaktadır. Ayrıca BTV karmaşık post-processing işlemleri gerektirmekte ve de kafa tabanı yapılarının görüntülenmesi kemik yapıların yoğunluğu nedeniyle sınırlı olmaktadır(54). BTV'nin uygulama alanlarından en önemlisi, kontrastsız BT incelemede venöz tromboz bulguları tesbit edilen olgulardır. Bu olgularda tanıyı doğrulama ve uygun tedaviye derhal başlamak için BTV uygulanabilir(53,55).

#### **2.4.2. Dijital Substraksiyon Anjiyografi (DSA)**

Moniz 1927 yılında ilk serebral arteriyogramı çekerek radyolojide anjiyografi uygulamalarını başlatmıştır DSA, dijital floroskopi yöntemi kullanılarak elde edilen verilerin dijitalize edildiği, görüntüler elde edildikten sonra rekonstrüksiyon

yapılabildiği, imajların subtraksiyon (süperpoze olan kemik ve diğer dokuların çıkarılması) işleminden sonra sadece incelenecek bölgedeki damarın kontrastlı görüntüsünden oluşan, zaman, kullanılan film ve kontrast madde yönlerinden azami tasarrufun sağlandığı anjiografi yöntemidir(50).

Beyin venöz anatomisi hakkında bilgi geleneksel olarak DSA ile elde edilmekteydi. Ancak DSA, son yıllarda BT ve MR görüntüleme ortada çıkan teknolojik gelişmeler, bu cihazların birçok merkezde ulaşılabilir hale gelmesi nedeni ile artık rutin tanısal modalite değildir(56). DSA dural sinüslerin ve özellikle de yüzeysel ve derin serebral venlerin değerlendirilmesinde gold standard kabul edilmektedir. Uzaysal çözünürlüğü mükemmeldir(54,57). DSA invaziv bir tekniktir. Komplikasyonları üç grupta incelenmektedir: inguinal hematom gibi lokal komplikasyonlar, renal yetmezlik, kontrast ajana karşı allerjik reaksiyon gelişmesi gibi sistemik komplikasyonlar ve serebral enfarkt, vasküler duvar hasarı gibi nörolojik komplikasyonlar bu üç grubu oluşturur(51,56). İyonizan radyasyon içermesi tekniğin önemli bir dezavantajıdır. İki boyutlu görüntüleme olması bir diğer kısıtlılığını oluşturmaktadır(54). Girişim sonrası kısa süreli hospitalizasyon ek dezavantajıdır.

DSA'nın avantajları; (a) gerçek zamanlı ve/veya sinematik görüntü, büyük zamansal çözünürlüğü, (b) büyük uzaysal çözünürlük, (c) mekansal ve zamansal kontrast bolusunu belirleme, (d) büyük bir hacmin eş zamanlı olarak panoramik görüntülenmesi (e) genellikle daha az metalik ve sertleşme artefaktı, (f) görüntülerin hemen yorumu, tekrarlama, optimizasyon için değişiklik yapabilmesidir(51).

DVS'nin konvansiyonel anjiografi değerlendirilmesi genellikle İCA'nın selektif kateterizasyonu ile olur ve DVS'nin görüntülenmesi fotoğrafik veya DSA teknikleri ile optimize edilir. On derece anteroposterior oblik ve lateral projeksiyonlar DVS patolojileri için diagnostiktir. Serebral venler ve dural sinüsler önden arkaya



opasifiye olur ve kortikal venler genellikle derin (Galenik) venlerden önce görülürler. Derin gri madde yapılarını drene eden venler derin beyaz maddeyi drene edenlerden önce (talomostriat ve internal serebral venler, septal venler) görülürler. Çünkü dural venöz sinüsler birçok kaynaktan doğarlar. Venöz faz görüntüleri herhangi tek arteryal enjeksiyonundan elde edildiğinden diğer vaskuler dağılımdan gelen kan akımı nedeniyle dolun defekti görünümüne yol açabilirler(5). Bunlar eş zamanlı bilateral karotid enjeksiyonu karşı tarafa kompresyon uygulanarak tek taraflı karotid enjeksiyonu, ark enjeksiyonu, ya da intravenöz enjeksiyonla ayırt edilebilir. Opasifiye olmayan kan akımına ek olarak DVS'lerde dolun defekti görünümü araknoid granülasyon, kavernöz nodüller, luminal septasyonlar, fenestrasyonlar ya da sinüslerin duplikasyonları nedeniyle olabilir. Kavernöz nodüller Galen ve SS bileşkesi içinde posterior SSS ya da TS'lerde tipik olarak Labbe veninin birleşim yerinde görülebilirler. Bunlar bir vasküler pleksus içeren kollajenöz süngerimsi kitleleri temsil edebilirler ve bir sinir tarafından desteklenebilirler. Bunlar araknoid granülasyonlardan ayrılır ve bazı araştırmacılar tarafından serebral sirkülasyonun regresyonunda bir rol oynadığı düşünülmektedir. Konvansiyonel anjiolarda DVS yokluğu ile karşılaşıldığında trombozun ageneziden ayırımı imkansız olabilir(5). Sinüs agenezisi olan vakaların büyük çoğunluğunda juguler foramen ve sigmoid çentiğın büyüklüğü yardımcı olabilir. Küçük foramen ve çentik bulgusu TS hipoplazisini destekler(5).

### **2.4.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)**

MRG, manyetik bir alanda elektromanyetik radyo dalgalarının vücuda gönderilmesi ve geri dönen sinyallerin görüntüye dönüştürülmesi temeline dayanan bir görüntüleme yöntemidir(50). Günümüzdeki MR sistemlerinde görüntü elde etmek için, hidrojen atomunun H1 izotopunu (proton sayısı 1, notron sayısı 0) tek bir protondan ibaret çekirdek yapısı ile en güçlü manyetik dipol hareketine sahip olması

su ve yağda yoğun olmak üzere biyolojik dokularda çok miktarda bulunması nedenleriyle MRG'de sinyal kaynağı olarak tercih edilmektedir(50).

MRG'nin avantajları; (a) yumuşak doku kontrast çözümü en yüksek olan radyolojik görüntüleme yöntemidir, (b) X-ışını yerine güçlü manyetik alanda RF dalgaları kullanıldığından iyonizan radyasyon içermez, (c) multiplanar görüntüler elde edilebilmektedir, (d) vasküler yapılar IV kontrast madde uygulanmaksızın görüntülenebilir, (e) MRG'de kullanılan kontrast maddeler yan etki riski olarak iyodlu kontrastlardan daha emniyetlidir(50).

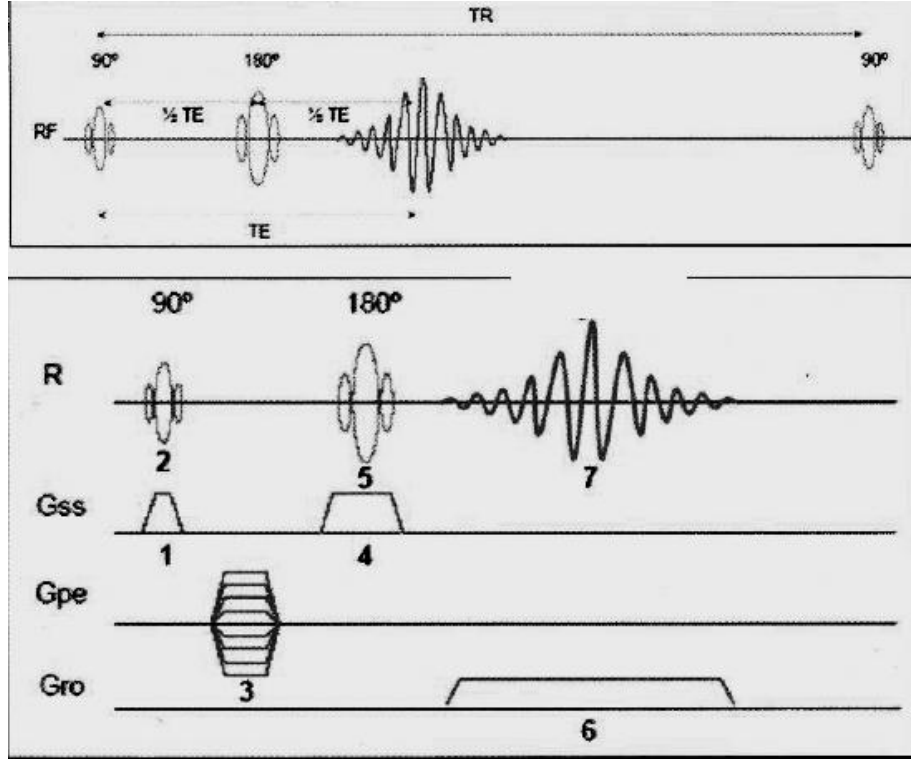
MRG'nin dezavantajları; (a) tetkik süresinin uzun olması ve buna bağlı hareket artefaktlarının gelişimi, (b) daha pahalı bir inceleme ve kullanılan kontrast ajanların da daha pahalı olması, (c) klastrofobik hastaları inceleme güçlüğü, (d) vücudunda kalp pili, metalik implant, nörostimulatör taşıyan hastaların tetkike alınmaması, (e) kompakt kemik ve kalsifikasyonların gösterilmesinin BT'ye göre daha zor olmasıdır(50).

MRG'de görüntü elde etmek için spin eko (SE), gradiyent eko (GE), inversiyon recovery (IR) ve saturation recovery (SR) gibi dört ana puls sekansı kullanılır(50). Diğer sekanslar bu dört ana sekansdan elde edilmektedir(50). Biz çalışmamızda 2B TOF MRV ve kontrastlı 3B SPGR sekansları uygulanmış ( gradient eko sekansları) hastaları değerlendirdik. Bu nedenle gradient eko sekansları bu bölümde daha ayrıntılı olarak değerlendirilecektir.

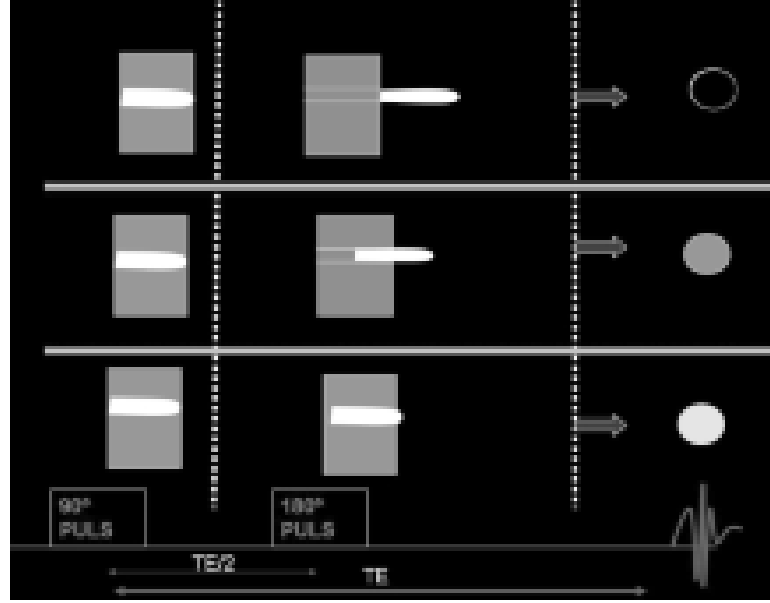
#### **2.4.3.1. Spin Eko(SE) sekansı :**

Spin-eko sekansı MRG'de konvansiyonel sekans olarak bilinir ve MRG'de halen en sık olarak kullanılan sekans olup, görüntü oluşturmak için  $90^\circ$  ve  $180^\circ$  RF pulsları kullanılmaktadır (Şekil 20) (50,58).  $90^\circ$  ve  $180^\circ$  RF pulsları arasında geçen sürede (TE/2),  $90^\circ$  RF pulsu ile uyarılan proton, kan akımı ile kesit dışına

çıkacağından,  $180^\circ$  RF pulsundan etkilenmeyecek ve sinyal oluşturamayacaktır (“flow void”) (Şekil 21). Spin eko sekansındaki bu sinyal yokluğu kesit kalınlığı azaltıldığında ve TE süresi uzatıldığında daha belirgin olacaktır. Spin eko sekansında akan kandan sinyal elde edilememesi nedeniyle, MRA’da akan kanın çevre dokulara göre hiperintens olduğu gradient eko sekansı kullanılmaktadır(50).



Şekil 20: Spin-eko puls-zaman diagramı



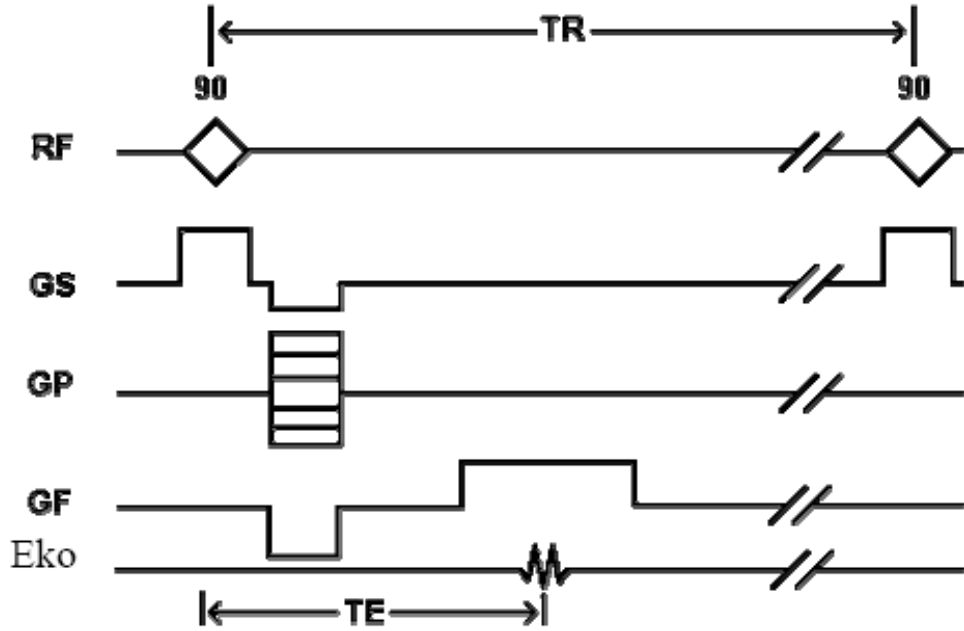
**Şekil 21:**Spin-eko görüntülemeye RF pulsları uygulanan protonların şematik görünümü: 90 derecelik pulsa maruz kalan protonların 180 derecelik pulsa maruz kalmadan kesiti terkederlerse sinyal oluşmaz ve damarın kesit alanı siyah görünür (en üstte). 180 derecelik pulsa kısmen maruz kalan kesitlerde ara sinyal intensitesi izlenir (Men S. Manyetik Rezonans Görüntülemeye Akım ve Manyetik Rezonans Anjiyografi. Türkiye Klinikleri J Radiol-Special Topics 2009;2(1)).

#### 2.4.3.2.Gradient Eko (GE) Sekansı:

Gradient eko tekniğinin avantajlarını kısaca sıralayacak olursak; spin-eko'ya göre çok kısa sürelerde görüntü elde edilebilmektedir; buna bağlı olarak hareket artefaktları daha az problem yaratmaktadır ve hızlı görüntülemeye sekonder olarak kardiyak incelemelerde olduğu gibi fonksiyonel bilgiler veren görüntüler elde edilebilmektedir(59).

Gradient eko sekansında spin-eko'da kullanılan 180° RF pulsu kullanılmayıp, 90 dereceden küçük açıda olmak üzere tek RF pulsu kullanılmaktadır (Şekil 22) (50,58-60). Böylece 90 dereceden küçük açılardaki RF pulslar arasındaki süre TR

(tekrar zamanı) olarak bilinir ve bu sekansda çok kısa TR değerleri kullanılmaktadır(50,60). Bu kadar kısa süre içerisinde birçok dokuda longitudinal relaksasyon oluşmadığından dolayı, birkaç RF puls uygulamasından sonra protonlar satüre olacak, yani ortamda longitudinal manyetizasyon kalmayacak ve buna bağlı olarak da RF pulsarı ile sinyal elde edilemeyecek veya çok az bir amplitütte sinyal kaydı yapılabilecektir. Bunu önlemek için “Flip Angle” (sapma açısı, FA) 90 yerine daha düşük derecelerde ayarlanır; bu durumda dokuda her zaman için bir longitudinal manyetizasyon kalacaktır ve sonraki RF pulsar ile dokudan sinyal elde edilebilmektedir. Gradient ekoda kullanılan kısa TR süresi içinde, birçok dokuda transvers relaksasyonun tamamlanamayacağı ve ortamda her zaman için bir transvers manyetizasyonun kalacağı gözönüne alınmalıdır. Bu duruma “steady-state free precession (SSFP)” denir.



Şekil 22: Gradient eko puls zaman diagramı

#### **2.4.3.2.1. SPGR (Spoiled GRASS): Spoiled Gradient Recalled Echo**

Dokuların T1 sürelerinin farklı olmasına bağlı görüntüler elde etmek istiyorsak steady state konumuna ulaşmak avantajlı değildir. Bu konuma ulaşıldığında dokular arasında T2 farklılıklarına bağlı olarak, T2 etkisi ön plana çıkacaktır. Steady state konumundan kurtulmak için her sinyal kaydı yapıldıktan, yani bir sonraki RF pulsu uygulanmadan önce “spoiler gradient” denen gradient uygulanır. Burada amaç protonlar arasında “dephase” oluşturmak ve dokuların transvers manyetizasyonlarını ortadan kaldırmaktır. Böylece kısa TR, yüksek sapma açısı ve T2\* etkisinden kurtulmak için kısa TE değerleri kullanarak, T1 ağırlıklı görüntüler elde edebiliriz. Sapma açısı 90°'ye yaklaştıkça T1 ağırlığı artarken saturasyon nedeni ile longitudinal manyetizasyonun azalacağı, bunun sonucunda da sinyalin azalacağı gözönünde bulundurulmalı ve en uygun sapma açısı belirlenmelidir(50).

Siemens marka cihazlarda fast low angle shot (FLASH), General Electric cihazlarda spoiled grass (SPGR) olarak adlandırılan bu teknikte FA 60-90 derece arasında olduğunda steady state engellenmekte ve T1 ağırlığı belirginleşmektedir(50,61).

#### **2.4.3.2.2. Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA)**

MRG hareket ve akım etkisine oldukça duyarlı olup, akım etkisi görüntü kalitesinin düşmesine ve bazı artefaktlardan sorumludur. Ancak bu akım etkisi aynı zamanda vasküler anatominin noninvaziv olarak görüntülenmesinde bir avantaj olarak kullanılabilir(50).

MR venografi ile DSA arasında iyi düzeyde korelasyon olduğu bildirilmektedir. MRA, DSA ile karşılaştırıldığında, uzaysal çözünürlüğü daha düşük olup vasküler patensinin saptanmasında sensitivite ve spesifitesi de daha düşüktür. Vasküler yapıların komşuluğundaki metalik klips materyelleri ve diğer araçlar

görüntüyü engelleyebilmektedir. Nefrojenik sistemik fibrozis (NSF), renal hastalığı olan olgularda, gadolinyumlu ajanların kullanılmasının nadiren görülen fakat çok ciddi bir komplikasyonudur(54).

En yaygın kullanılan MRA teknikleri (a) Time of flight (TOF), (b) Phase contrast (PC), (c) CE-MRA (Contrast Enhanced (Kontrastlı) MRA)'dır(50,51).

#### **2.4.3.2.2.1. 2B ve 3B Time of flight (TOF);**

Gradyent-eko sekansında sadece  $<90^\circ$  RF puls uygulanmaktadır. Spin-eko'daki  $180^\circ$  RF puls bu sekansda yoktur. TR kısa tutularak çok sayıda RF puls uygulandığında kesit içindeki tüm protonlar satüre olacak ve longitudinal manyetizasyonları azalacaktır, ancak akan kan ile birlikte kesite yeni gelen protonlar satüre olmayacaklarından, sabit dokulardan düşük sinyal alınmasına karşın, vasküler yapılardan yüksek sinyal elde edilecektir(59,62). Bu teknik ayrıca “flow-related enhancement” (akıma bağlı kontrast) olarak bilinmektedir ve vasküler yapılar ile sabit dokular arasındaki bu kontrast, kan akımına dik olmak üzere ince kesitler yapıldığında daha da belirgin olmaktadır. Çünkü bu sayede RF pulsları arasında, RF pulstundan etkilenen protonların kesit dışına çıkması ve yeni protonların kesit içine girmesi daha kolaydır. Kesit kalınlığı arttıkça kan akım hızına da bağlı olmak üzere, vasküler yapılar içindeki protonlarında RF pulslar ile satüre olma şansları vardır. Sabit dokuların satürasyonu ve buna karşın akan kan ile kesite yeni gelen protonların satüre olmaması sonucu elde edilebilen bu kontrast ile birlikte, gradiyent boyunca akmakta olan kandaki protonların gradiyent farklılıklarına bağlı olmak üzere “dephasing” göstermeleri (faz şifti); vasküler yapılar içinde sinyalde azalma problemi yaratır. Bu problemi ortadan kaldırmak için “Flow compensation (akım kompensasyon) tekniği kullanılmaktadır. Bu teknikte faz şiftine neden olan gradiyentin aksi yönünde çalışan ek bir gradiyent kullanılır; bu sayede gradiyent boyunca akıma bağlı olarak gelişen faz şifti önlenir. Akıma bağlı olarak elde edilen

kontrastı belirginleştirmek için “gadolinium chelate” gibi paramanyetik kontrast maddeler kullanılabilir. Bunun haricinde sekansda kullanılan TR, TE ve sapma açısı (flip angle) değerleri kontrastın belirlenmesinde çok önemlidir, örneğin flip angle küçük olduğunda sabit dokulardaki satürasyon miktarının azalmasına bağlı olarak flip angle büyük olduğunda ise akan kandaki protonlarında satüre olma şansları artacağından elde edeceğimiz kontrast azalacaktır. Bu nedenle, sabit dokular ile hareket halindeki kan protonları arasında en uygun kontrastı verecek, uygun TR ve flip angle değerleri seçilmelidir (genellikle 30-60 msn. gibi kısa TR ve 30-60 gibi orta dereceli flip angle uygun olan seçimlerdir)(59).

## **2B TOF MRA**

İlk kullanılan ve en basit olan teknik, TR ve TE kısa (50msn,10msn), flip angle orta dereceye (45 derece) ayarlanarak, birçok kesit elde edildikten sonra, “post-processing” ile MR anjiyo görüntüleri oluşturulur. Bu teknikte, kesite giren sabit dokular ardı ardına hızlı biçimde uygulanan RF pulslar ile satüre olunca, kesite sonradan giren ansatüre kan protonları ile yüksek sinyal elde edilebilmektedir, bunun sonucu olarak vasküler yapılar hiperintens görülürler(59). Bu tekniğin (2B) avantajı, kan yapılarından yüksek kontrast elde edilebilmesidir. Bunun haricinde, bu avantaj yavaş kan akımına sahip vasküler yapıların da hiperintens görülmesine neden olmaktadır; teknik yavaş kan akımlı vasküler yapıların görüntülenmesinde de başarılıdır(59). Tekniğin dezavantajları ise, elde edilecek kesit kalınlığının magnet ve gradiyent gücü ile sınırlı olması ve hareket artefaktlarına duyarlı olmasıdır. Bunun haricinde TE'nin göreceli olarak uzun olması, vasküler yapıda çok yönlü akım olduğunda sinyal yokluğuna neden olabilmektedir. Bu teknik ile elde edilen görüntülerde çevre sabit dokular belirgin biçimde satüre edildiklerinden, vasküler yapılar haricindeki sabit dokuların görüntü kalitesi oldukça düşüktür(50,59).



Nondominant TS medial kısmının yokluğu veya flow-gap bulunması 2B TOF kullanımının sınırlılıklarındandır. Ayanzenin çalışmasında vakaların %31'nde TS'de flow-gap vardı ve bu %90 nondominant TS'idi. Flow-gap konvansiyonel anjiografide görülmez ve oluşması için yavaş intravasküler akım, kompleks akım paterni, akış düzlemi gibi faktörler etkilidir. 2B TOF yavaş akım paternini tespit edebilmesine rağmen ölçebildiği eşik değerinin altında akım yavaşlamalarında yeterli sinyal intensitesi sağlayamamaktadır. Eğer seçilmiş 2B kesit kalınlığında TR yenilenemezse tekrarlanan dalgalar çevre dokuyu doyurmakla kalmaz yavaş hareket eden kan elemanları da doyurulur bu da seçilmiş kesitte sinyal kaybına neden olur(3). Bu sinyal kaybı şiddetli ise damarda flow-gap artefaktına yol açabilir. Bu problemi çözmek için uygulanacak yöntem 1-1,5 mm gibi ince kesitler almaktır(3). Yavaş akım sınırlamaları aşmak için kesit kalınlığı mümkün olduğunca küçük ayarlanmış olmalıdır(3,6). Plandaki minimum akım hızı basit bir formülle tespit edilebilir  $V=d/TR$ , V kan akımı için gerekli minimum akım hızıdır (cm/sn). TR puls tekrarlama zamanı (ms), ve d ise kesit kalınlığı (mm), MRV ile ilgili nadir yayınlarda pratik uygulamada yaklaşık 3 cm/sn olarak belirtilmiştir(3).

Vasküler akımdaki sinyal kaybı artefaktını engellemek amacıyla damar trasesi uzun aksına dik kesitler alınması tercih edilir(3). Venöz sinus akımının büyük bir çoğunluğu torkular herofiliye doğru anteroposterior yönde olduğundan koronal planda elde olunan kesitlerde intrakranial dural sinüslerin çoğu dik olarak kesitlenmelidir. Buna rağmen torkular herofili, TS ve SSS posterior yüzeylerinde sinyal intensitesi kaybı yaşanır, bu alanlarda görüntü düzlemi ile eş düzlemde azar azar kesitler elde olunur(3). Bu flow-voidler venöz sinüs trombozu olarak yanlışlıkla yorumlanmamalıdır(6).

Torkular herofili ve posterior yönde eş düzlem haline gelen SSS ve TS'de vasküler yapılardan alınan sinyali arttıran sagittal düzlemde SSS ve SS'den sinyal kaybı potansiyel bir problemdir. Tersine yalnız sagittal planda 2B TOF görüntüleme

sinyali iyileştirmesi ve bu arka bölgelerin görselliğini artırması beklenir, bu da SSS, TS, İSS, sigmoid sinüs bir kısmını ve benzerlerini suboptimal değerlendirilmesine neden olur. Sagittal ve koronal planların herikisinde oblik plan uygulamak her iki düzlemin teknik kısıtlılıklarını aşmak için kullanılır. İlk bakışta bu sinüslerin tam kapsanması ve böylece düzlem-içi yönlendirmeyi ortadan kaldırmak için bir çözüm gibi görünebilir, ama her sinüs veya venin tüm kesimlerini aynı anda dik hale getirerek bir düzlemden düz çizgi şeklinde gösteremez. Ayrıca elde edilen MR venografik veriler kullanılarak çift oblik düzlem elde edilmiş bile olsa, maximum intensity projection (MIP) meydana getirmeden önce standart anatomik konumun gerekli olması şu anda yazılımdaki sınırlamalar nedeniyle kullanımını sınırlandırmaktadır. Yukarıda açıklandığı gibi, koronal elde edilmiş kesitlerin bugünlerde kullanımını dural sinüs akımının ağırlıklı olarak ön-arka yönde maksimum kapsama nedeniyle tercih edilir. Girdap akım nedeniyle akımın ayrılması karmaşık akış paternine neden olur buda intravasküler sinyal kaybına katkıda bulunarak görüntülemeyi zorlaştırır(3).

Kısaca toparlamak gerekirse 2B TOF MRV'nin majör dezavantajları, saturasyon etkisi nedeniyle aynı plandaki akıma duyarsız olması, hasta hareketinin kesitler arasında damarın kodlanmasını engellemesidir. Kısa T1 değerine (yağ, methemoglobin, gadolinum gibi) sahip arka planda yer alan dokularda yüksek sinyal olması da, inkomplet saturasyon ve MIP rekonstrüksiyonlarında 'shine through' etkisi nedeniyle damardaki akımı taklit edebilmektedir. Bu kısıtlılığın üstesinden gelmek için manyetizasyon transfer saturasyonu uygulanabilir, böylece akan kanı etkilemeden arka plandaki dokuların sinyali azaltılabilir ve aralarındaki kontrast artar. Ayrıca incelemenin konvansiyonel T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi bu kısıtlılığı azaltacaktır(50).

Sonuç olarak 2B TOF kesitleri, kesintisiz elde edilir; elde edilen bilgiler konvansiyonel anjiyografideki gibi MRV 'de de MIP algoritmeleri kullanılarak

görüntüye dönüştürülür. MIP kesin ve hızlı hesaplamasına rağmen kendi kısıtlılıkları olan bir algoritmadır. Genellikle vasküler görüntülemeye damar duvarının çapını daha düşük göstererek stenoza ya da flow-gap görünümüne sebep olur. MIP geliştirilmeye devam etmektedir(3).

### **3B TOF MRA**

Bu teknikte kesit belirleme gradienti kullanılan RF pulsu, bir kesiti değil tüm dokuyu etkilemektedir(50). Kesit belirleme gradienti yerine faz kodlama kullanıldığından kesit sayısı ve kalınlığını faz kodlama adım sayısı belirlemektedir(59). Sinyal gürültü oranı (S/N) yüksektir ve daha ince ardışık kesitlerin alınmasına imkan vermektedir(50). 2B TOF tekniğine göre daha iyi uzaysal çözünürlük sunmaktadır. 3B tekniğinin avantajı, sinyalin tüm dokudan toplanmasına bağlı olarak sinyal azalması sorunu ile karşılaşmadan, kesit kalınlığının azaltılabilmesidir(59). Birbirine komşu iki kesitin uyarılması söz konusu olmadığından “cross-talk” artefaktının çok az olması ve hareket artefaktlarına duyarlılığının az olması diğer avantajlarıdır(50,59). 3B TOF tekniği ile vasküler yapılar nispeten kısa imaj kazanım süresinde görüntülenebilmektedir, ancak 2B TOF tekniği daha hızlıdır(50).

3B metotta kullanılan flip angle (FA) değeri ve seçilen imaj volümü, görüntü oluşumu ve kalitesi üzerine çok etkilidir. 3B TOF anjiyografi tekniği kontrast ajan verilerek de uygulanabilmektedir(50).

Dezavantajları; kesit kalınlığı azaldığı ya da kesit sayısı arttığında, faz kodlama adım sayısının da artması, sürenin uzamasına neden olacaktır. Diğer bir dezavantajı ise belli bir doku volümüne RF pulsu uygulandığından, volüm içerisine giren kanın dokuyu terk edene kadar daha çok sayıda RF pulsuna maruz kalmasıdır(50). Bunun sonucu olarak da kanın sature olma ihtimalinin artmasıdır(59). Bu olasılığı ortadan kaldırmak için multipl overlapping thin slab acquisition

(MOTSA) tekniği geliştirilmiştir(59). İncelenmek istenen doku, kk bmlere ayrılarak incelenir. Böylece kan protonların saturasyonu engellenmiş olur(59).

Ayrıca görüntünün doku kontrastını artırmak için manyetizasyon transfer kontrast yöntemi de kullanılabilir. MR görüntülemede sinyal, serbest protonlardan gelir. Bu protonların salınım frekans bandları oldukça dardır. Ancak dokular, serbest protonlar dışında, bağlı protonlar da içerir. Bağlı protonlar makro moleküllerin bünyesinde yer alıp, molekülün özelliklerine bağlı olarak geniş bir frekans bandında salınım yaparlar. Bu protonların normal MR görüntüsüne katkısı yoktur. Ancak her iki proton havuzunu içeren dokularda “dipol-dipol” etkileşimi nedeni ile manyetizasyonlar arasında bir değişim olur ve her iki proton havuzunda manyetizasyonlar eşitlenir. Bu olaya manyetizasyon transfer denir(59). Bu yöntem temel olarak hem serbest hem de bağlı protonlar içeren dokularda sinyal kaybı oluşturarak, dokulardaki bağlı protonların, geniş bandlı bir RF pulsu ile satüre edilmesi esasına dayanır. TOF yönteminde, RF pulsu ile beyin parankimindeki bağlı protonlar satüre edilir, manyetizasyon transferine bağlı olarak parankim içerisindeki serbest protonlarda da bir miktar manyetizasyon kaybı meydana gelir. Sonuçta dokunun toplam sinyali azalarak doku daha hipointens görünür. Kan içerisindeki protonlar serbest olup, dar bir salınım frekans bandına sahip olduğundan, dokuya geniş frekanslı bir RF pulsu uygulandığında kan protonları bundan çok az etkilenecektir.

### **2B ve 3B TOF karşılaştırılması**

Kan 3B TOF’da 2B TOF kesitlerine göre daha uzun bir mesafe katettiğinden yavaş akımda satüre olma riski yüksektir. Bu nedenle 2B TOF yavaş akıma daha duyarlıdır(50).

2B TOF kesitlerin kalınlığı 1,5 mm ve daha büyükken 3B TOF'un kesit kalınlığı 1 mm'den daha küçüktür. 3B'nin rezolüsyonu 2B'den üstündür(63). 3B TOF'da TE daha kısadır ve türbülan akımda sinyal kaybı daha fazladır(63).

#### **2.4.3.2.2.2.Faz (phase) kontrast MRA (PC MRA)**

Faz kontrast MRA temelde faz fenomeninin bir varyantı şeklindedir(50). Gradient boyunca akmakta olan kandaki protonlar arasında, PC MRA görüntülemenin temelini teşkil eden bir faz şifti meydana gelir(50). Uygulama çift eko esasına dayanmakta, görüntüler gradiyent pozitif ve negatif yönlerde iken çiftler halinde alınmaktadır(50,51). Dephasing ve rephasing işlemleri ile sırasıyla akan kandan faz değişiklikleri sinyalsiz ve sinyalli olarak kaydedilir(50). Kaydedilen sinyaller substraksiyon ile işlenerek, üzerinde sadece incelenecek olan damar akımı bulunan, ancak sabit görüntülerin silindiği nihai görüntü elde edilir(50).

PC MRA tekniği görüntü olarak DSA tekniğine benzetilebilir(50). İnceleme süresi TOF tekniğine göre daha uzundur(50). 2B ve 3B yöntemlerle birlikte kullanılabilir(64). Teknik akıma bağlı ortaya çıkan saturasyona karşı duyarlı olmadığından yavaş akımlar TOF'tan daha iyi görüntülenebilmektedir(65). PC tekniği ile akım yönü ve hızı gibi bilgilerde elde edilebilir(50).

PC MRV avantajları; (a) sabit dokularda daha iyi supresyon, (b) akım hız ve yönünün saptanabilmesi, (c) intravoksel dephasing ve saturasyon etkilerine daha az duyarlı olmasıdır. Dezavantajları ise; (a) uzun sürmesi (>15 dk), (b) türbulans ve vasküler köşelerdeki sinyal kayıplarına daha duyarlı olması, (c) optimal VENC değerinin tahmin edilmesine gerek duymasındır. 2B PCV tekniği daha hızlıdır, 3B PCV tekniği ise daha yüksek sinyal gürültü oranlarına sahiptir(66).

2B faz kontrast MRA; 2B gradient eko sekansına bipolar gradientler eklenerek elde edilir. Bu yöntem genelde venöz görüntülemeye ve 3B inceleme öncesinde onu

yönlendirmek için kullanılır. 3B faz kontrast MRA; 3B gradient eko sekansına bipolar gradientler eklenerek elde edilir. İnceleme süresi oldukça uzun olduğundan rutinde pek kullanılmamaktadır.

Faz kontrast MRA'da akım doğrultusunda bipolar gradientler yani birbirinin zıttı kutuplarda 2 puls ile görüntü alınır(50). Durağan spinlerdeki net faz kayması, bipolar gradientler nedeni ile kaybolurken, hareketli spinlerde, akım hızı ile orantılı olacak şekilde her çift kutuplu gradient sonrasında net faz kayması kalır. Elde edilen iki bilgi seti, birbirinden çıkarıldığında sabit dokularda sinyal kaybolurken, hareketli dokulardan, net sinyal elde edilir. Faz kontrast MRA'da akım kompensasyon yöntemleri kullanılmayacağı için pulsatıl akımda, faz kaymasına bağlı olarak hayalet artefaktlar görülebilir. Arka plan baskılanması, faz kontrast MRA'da TOF'a göre daha iyidir. Akım yönüne duyarlı olduğundan faz kontrast MRA'da akım yönü tespit edilebilir. Bunun yanında, hız ve akım paterni bilgisine de sahiptir. Önemli bir nokta da çift kutuplu hız kodlama gradientinin güç ve süresinin ayarlanmasıdır. En uygun sinyali almak için, faz kaymasının  $90^\circ$ 'yi aşmayacak şekilde, hız kodlama gradientinin ayarlanması gereklidir. Gradient gücünün çok yüksek ayarlanması durumunda ya da akım hızının çok yüksek olduğu durumda faz şifti  $180^\circ$ 'yi aşabilir ve akım sinyali azalabilir. Bunun sonucu olarak da akım hızı düşük ya da ters yönde algılanabilir.

Faz kontrast MRA'da, faz diferans, magnitüd ve modulus olmak üzere 3 farklı görüntü elde edilir(67).

Faz diferans görüntüleri ham verilerden elde edilir. Bu görüntülerde damar anatomisi, kanın akım yönü ve hızı hakkında bilgi elde edilir. Damarın enine kesitlerinde akım hacmi ve ortalama hız bilgileri hesaplanabilir. Hız kodlamanın yönüne göre akım yönü bilgisi elde edilir. Seçilen yöndeki akım hiperintens, ters yöndeki akım hipointens olarak izlenir. Artefaktlara çok duyarlıdır. Doğru

görüntüleme için akım kodlamasının incelenecek vasküler yapıya uygun seçilmesi gerekmektedir.

Kompleks diferans görüntüler, 3 eksendeki primer çıkarma görüntülerinin birleştirilmesi ile oluşturulur. Akım bilgisi içerir. Magnitüd görüntüleri ile MIP algoritması kullanılarak reformat anjiyografik görüntüler elde edilir.

Magnitüd görüntüler sadece “in flow” akım bilgisi içerirler. Gradient eko T1 ağırlıklı görüntülerdir. Bu görüntülerden multiplanar reformat görüntüler oluşturulabilir.

#### **2.4.3.2.2.3. Kontrastlı MRA**

Ultrafast T1 ağırlıklı görüntüleme sekansları ile kontrast ajanın kombine kullanıldığı, damar lümeninin görülebilirliğinin önemli oranda arttırıldığı bir MRA tekniğidir(50). IV kontrast madde kullanımı ile damar içerisindeki kanın T1 süresinin kısaltılarak sinyal artışına neden olurken, zemindeki dokularda sinyal artışı izlenmez(50). Kullanılan TR dokunun T1 relaksaasyon zamanından daha kısa olduğunda dokulardaki spinler satüre olacaktır(50). Daha büyük FA seçimi daha çok saturasyona yol açıp, dokuda çok az veya hiç sinyal kalmayacaktır. T1 relaksasyon zamanı kontrast madde verilerek kısaltıldığından kandan çok daha fazla sinyal alınacaktır.

IV kontrast maddenin ilk enjeksiyonunu takiben kontrast madde ilgili yerde dağılarak, ilk olarak arteriyel sistemde ilk geçiş olur ve ardından ardışık taramalar ile erken ve geç faz venöz görüntüler alınabilir(50).

Bizim çalışmamızda kontrastsız 2B TOF MRV tekniği uygulandığından, bu başlık altındaki gadolinyumlu MRV tekniklerinin ayrıntılarına girmeden temel prensipleri vurgulanacaktır.

### **Gadolinium-Enhanced 3-Dimensional MRV:**

Bu teknikler, serebral venöz sistemin görüntülenmesi dahil bir çok vasküler uygulamada popülerite kazanmıştır. Gadolinyum paramanyetik etkisi intravasküler T1 relaksasyon zamanını kısaltmakta, böylelikle saturasyon etkisi olmadan kanın sinyal intensitesini artırmaktadır. Bu yolla, kan ve sabit dokular arasındaki kontrast akımdan bağımsız hale gelir. Konvansiyonel kateter anjiyografi ile benzer şekilde, Gadolinyumlu 3D MRV intravasküler boşluğun kontrastlanması ile bir 'lümenogram' oluşturur. Optimal görüntü kalitesi, enjeksiyon zamanlaması iyi yapılmalı, kazanım süresi sırasında kontrast verilimi maksimal konsantrasyonda olmalıdır. Erken ya da geç kazanım süresi kontrast bolusun pik geçişinin kaçırılmasına ve de yetersiz damar vizüalizasyonuna neden olur. En önemli avantajları; (a) intrakranial venöz sistemin çok daha üstün görüntülenebilmesi, (b) sabit dokulardan gelen istenmeyen sinyallerin iyi baskılanması, (c) TOF tekniklerinde sorun oluşturan saturasyon etkilerinin olmaması, (d) gadolinyumlu MRV'nin daha hızlı olması, bu nedenle hastadan kaynaklanan hareket artefaktlarının azalmasıdır. Dezavantajları ise; (a) kontrast ajana bağlı istenmeyen etkiler (bulantı, kusma ve NSF) ve maliyetin artması, (b) power enjektör ve sarf malzemelerinin maliyeti, (c) antekübital intravenöz uygulamanın hastaya verdiği rahatsızlık, (d) MR teknisyenlerinin eğitimidir. Ayrıca, dural sinüs komşuluğunda kontrast tutulumu gösteren neoplastik lezyonların varlığında ve tromboze sinüs komşuluğunda inflame duranın kontrast tutması gibi durumlarda yanlış negatif sonuç verebilir(56)

### **Fluoro/Auto Triggered 3D Gd-Enhanced MR Venography (Gd-MRV):**

Kontrast enjeksiyonu optimal zamanlamasının saptanması ve tetikleme için kullanılan yöntemlerden birisidir. Agid R ve ark.'nın(54) auto-triggered elliptic centric ordered (ATECO) adıyla tanımladıkları teknikte, venöz görüntüleme amacıyla, 'centric filling of k-space' işleminin başlatılmasından önce, 3B venografik

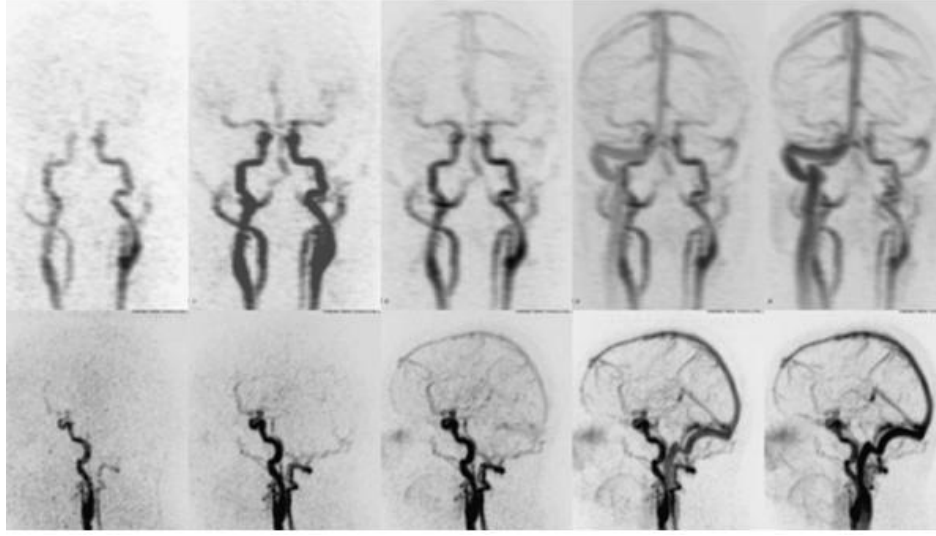


sekans ampirik olarak saptanan 8 saniyelik gecikme sonrası tetiklenmektedir. Total görüntüleme zamanı yaklaşık 2 dakika 24 saniye sürmektedir. MIP kesitlerden, post-processing işlem ile arterler uzaklaştırılmakta, elde edilen MIP görüntü bilgileri ve ham imajlar inceleme ve değerlendirme amacıyla PACS Workstation sistemine aktarılmaktadır.

### **Time-Resolved Gd-Enhanced MR Venography:**

Bu teknikte ise kontrast ajanın geçişi sırasında tekrarlanan imajlar elde edilmektedir. Uygun parametrelerin seçilmesi ile bu teknik ile multipl 3B imaj serilerine ait kazanım süresi sağlanmaktadır. Kontrast ajanının geçişini görüntülediğinden, sadece arterleri ya da sadece venleri gösteren imaj serileri elde etme olasılığı artmaktadır. Aynı zamanda, kateter anjiyografi ile benzer şekilde, kan akım hızının indikatörü olarak kullanılabilir, bolus transit zamanı hakkında bilgi verir. Time resolved 3B MR anjiyografi (TRICKS), buna benzer tekniklerden biridir.

Venöz drenaj zamanının önemli olduğu olgularda, arteriyo-venöz malformasyonlara ait erken drenaj venleri ve dural A-V fistüller gibi, bu teknik uygulanabilir. Tipik olarak, imaj data serileri, 1-3 dakika boyunca her 1-4 saniyede bir alınır ve retrospektif olarak arteriyel, kapiller, venöz fazlar için analiz edilir. Bu teknikte diğer kontrastlı 3B teknikler ile karşılaştırıldığında, temporal rezolüsyon arttıkça orantılı olarak uzaysal çözünürlüğün azaldığı not edilmelidir.



**Şekil 23:**Time-resolved 3B kontrastlı MRA imajları(Geoffrey D. Rubin, N.M.R., *CT and MR Angiography: Comprehensive Vascular Assessment*. Vol. 1st Edition. 2009: Lippincott Williams & Wilkins).

Bu tekniğin bir avantajı, kontrast enjeksiyonu için tetikleme (triggered) sistemlerine ihtiyaç duymamasıdır. Kontrastlı 3B tekniklerinde ise tersine, kaliteli görüntüler elde edebilmek için arter ya da vena kontrast maddenin pik konsantrasyonunun yakalanması gerekmektedir(54).

#### **2.4.3.3. İnverson Recovery (IR):**

T1 ağırlık artırılarak anatomik detay daha iyi değerlendirilebilmektedir. SE sekansındaki 90 derece RF pulsundan önce 180 derece puls verilerek longitudinal manyetizasyonun vektöriyal yönü ters çevrilir. 90° ve 180° RF pulsarı arasındaki süreye “inversion time” (TI) denir(58). TR, birinci ve üçüncü 180° RF pulsarı arasında geçen süreyi, TE ise diğer sekanslarda olduğu gibi 90° RF puls ile eko sinyal arasındaki süreyi gösterir. Bu süreçte her doku, farklı sürelerde, longitudinal manyetik vektörünün olmadığı bir noktadan geçecektir. Her dokunun farklı sürede

ulaştığı bu noktaya sıfır noktası (“null point”) denmektedir. Bu süre yaklaşık olarak her dokunun T1 süresinin %69’una eşittir. Bu noktada uygulanacak 90° RF pulsu, dokunun net longitudinal manyetik vektörü olmadığından, transvers manyetizasyon oluşturamayacak, diğer bir deyişle o dokudan sinyal alınamayacaktır(50).

#### **2.4.3.4.Saturation Recovery, Partial Saturation**

Sadece 90 derece puls uygulanır. TR süresine bağlı olarak görüntüler, T1 ya da proton dansite özelliği kazanmaktadır. Pulslar arası süre arttığında (TR uzun) protonların saturasyonu için yeterli süre tanınmış olacağından imajlar proton dansite ağırlıklı olur ve teknik saturation recovery adını alır(50).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Olgular

Bu çalışmaya Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında, Nisan 2007- Nisan 2011 tarihleri arasında nörolojik şikayetleri nedeniyle, cinsiyet ve yaş sınırlaması olmaksızın intraarteryel serebral DSA tetkiki uygulanan ve bu tetkiklerde serebral venöz sinüsleri gösterilmiş 193 hasta ile Ekim 2006- Nisan 2011 tarihleri arasında T1 ağırlıklı 3B SPGR sekansı ile elde olunmuş kontrastlı kranial MR tetkiki olan 66 hasta, 2B TOF venöz MR anjio sekansı ile elde olunmuş serebral venöz MR anjio tetkiki uygulanmış 64 hasta, her iki MR sekansının uygulandığı 63 hasta, DSA ve 2B TOF tetkiki birlikte uygulanmış 5 hasta, kontrastlı 3B SPGR ve DSA tetkiki birlikte uygulanmış 2 hasta ve her üç inceleme yöntemi birlikte uygulanmış 1 hasta olmak üzere; 185'i erkek, 209'u kadın toplam 394 hasta retrospektif olarak taranarak dahil edilmiştir. Hastaların seçimi sırasında DSA tetkikinde venöz fazı yeterli kalitede olmayanlar, DSA ve diğer tüm tetkiklerde dural venöz sinüsleri etkileyen veya basılayan kitlesi olanlar, arteriovenöz malformasyonlu hastalar ve dural sinüs trombozu saptanan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

394 hastaya toplamda 466 adet tetkik yapılmıştır. Hastaların yaşları 7-85 aralığında (ort 51,276±17,81) saptanmıştır. DSA, kontrastlı beyin MR ve MR venografi tetkikleri uygulanmış hastaların bölümümüzde bulunan PACS sistemindeki arşiv kayıtlarındaki görüntüleri dural venöz sinüs yapıları açısından incelenmiştir. Her hastada venöz sinüsler tek tek tanımlanıp sinüsler, agenezi, hipoplazi ve varyasyonları ile eşlik eden gelişimsel venöz anomalileri tanımlanarak sınıflandırılmıştır. Çalışma protokolu yerel etik kurul tarafından 03/03/2011 tarihinde B.30.2.GOÜ.0.01.00.00/36 numaralı kararı ile onaylanmıştır.

### 3.2.İnceleme yöntemleri

Çalışmaya dahil edilen olgulara 132 adet kontrastlı 3B SPGR ve 133 adet 2 B TOF MRV tetkiki, 1.5 T MR görüntüleme sisteminde (Signa excite HDx12.0 M5B software; GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA, 2005) yapılmıştır. MRG cihazının gradient amplitüdü 33 mT/m'dir. Tetkikler nörovasküler baş-boyun koili (General Electric, 1.5T, 8 Ch) ile yapılmıştır. 2B time-of-flight (TOF) MR venografi tekniği inferior saturasyon bandı kullanılarak arteryal yapıların baskılanmasıyla elde olunmuştur. Koronal planda 2 mm kalınlıkta gap olmaksızın kesitler alınmıştır. Nex:1, TR/TE:24,2/8.8, flip angle 60 derece, field of view (FOV) 240 mm, matriks 256x224, band genişliği 13,89 olarak uygulanmıştır. Üç boyutlu görüntüler, baz görüntülerin "GE Advantage Windows Workstation 4.2'de", "Volume Viewer" programı kullanılarak MIP algoritması ile elde edildi.

Kontrast madde enjeksiyonu sonrasında, koronal, aksiyal ve sagittal planda elde olunan 3B SPGR sekansında TR:6.4, TE:2.3, NEX:2, Sapma açısı (FA) :15, efektif kesit kalınlığı 4 mm, FOV 240 mm, matriks 288x160, band genişliği 62.5, uygulandı. Kontrast madde, otomatik enjektör aracılığı ile (Nemoto Sonic Shot 50, Tokyo-Japan) 22G kanül kullanılarak, antekubital venden, 1.5 ml/s hızında, 0.1 mmol/kg dozunda verilmiştir. Kontrast madde olarak, gadobenat dimeglumin (Multihance R-0.5 mol/L; Bracco, Milan, İtalya) ve gadodiamid (Omniscan 0.5 mol/L; GE Healthcare Bio-Sciences) kullanılmıştır.

DSA incelemesi; DSA GE Innova 3100 (Milwaukee-USA) anjiografi cihazı kullanılarak yapılmıştır. Görüntüler 1000x1000 ve 750x750 matriksler ile elde edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen 201 olgunun Seldinger yöntemi ile femoral arter ponksiyonunu takiben, karotis arter görüntüleri, her bir karotis arter için 10 ml iyotlu kontrast madde (Omnipaque, 350 mg of iodine per milliliter; GE ) 5ml/s hızla, posteroanterior ve lateral projeksiyonlarda 4F vertebral ve simmons katater ile

selektif kateterizasyonu ile elde edilmiş ve venöz fazları alınmıştır. Ayrıca vertebral arterler için 8 ml iyotlu kontrast madde (Omnipaque, 350 mg of iodine per milliliter; GE ) 4ml/s hızla, posteroanterior ve lateral projeksiyonlarda 4F vertebral ve simmons katater ile selektif kateterizasyonu ile elde edilmiş ve venöz fazları alınmıştır. Venöz yapıların değerlendirilmeleri, “GE Advantage Windows Workstation 4.3’de”, lateral ve anterior projeksiyonlardan elde edilen görüntülerle yapılmıştır.

### **3.3. Görüntülerin değerlendirilmesi**

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında Nisan 2011 tarihine kadar nörolojik şikayetlerle serebral yüzeyel venöz sinüsleri gösterilmiş hastaların MRG ve DSA tetkikleri incelenerek sinüslerin anatomileri, varyasyonları ve gelişimsel venöz anomaliler değerlendirilmiştir. 2B TOF MRV tetkiki için, baz görüntülerin “GE Advantage Windows Workstation 4.2’de”, “Volume Viewer” programı kullanılarak MRA algoritması ile elde edilmiş üç boyutlu MIP ve Volüm Rendering görüntüleri ve diğer rutin beyin MRG sekanslarında değerlendirilmesiyle sonuçlar elde edilmiştir. 3B SPGR sekansı uygulanan hastaların baz görüntüleri, baz görüntülerin “GE Advantage Windows Workstation 4.2’de”, “Volume Viewer” programı kullanılarak MIP algoritması ile elde edilmiş üç boyutlu görüntüleri ve diğer rutin beyin MRG sekanslarının değerlendirilmesiyle elde olunmuştur. DSA incelemesinde venöz fazlarda tüm kesitler değerlendirilerek GE Advantage Windows Workstation 4.3’de”, lateral ve anterior projeksiyonlardan elde edilen görüntülerle yapılmıştır. Değerlendirme iki radyolog tarafından yapılmış ve yüzeyel dural sinüslerin çok sayıda varyasyonu saptanmıştır.

DSA tetkiklerinde torkular herofili sınıflamamızda önemli olan SSS deviasyonu ve hangi TS’e açıldığı konusunda hastanın pozisyonuna ve tüpün rotasyon derecesine bakılarak optimum değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır.

Olguların yaş, cinsiyet, tetkik tipi, klinik bulgusu ve tek tek yüzeysel sinüslerdeki varyatif durumlar Excel ofis programı ve IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc. an IBM Co, Somers, NY programları kullanılarak analiz edilmiştir.

SSS sağ ve/veya sol TS ile bağlantısı, 1/3 anteriorda agenetik olup, olmadığı, duplikasyon veya fenestrasyon varlığı, duplike dallarının kalibrasyon farklılığı değerlendirilmiştir.

TS ve sigmoid sinüsde agenezi varlığı, sağ ve sol TS ve sigmoid sinüs kalibreleri arasındaki fark değerlendirildi. TS ve sigmoid sinüslerde her iki sinüs arasında %25'den daha az bir çap farkı varsa sinüsler eş çapta kabul edildi. Daha fazla fark olan hastalarda kalibresi diğer TS'e göre daha ince olanları hipoplazi açısından değerlendirmeye tabi tutuldu. TS ve sigmoid sinüslerin sağ ve solu arasındaki kalibre farkı %25-75 arasında olan vakaları hafif hipoplazik, %75'inden daha fazla fark olan hastalar ağır hipoplazik olarak sınıflandı. İki hastada bir TS hipoplazik olmasına rağmen diğer TS agenetikti. Bu iki hastada TS'lerin hipoplazi derecesine torkuların 1 cm superiorunda SSS çapına oranlayarak karar verildi.

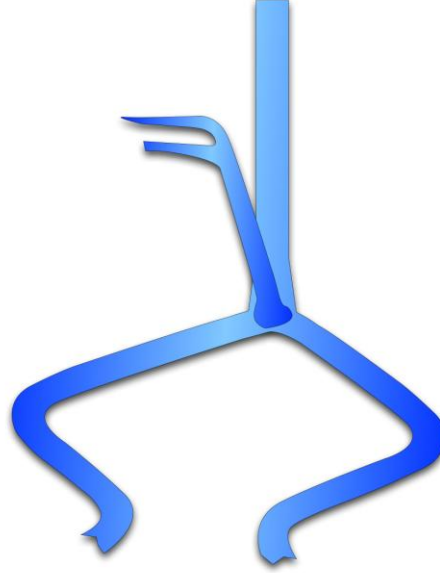
SS'in duplikasyonu ve fenestrasyonu, İSS'ün vizualize edilip edilemediği, OS'nin varlığı, tek olup olmaması ve marjinal sinüs, juguler bulb veya servikal derin venöz pleksuslarla bağlantısı değerlendirildi.

Torkular herofili değerlendirilerek literatür eşliğinde sınıflandırılmaya çalışıldı. Literatür incelendiğinde mevcut sınıflamalara uymayan vakalarımız olduğunu veya sınıflamaların çoğunun anatomik çalışmalarda yapıldığı fark edildi. Bu nedenle hastaların drenaj paternleride dikkate alınarak yukarıda da bahsedilen üç ayrı inceleme yöntemiyle torkular herofilinin varyatif durumları tek tek her hastada tüm seriler değerlendirilerek tariflendi. Toplam 394 hastada 466 tetkikin sonucunda elde edilen torkular varyasyonlarını gerçek konfluens, yalancı konfluens ve konfluens

olmayan olmak üzere üç ana grup olarak sınıflandırıldı. SSS, SS ve her iki TS'nin direkt bağlantı kurduğu grub gerçek konfluens kabul edildi. Bu dört sinüsten üçünün direkt bağlantı kurduğu grubu yalancı konfluens, iki veya daha azının birbiriyle direkt bağlantı kurduğu grubu konfluens olmayan grup olarak kabul edildi Bu dört sinüsün varyatif değişikliklerine göre alt gruplar belirlendi. OS'i her hastada izlemediğimiz için torkular sınıflaması dışında bıraktık ve OS tespit ettiğimiz hastalarda OS'ler orta hatta olup, olmaması ve sayısı bakımından sınıflandı.

Torkular herofili sınıflamamız;

**I-Gerçek Konfluens:** Süperior sagittal sinüs, straight sinüs, her iki transvers sinüsün direkt bağlantısı mevcuttu. Bu grupta straight sinüsün fenestrasyonlu, tek dal halinde veya split olduğu, transvers sinüsler arasında hipoplazi, dominantlık ve kodominantlığın olduğu birçok alt tip görüldü.



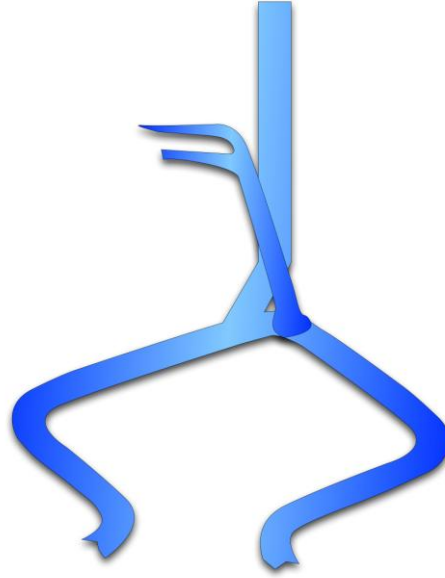
**Şekil 24:**Grup I şematik çizimi



**II-Yalancı Konfluens:** Süperior sagittal sinüs, straight sinüs ve her iki transvers sinüsten üçünün direkt bağlantısının mevcut olduğu gruptu.

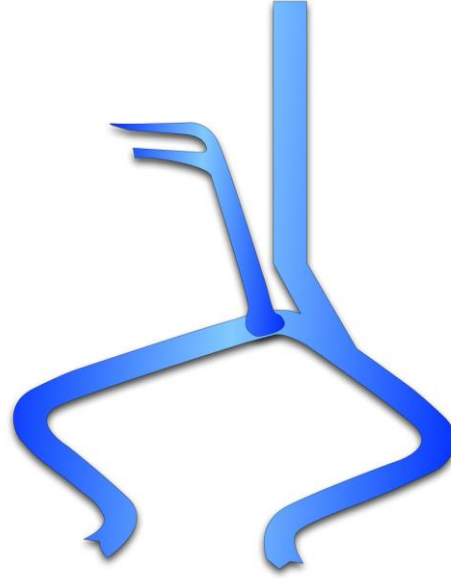
**IIA-** Süperior sagittal sinüs bir taraf transvers sinüse, straight sinüs her iki transvers sinüsün konneksiyon alanına açıldığı bir gruptu. Bu grup içerisinde yine straight sinüsün fenestrasyonlu, tek dal veya split olduğu, transvers sinüsler arasında hipoplazi, dominantlık ve kodominantlığın olduğu birçok alt tip mevcuttu

**IIA1-** Süperior sagittal sinüs sağ transvers sinüse, straight sinüs her iki transvers sinüs arası bağlantıya açılıyordu.



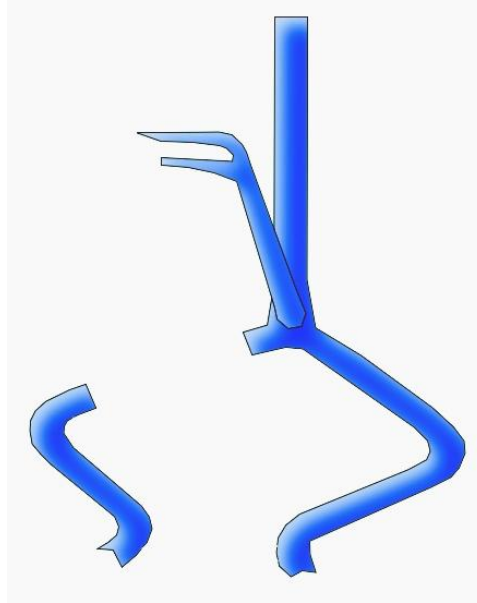
**Şekil 25:** Grup IIA1 şematik çizimi

**IIA2-** Süperior sagittal sinüs sol transvers sinüse, straight sinüs her iki transvers sinüs arası bağlantıya açılıyordu.



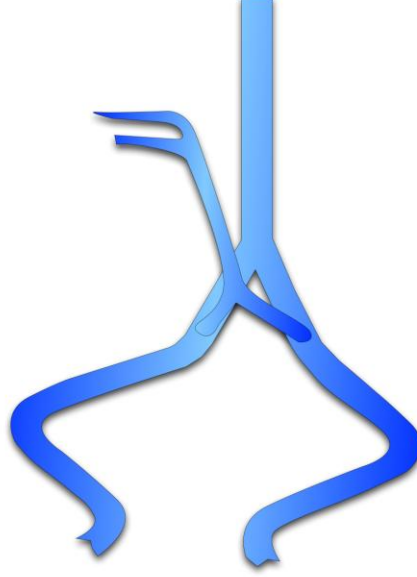
**Şekil 26:** Grup IIA2 şematik çizimi

**IIB-** Transvers sinüslerden biri agenetik, süperior sagittal sinüs, straight sinüs ve diğer transvers sinüs bağlantılıydı. Bu grupta SS'in fenestrasyonlu, tek dal veya split olduğu, birçok alt tip mevcuttu.



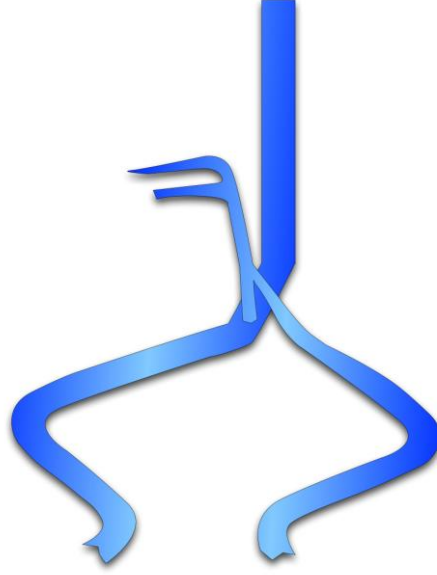
**Şekil 27:** Grup IIB şematik çizimi

**IIC-** SSS split, SS split veya fenestrasyonlu, TS'ler arası bağlantı yoktu. Bu grup içerisinde TS'ler arasında hipoplazi, dominantlık ve kodominantlığın olduğu birçok alt tip mevcuttu.



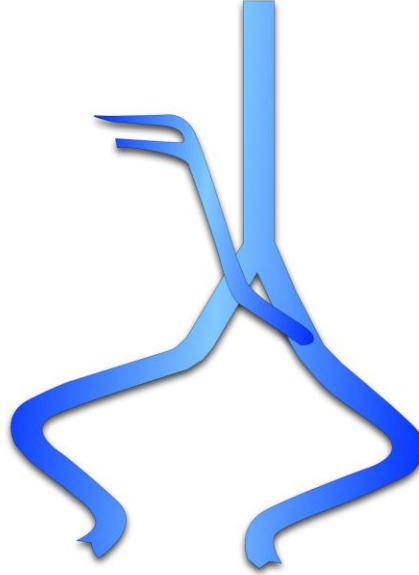
**Şekil 28:** Grup IIC şematik çizimi

**IID-** SSS TS'lerden biriyle bağlantılı, SS, SSS-TS bağlantısına açılmakta ve splitti. Diğer TS, SS'in diğer dalı ile bağlantılı ve TS'ler arasında bağlantı yoktu. Bu grup içerisinde TS'ler arasında hipoplazi, dominantlık ve kodominantlığın olduğu birçok alt tip mevcuttu



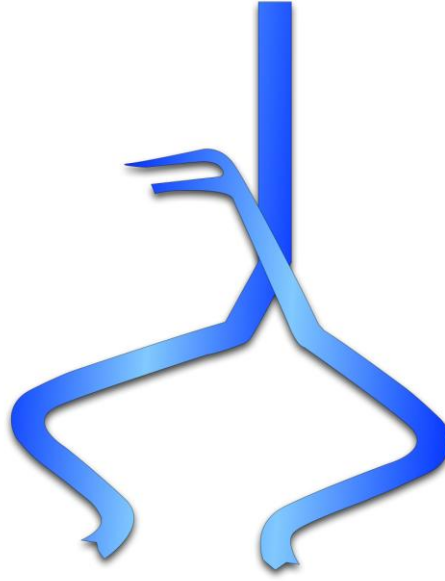
**Şekil 29:** Grup IID şematik çizim

**IIE-** SSS split, her iki dalıda ayrı ayrı TS'lere açılmakta, TS'ler arası bağlantı yoktu. Straight sinüs, SSS dalı-TS bağlantısına açılıyordu. Bu grup içerisinde TS'ler arasında hipoplazi, dominantlık ve kodominantlığın olduğu birçok alt tip mevcuttu.



**Şekil 30:**Grup IIE şematik çizim

**III- Konfluens olmayan grup,** SSS bir TS'e, SS diğer TS'e açılmakta, TS'ler arası bağlantı yoktu. Bu grup içerisinde TS'ler arasında hipoplazi, dominantlık ve kodominantlığın olduğu birçok alt tip mevcuttu.



**Şekil 31:**Grup III şematik çizim

Bu gruplar içinde OS varlığı mevcut olan ve olmayan birçok alt tip vardı.

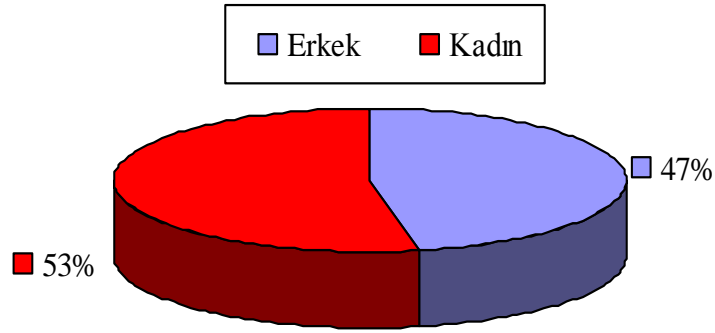
### **3.4. İstatistiksel yöntem**

Çalışmada kullanılan sürekli değişkenler normal dağılıma uygunluk yönünden Kolmogorov-Smirnov normallik testi ile incelendi. Sürekli değişkenlerin iki grup arasındaki karşılaştırmalarında iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin ikiden fazla grup arasındaki karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. ANOVA sonucunda fark bulunan değişkenlerin ikili karşılaştırmalarında Tukey HSD testi kullanıldı. İkiden fazla grup karşılaştırmalarında gruplardaki birim sayısı yetersiz olduğu durumlarda Kruskal-Wallis varyans analizi kullanıldı. Kategorik değişkenler yönünden yapılan

karşılaştırmalarda Ki-Kare testleri kullanıldı. Sürekli değişkenler aritmetik ortalama (Ort) ve standart sapma (SS) ile kategorik değişkenler ise sayı (n) ve yüzde (%) ile gösterilmiştir. p değerleri 0.05'in altında hesaplandığında istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir. Hesaplamalar hazır istatistik yazılımı ile yapılmıştır. (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc. an IBM Co, Somers, NY)

#### 4. BULGULAR

İncelenen toplam 394 hastanın yaşları 7-85 arasında (ort 51,27±17,81) değişmekte olup, 185'i (%47) erkek, 209'u (%53) kadındı (Şekil 32).



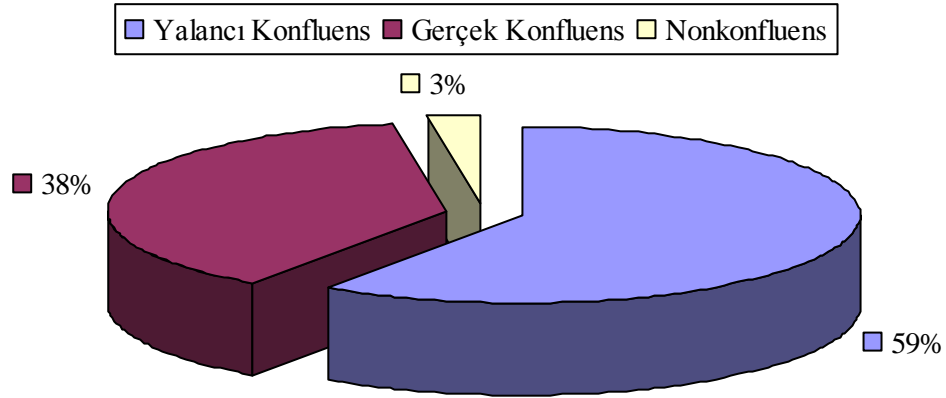
Şekil 32:Cinsiyet Dağılımı

394 hastanın 193'üne (%49) sadece serebral DSA tetkiki, 66'sına (%16,8) sadece 3B SPGR sekansı ile elde olunmuş kontrastlı kranial MR tetkiki, 64'üne (%16,2) sadece 2B TOF venöz MR anjio sekansı, 63 (%16) hastaya her iki MR sekansı, 5'ine (%1,3) DSA ve 2B TOF tetkiki birlikte, 2'sinde (%0,5) kontrastlı 3B SPGR ve DSA tetkiki birlikte, 1 (%0,3) hastada ise her üç inceleme yöntemi birlikte uygulanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1:** Hastalara uygulanan tetkiklerin dağılımı

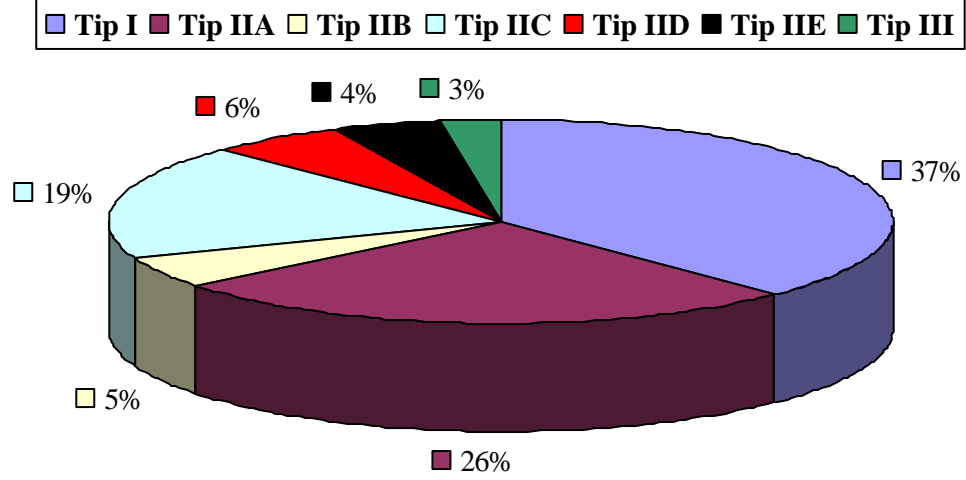
Tetkik	n	%
3B SPGR	66	16.8
2B TOF	64	16.2
DSA	193	49
3B SPGR+ 2B TOF	63	16
3B SPGR+ DSA	2	0.5
3B SPGR+ DSA+ 2B TOF	1	0.3
2B TOF+ DSA	5	1.3
Toplam	394	100

Torkular herofili sınıflamasında gerçek konfluens 149 (%37,8) , yalancı konfluens 235 (%59,6) ve nonkonfluens 10 (%2,5) vakada saptandı. En sık olarak yalancı konfluens görüldü (şekil 33).



**Şekil 33:** Torkular Herofili Ana Gruplarının Grafikselsel Gösterimi

Yaptığımız sınıflamaya göre tip I: 149 hasta(%37,8), tip IIA: 104 (%26,4), tip IIB: 19 (%4,8), tip IIC: 73 (%18,5), tip IID: 22 (%5,6), tip IIE: 17 (%4,3), tip III: 10 (%2,5) hastada saptandı. Tip IIA olan 104 hastanın 79'u tip IIA1, 25'i tip IIA2'idi (şekil 34).

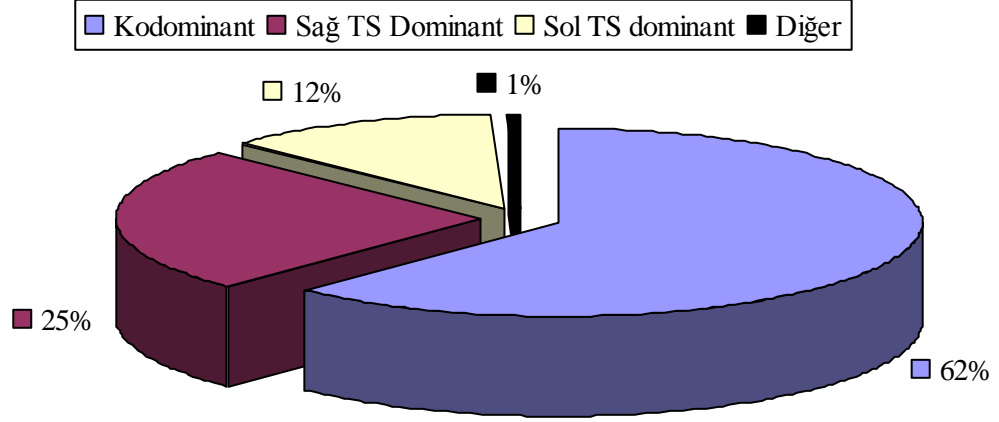


**Şekil 34:** Torkular Sınıflamasının Grafiksel Gösterimi

Tüm hastalar içerisinde oksipital sinüs saptanan hasta sayısı 59 (%15)'dur. Geriye kalan 335 (%85) vakada belirgin oksipital sinüs izlenmedi Ancak bu 335 vakanın bazılarında sinüs olarak nitelendirilemeyecek oldukça ince venöz yapılar vardı. OS tespit edilen 59 vakanın 21'inde orta hatta tek kök halinde, 20'sinde orta hattın sağında bir adet, 10'unda sağ ve solda birer adet olmak üzere bilateral, 6'sında orta hattın solunda bir adet, 1'inde sağ ve solda birer adet olup orta hatta birleşmekte olan ve 1 tanesinde de ikiden fazla sayıda OS vardı. Oksipital sinüs en fazla olarak orta hatta tek dal olarak saptandı. OS'nin inferior bağlantılarını incelediğimizde 39 hastada juguler bulbe, 9 vakada servikal pleksuslara, 8 hastada marjinal sinüslere, 2 hastada sağ ve sol olarak biri servikal pleksusa diğeri juguler bulbe, 1 hastada ise sigmoid sinüsle bağlantısı vardı.



Sağ TS dominantlığı 99 (% 25,1), sol TS dominantlığı 48 (%12,2), kodominantlık 245 (%62,2) , 2 hastada sol TS agenetik, sağ TS ise dominant değil hipoplazikti bu nedenle bu iki hasta grafikte diğer olarak tanımlandı (Şekil 35).



**Şekil 35:** TS Sınıflamasının Grafikselsel Gösterimi

Sağ transvers sinüs 6 hastada (%1,5) agenetikti. Hastaların 44'ünde (%11,2) hipoplazikti (Tablo 2). Bu 44 hastanın 32'sinde (%8,1) hafif hipoplazik, 12'sinde (%3,1) ağır hipoplazikti.

**Tablo 2:**Sağ TS Sınıflaması

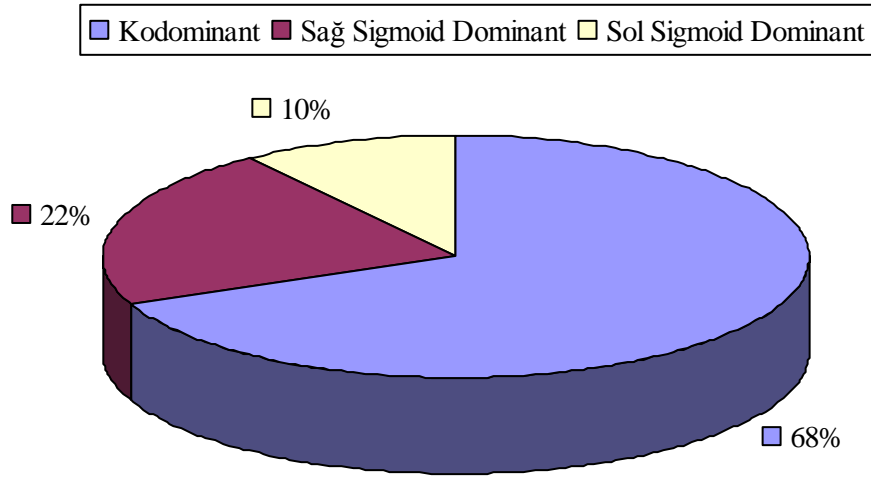
	n	%
Kodominant	245	62.2
Dominant	99	25.1
Agenetik	6	1.5
Hipoplazik	44	11.2
Toplam	394	100

Sol TS 13 (%3,3) hastada agenetikti. Hastaların 88'inde (%22,3) hipoplazikti (Tablo 3). Bu 88 hastanın tamamında hafif hipoplazi mevcuttu.

**Tablo 3:**Sol TS Sınıflaması

	n	%
Kodominant	245	62.2
Dominant	48	12.2
Agenetik	13	3.3
Hipoplazik	88	22.3
Toplam	394	100

Sağ sigmoid sinüs dominantlığı 85 (%21,6), sol sigmoid sinüs dominantlığı 39 (%9,9), kodominantlık 270 (%68,5) hastada görüldü (Şekil 36).



**Şekil 36:** Sigmoid Sinüs Sınıflamasının Grafikselle Gösterimi

Sağ sigmoidde 38 vakada hipoplazi mevcuttu (Tablo 4). Bu 38 vakanın 34'ünde (%8,6) hafif hipoplazi, 4'ünde (%1) ağır hipoplazi mevcuttu.

**Tablo 4:** Sağ Sigmoid Sinüs Sınıflaması

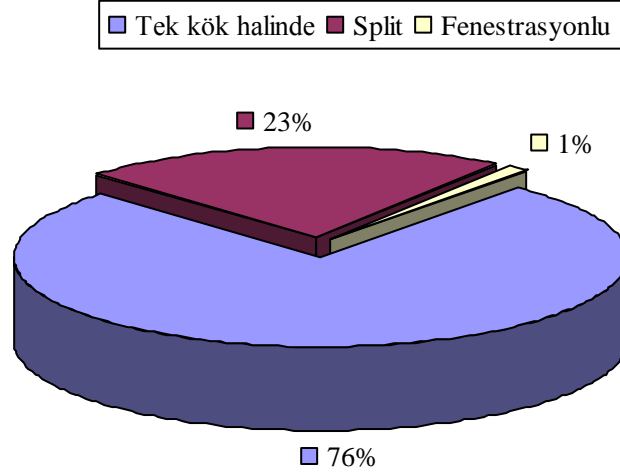
	<b>n</b>	<b>%</b>
Kodominant	270	68.5
Dominant	85	21.6
Agenetik	1	0.3
Hipoplazik	38	9.6
Toplam	394	100

Sol sigmoid hipoplazisi olan 84 vakanın, 78'i (%19,8) hafif hipoplazik ve 6'sı (%1,5) ağır derecede hipoplazikti (Tablo 5).

**Tablo 5:** Sol Sigmoid Sinüsün Sınıflaması

	<b>n</b>	<b>%</b>
Kodominant	270	68.5
Dominant	39	9.9
Agenetik	1	0.3
Hipoplazik	84	21.3
Toplam	394	100

Süperior sagittal sinüs en sık olarak 300 (%76,1) vakada tek kök halinde, 90 (%22,8) vakada split, 4 (%1) vakada fenestrasyonluydu (Şekil 37). Bu 90 adet split vakanın 41'inde (%10,4) dalları kodominant, 28 vakada (%7,1) sağ dal dominant, 21 (%5,3) vakada sol dal dominant vakalar mevcuttu. SSS en sık olarak 151 vakada orta hatta normal anatomik pozisyonunda konfluensle bağlantılı olarak görüldü. 115 vakada SSS sağa deviye ve sağ TS'e açılmaktaydı, 34 vakada ise SSS sola deviye ve sol TS'e drene oluyordu.



**Şekil 37:** SSS Sınıflamasının Grafikselle Gösterimi

İnferior sagittal sinüs 394 vakanın 355'inde (%90,1) görüntüleme yöntemleri ile vizualize edilebildi. Ancak 39 (%9,9) vakada izlenemedi.

Straight sinüs 268 (%68) vakada tek kök halinde, 95 (%24,1) vakada ise split (duplike) ve 31 (%7,9) vakada fenestrasyonlu (Tablo 6).

**Tablo 6:** SS sınıflaması

	n	%
Tek kök halinde	268	68
Split	95	24.1
Fenestrasyonlu	31	7.9
Toplam	394	100

Vakaların 9'unda (%2,3) gelişimsel venöz anomali mevcuttu.

Sağ TS dominantlığı, hipoplazisi ve agenezisi olan hastalar arasında OS varlığı yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 7).

**Tablo 7:** Sağ TS hastalarında OS varlığı ilişkisi

		Sağ TS								Toplam	
		Kodominant		Dominant		Agenetik		Hipoplazik			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
OS	VAR	31	12.7	15	15.2	2	33.3	11	25	59	15
	YOK	214	87.3	84	84.8	4	66.7	33	75	335	85
Toplam		245	100	99	100	6	100	44	100	394	100

( $\chi^2=6.101, p=0.107$ )

Sol transvers sinüs dominantlığı, hipoplazisi olan hastalar arasında OS varlığı yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0.05$ ). Fakat sol TS agenezisi olan 13 hastanın 9'unda %69,2'sinde OS varlığı mevcuttu ve sol TS agenezisi olan hastalar arasında OS varlığı yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 8).

**Tablo 8:** Sol TS hastalarında OS varlığı ilişkisi

		Sol TS								Toplam	
		Kodominant		Dominant		Agenetik		Hipoplazik			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
OS	VAR	31	12.7	11	22.9	9	69.2	8	8.1	59	15
	YOK	214	87.3	37	77.1	4	30.8	80	90.9	335	85
Toplam		245	100	48	100	13	100	88	100	394	100

( $\chi^2=35.864, p<0.001$ )

Torkular alt gruplarını OS varlığı açısından değerlendirdiğimizde tip IIB alt grubu ile OS varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 9).

**Tablo 9:** Torkular Sınıfı-OS varlığı karşılaştırılması

TORKULAR TİPİ		OS VARLIĞI		Toplam
		VAR	YOK	
I	n	14	135	149
	%	9.4	90.6	100
IIA1	n	8	71	79
	%	10.1	89.9	100
IIA2	n	2	23	25
	%	8	92	100
IIB	n	11	8	19
	%	57.9	42.1	100
IIC	n	12	61	73
	%	16.4	83.6	100
IID	n	6	16	22
	%	27.3	72.7	100
IIE	n	5	12	17
	%	29.4	70.6	100
III	n	1	9	10
	%	10	90	100
Toplam	n	59	335	394
	%	15	85	100

( $\chi^2=39.259$ ,  $p<0.001$ )

Gerçek, yalancı ve nonkonfluens tipleri olan hastaların OS varlığı açısından gerçek ve nonkonfluens tiplerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yokken, yalancı konfluensi olan 235 hastanın 44'ünde (%18,7) OS varlığı görüldü. Yalancı konfluensi

olan hastalarda OS varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p=0.04$ ) (Tablo 10).

**Tablo 10:** OS Varlığı ile Torkular Tipinin karşılaştırılması

		Torkular Tipi						Toplam	
		Gerçek Konfluens		Yalancı Konfluens		Nonkonfluens			
		n	%	n	%	n	%	n	%
OS	VAR	14	9.4	44	18.7	1	10	59	15
	YOK	135	90.6	191	81.3	9	90	335	85
Toplam		149	100	235	100	10	100	394	100

( $\chi^2=6.430$ ,  $p=0.040$ )

Süperior sagittal sinüs tipleri oksipital sinüs varlığı açısından değerlendirildiğinde fenestrasyonlu 4 vakanın 3'ünde (%75) OS vardı (Tablo 11).

**Tablo 11:** OS Varlığı ile SSS Tipinin karşılaştırılması

		SSS Tipi						Toplam	
		Tek Kök		Fenestrasyonlu		Split			
		n	%	n	%	n	%	n	%
OS	VAR	39	13	3	75	17	18.9	59	15
	YOK	261	87	1	25	73	81.1	335	85
Toplam		300	100	4	100	90	100	394	100

Straight sinüs tipleri arasında oksipital sinüs varlığı açısından kıyasladığımızda fenestrasyonlu SS tipi ile OS varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p=0.010$ ). SS'i fenestrasyonlu olan 31 vakanın 9'unda (%29) OS mevcuttu (Tablo 12).

**Tablo 12:** OS Varlığı ile SS Tipinin karşılaştırılması

		SS Tipi						Toplam	
		Tek Kök		Fenestrasyonlu		Split			
		n	%	n	%	n	%	n	%
OS	VAR	31	11.6	9	29	19	20	59	15
	YOK	237	88.4	22	71	76	80	335	85
Toplam		268	100	31	100	95	100	394	100

( $\chi^2=9.140$ , p=0.010)

İnferior sagittal sinüs vizualize edilmesiyle uygulanan tetkik tipi karşılaştırıldığında, sadece kontrastlı 3 B SPGR uygulanan 66 hastanın 62'sinde (%94) İSS vizualize edildi, 4 vakada (%6) görülemedi. Sadece 2B TOF MRV uygulanan 64 hastanın 56'sında (%87,5) İSS görüldü, 8'inde (%12,5) görülemedi. Sadece serebral DSA tetkiki uygulanan 193 hastanın 175'inde (%90,7) İSS görüldü, 18 vakada (%9,3) görülemedi. Her iki MR sekansı birlikte uygulanan 63 vakanın 55'inde (%87,3) İSS görüldü, 8'inde (%12,7) vizualize edilemedi. Kontrastlı 3 B SPGR ve DSA birlikte uygulanmış 2 vakada ve her üç tetkikin birlikte uygulandığı 1 vakada İSS görüldü. TOF MRV ve DSA uygulanan 5 vakanın 4'ünde (%80) İSS görüldü, 1 vakada (%20) görülemedi. Hastalara uygulanan tetkikler ile inferior sagittal sinüs vizualize edilebilmesi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (p>0.05).

Hastaların cinsiyetleri arasında OS varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p>0.05) (Tablo 13).



**Tablo 13:** OS varlığı ile hastaların cinsiyetinin karşılaştırması

		OS				Toplam	
		VAR		YOK			
		n	%	n	%	n	%
Cinsiyet	Kadın	37	62.7	172	51.3	209	53
	Erkek	22	37.3	163	90	185	47
Toplam		59	100	335	100	394	100

( $\chi^2=2.603$ ,  $p=0.107$ )

İnferior sagittal sinüs vizualize edilebilirliği ile hasta cinsiyeti arasında, sağ ve sol transvers sinüs sınıflaması ile hasta cinsiyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p>0,05$ ).

Straight sinüs tipleri arasında hastaların cinsiyetleri açısından değerlendirildiğinde fenestrasyon gösteren straight sinüs tipiyle kadın cinsiyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p=0,004$ ) (Tablo 14).

**Tablo 14:** SS Tipleri ile Cinsiyet Karşılaştırılması

		SS Tipi						Toplam	
		Tek Kök		Fenestrasyonlu		Split			
		n	%	n	%	n	%	n	%
Cinsiyet	Kadın	132	49.3	25	80.6	52	54.7	209	53
	Erkek	136	50.7	6	19.4	43	45.3	185	47
Toplam		268	100	31	100	95	100	394	100

( $\chi^2=11.137$ ,  $p=0.004$ )

Gelişimsel venöz anomali ile torkular tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 15).

**Tablo 15:** GVA ile Torkular tipi arasındaki ilişki

		Torkular Tipi						Total	
		Gerçek Konfluens		Yalancı Konfluens		Nonkonfluens			
		n	%	n	%	n	%	n	%
GVA	VAR	2	1.3	7	3	0	0	9	2.3
	YOK	147	98.7	228	97	10	100	385	97.7
Total		149	100	235	100	10	100	394	100

( $\chi^2=1.334$ , p=0.513)

İSS vizualize edilebilirliğine göre hastaların yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p:0.017). İSS vizualize edilemeyenlerin yaş ortalaması vizualize edilebilenlerden daha fazlaydı.

Straight sinüs tiplendirilmesi ile hastaların yaş ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p:0.03). Tek kök halinde SS'i olan hastaların yaş ortalaması split tipte olanlardan daha fazlaydı.

Sol transvers sinüs tiplendirilmesinin yaş ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p:0.033). Agenetik grup kodominant ve hipoplazik gruplardan yaş ortalaması olarak daha az olarak bulunmuştur.

Torkular tiplendirmesi ile yaş ortalamasına göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p>0.001). Yalancı konfluensi olan hastaların yaş ortalaması gerçek konfluensi olan hastalardan daha azdır.

**Tablo 16:** Yaş Ortalamasına ile Bazı Parametrelerin Karşılaştırılması

		Yaş			p
		n	Ort	SS	
<b>İSS Vizualize Edilebilirliği</b>	Var	355	50.57	17.636	0.017
	Yok	39	57.74	18.316	
<b>OS Varlığı</b>	Var	59	49.90	16.555	0.651
	Yok	335	51.52	18.035	
<b>Straight Sinüs Tipi</b>	Tek Kök	268	53.21	17.413	0.003*
	Split	95	45.93	18.146	
	Fenestrasyonlu	31	50.94	17.345	
<b>Sol TS Sınıflaması</b>	Kodominant	245	51.69	17.399	0.033**
	Dominant	48	49.44	17.602	
	Agenetik	13	38.08	17.085	
	Hipoplazik	88	53.08	18.562	
<b>Sağ TS Sınıflaması</b>	Kodominant	245	51.69	17.399	0.179
	Dominant	99	51.52	18.993	
	Agenetik	6	36.17	13.600	
	Hipoplazik	44	50.50	17.436	
<b>MS Varlığı</b>	Var	26	37.92	11.589	>0.001
	Yok	368	52.22	17.805	
<b>Torkular Ana Tip</b>	Gerçek K.	149	56.38	14.857	>0.001***
	Yalancı K.	235	48.17	18.713	
	Nonkonfluens	10	48.30	20.554	

\*: Tek kök ile split arasında anlamlı fark bulundu, fenestrasyon tipi ile diğer gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı

\*\* : Agenetik grup ile kodominant ve hipoplazik gruplar arasında fark bulundu. Diğer gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı.

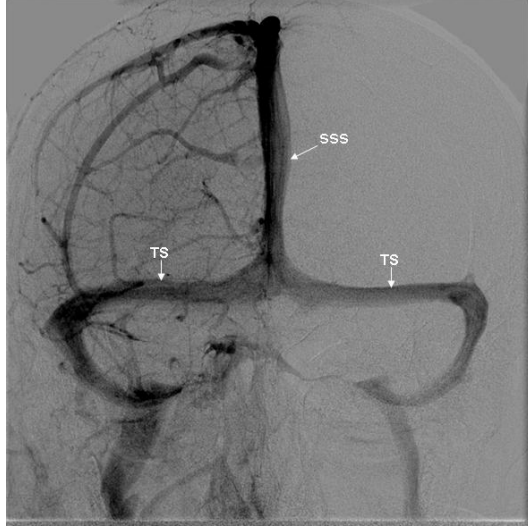
\*\*\* Yalancı konfluens ile gerçek konfluens arasında fark bulundu. Diğer gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı.

Toplam 394 vakada yaptığımız çalışmamızda bazı vakalarda Trolard ve Labbe venlerini belirgin olarak izlendi. Bu vakalarda genellikle belirgin olan tarafta TS hipoplazisi eşlik etmekteydi. Rosenthalin bazal veni ve Galen venini hemen hemen tüm vakalarda vizualize edildi. TOF MRV sekanslarımızda bazı vakalarda flow-gap fark ettik ve bu vakalarda diğer beyin MRG sekanslarını ve vakaya kontrastlı 3B SPGR veya DSA tetkiki yapılmışsa bu tetkikleri de inceleyerek flow-gap veya agenezi ayrımı yapıldı. Serebral DSA tetkiki uygulanan hastaların bazılarında sağ karotid arter enjeksiyonunda sol TS ve sigmoid sinüslerin dolununun daha iyi olduğu ve sol internal karotid enjeksiyonunda da sağ TS ve sigmoidin dolununun daha iyi olduğu dikkatimizi çekti. Ayrıca bazı DSA vakalarında sağ enjeksiyonda agenetik gibi görünen TS'nin sol karotid enjeksiyonunda hipoplazik olarak izlendiğini gördük. Vertebral arter enjeksiyonlarında İSS ve SS'nin daha net vizualize edildiğini ve SSS'nin genellikle dolum göstermediğini gördük.

## 5.OLGU ÖRNEKLERİ

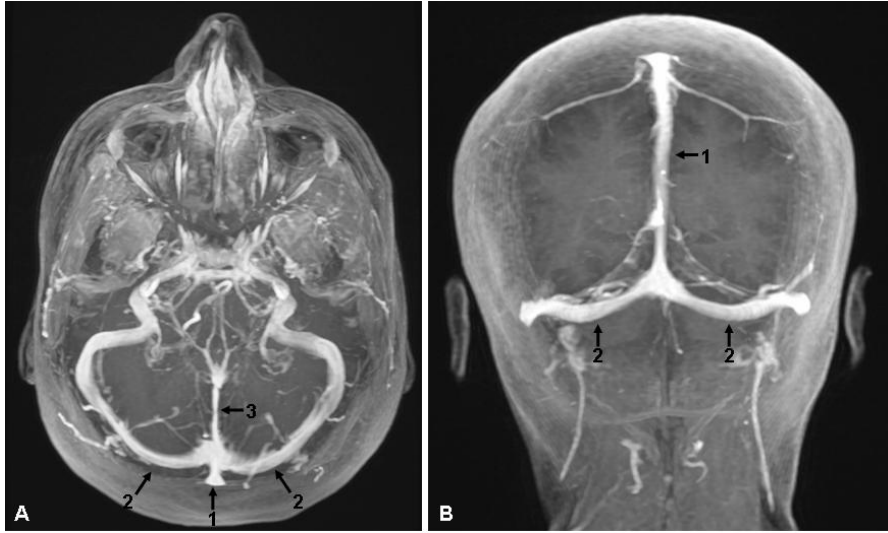
### 5.1.Tip I;

Olgu 1:AK, 61y, E



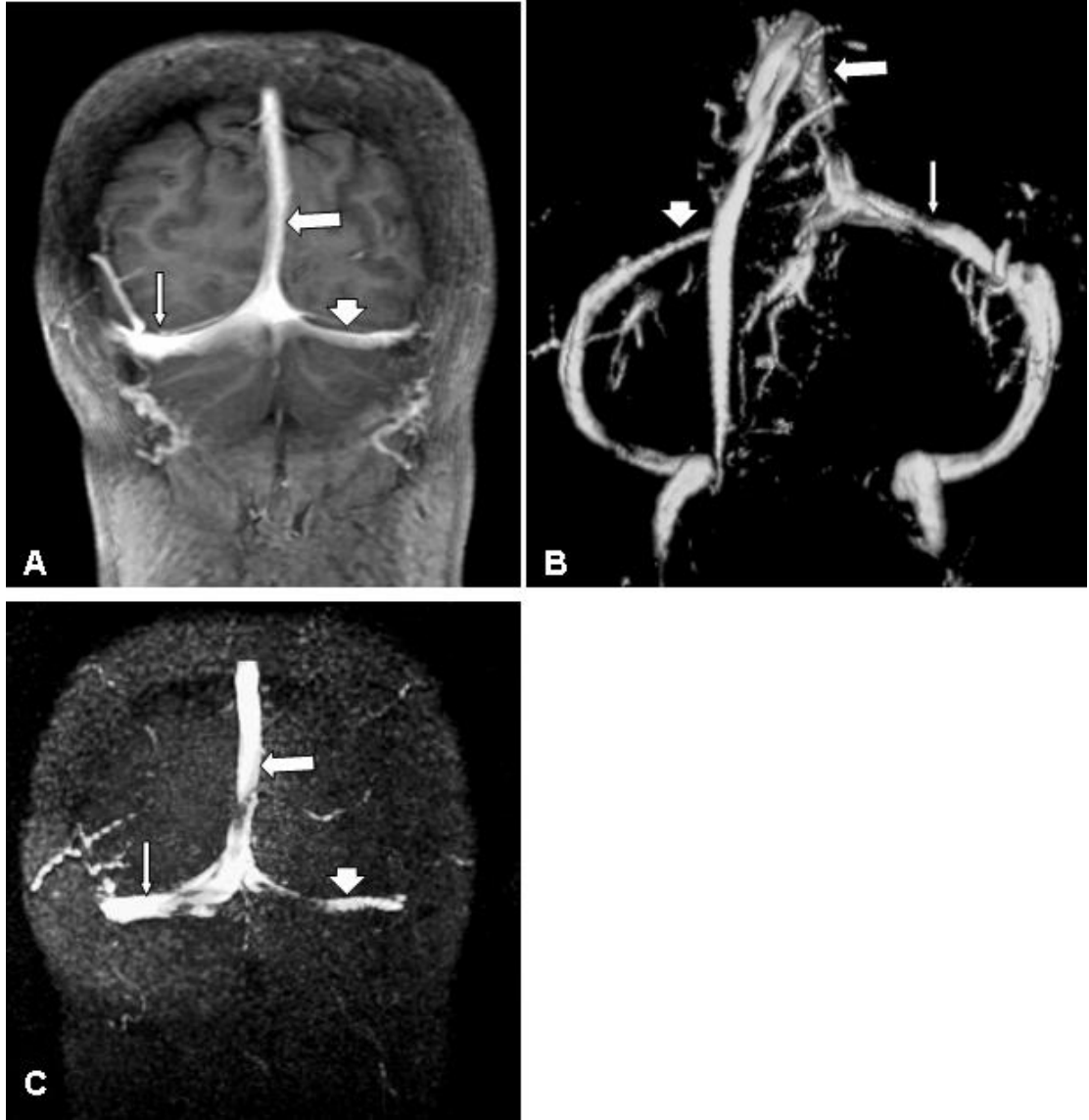
Şekil 38: TS'ler eşit çapta ve orta hatta SSS ile torkuları oluşturmaktadır.

Olgu.2: MG, 49Y, K



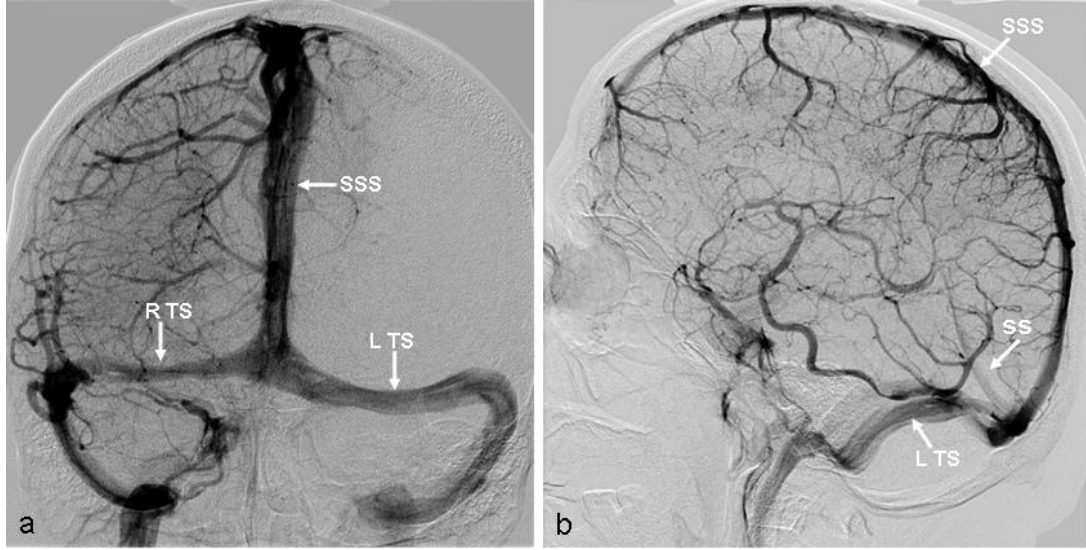
Şekil 39: 3B SPGR MIP görüntüler, 1.SSS, 2.TS, 3.İSS, A.aksiyal, B. koronal

**Olgu 3: MK, 46y,K**



**Şekil 40:** A- 3B SPGR koronal MIP görüntü, B- 2B TOF MRV üç boyutlu MIP görüntü, C- 2B TOF MRV koronal MIP görüntü, kalın ok:SSS, ince ok:Sağ TS, ok başı: Sol TS

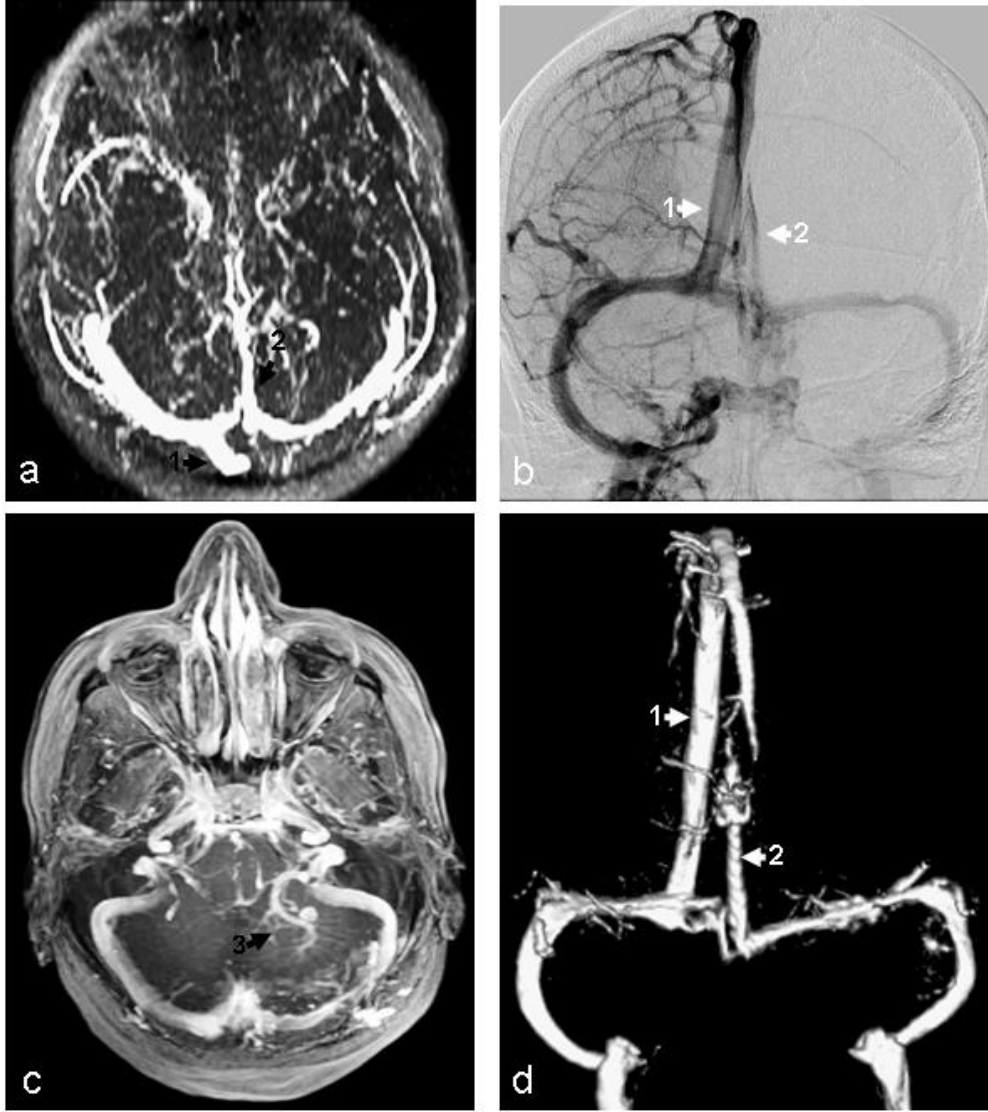
**Olgu 4:** BA, 19y, K



**Şekil 41:** Serebral DSA tetkiki, a.anteriordan koronal düzlemde imaj, b. sagittal projeksiyonda imaj

#### 5.4. Tip IIA

Olgu 5: AP, 53y, K

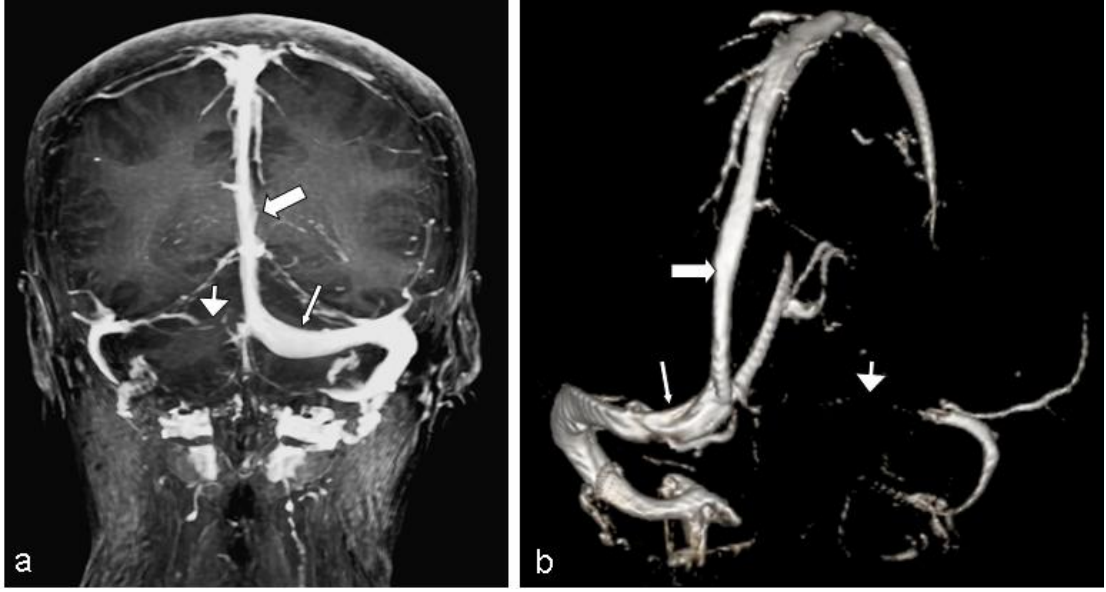


Şekil 42: a-2 B TOF MRV aksiyal MIP görüntü, b- Serebral DSA koronal projeksiyon, c- Kontrastlı 3B SPGR aksiyal MIP imaj,d-2B TOF MRV üç boyutlu imajı. 1.SSS, 2.SS, 3. Gelişimsel venöz anamoli



#### 5.4.2. Tip IIB

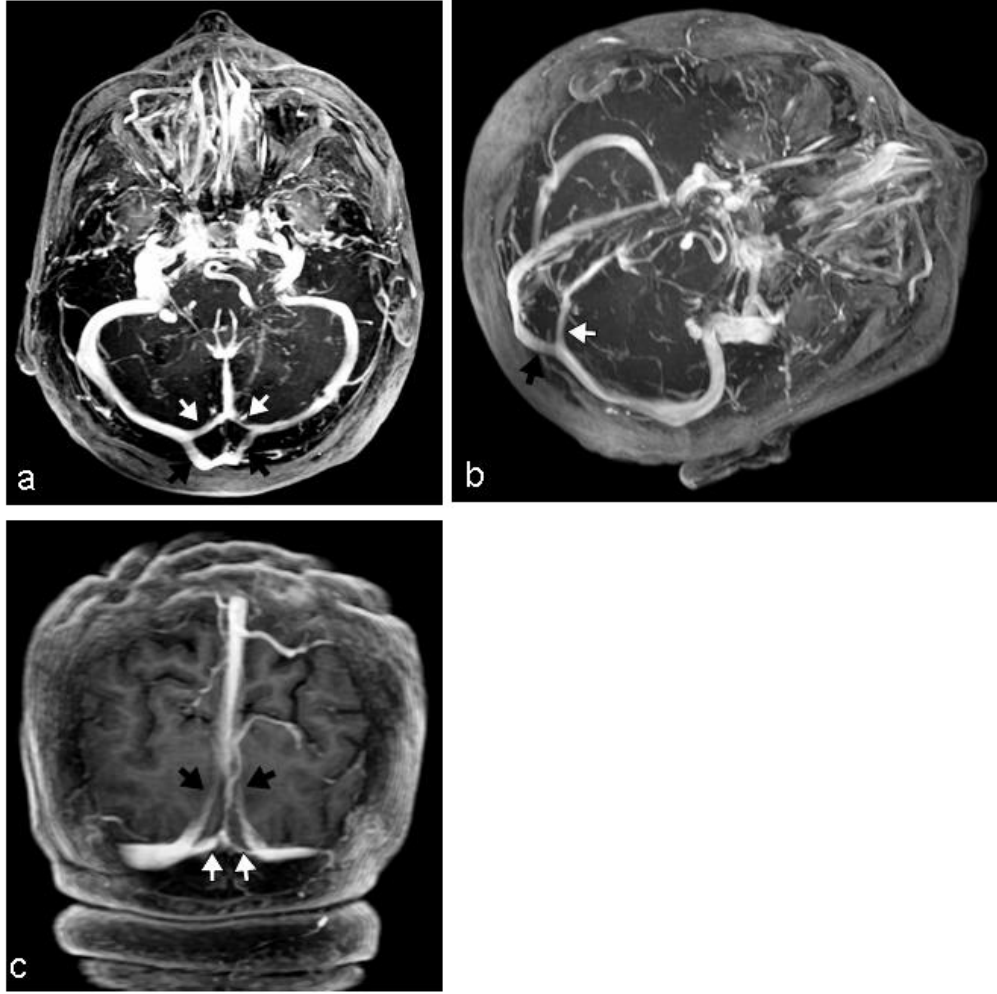
**Olgu 6:** HC, 30y, K



**Şekil 43:** a-Kontrastlı 3B SPGR MIP algoritmasında koronal imaj, b-2B TOF MRV koronal hafif oblik imaj, kalın ok SSS, ince ok sol TS, okbaşı sağ TS'nin agenetik olduğunu gösteriyor

## 5.6.Tip IIC

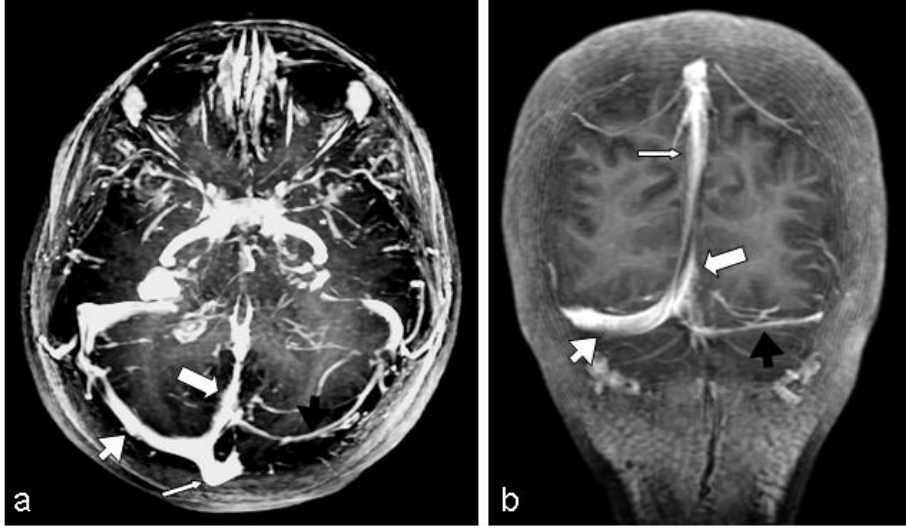
**Olgu 7:** HÇ, 66y, E



**Şekil 44:** Kontrastlı 3B SPGR MIP imajlar (a) aksiyel, (b) oblik, (c) koronal, siyah ok başları SSS splitliğini, beyaz ok başları SS splitliğini göstermekte

### 5.7. Tip IID

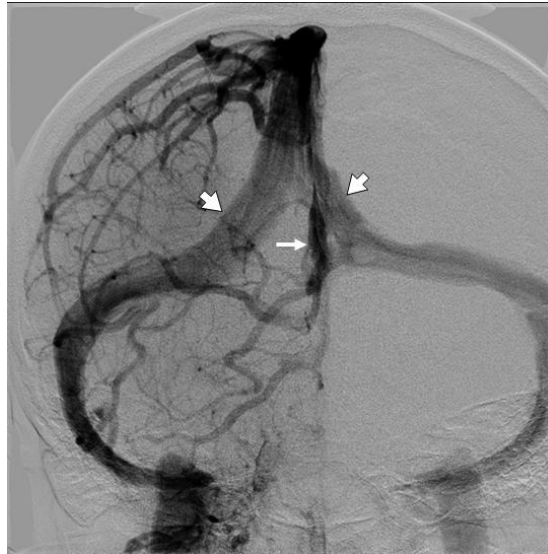
**Olgu 8:**AG, 21y, K



**Şekil 45:** Kontrastlı 3B SPGR MIP imajlar, (a) aksiyel, (b) koronal, Kalın ok İSS, ince ok SSS, beyaz okbaşı sağ TS, siyah okbaşı sol TS

### 5.8. Tip IIE

**Olgu 9:**ZB, 35y, K



**Şekil 46:**Serebral DSA koronal plan imaj, ok başları split SSS, ok SS

### 5.9 Tip III

**Olgu 10:** GS, 27y, K



**Şekil 47:** 2B TOF MRV MIP imaj, posterior koronal hafif oblik projeksiyon. Sağ ve sol arasında bağlantı yok. Beyaz ok SSS, siyah ok SS

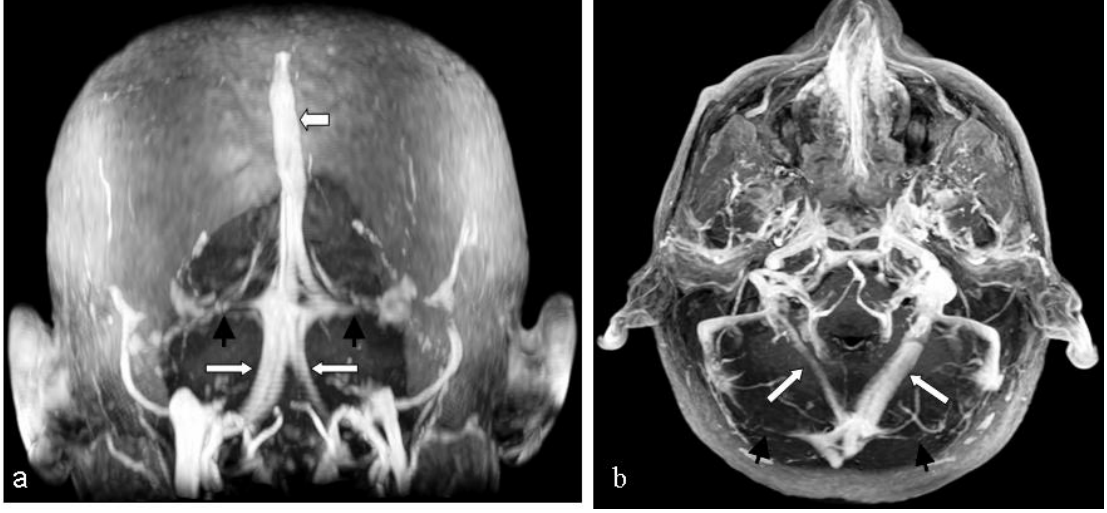
**Olgu 11:** BD, 73y, E



**Şekil 48:** Kontrastlı 3 B SPGR aksiyal imaj, MIP algoritmalı, Kalın ok SSS, ince ok SS. Sağ ve sol arasında çok ince bağlantılar var

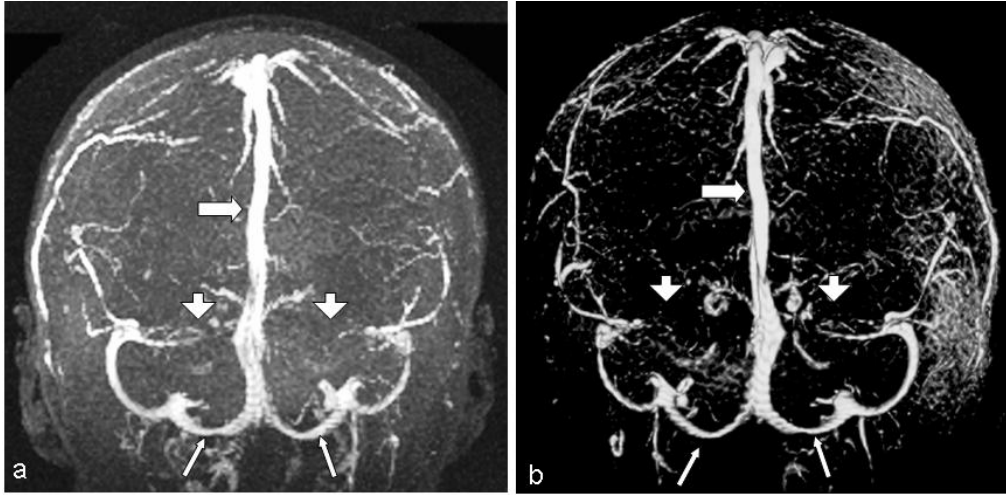
## 5.10. OS

**Olgu 12:OK, 32y, K**



**Şekil 49:** Kontrastlı 3B SPGR MIP görüntü a-koronal, b-aksiyal görüntü, kalın ok SSS, ince oklar OS, ok başları TS

**Olgu 13:SS, 34y, K**



**Şekil 50:** 2 B TOF MRV (a) ham görüntü, (b) üç boyutlu görüntü, kalın ok SSS, ince oklar OS'ler, okbaşları TS

## 6. TARTIŞMA

Serebral venöz sistem DSA, BT venografi (BTV) ve MR venografi (MRV) ile görüntülenebilmekte olup, intrakranial venöz sistemin görüntülenmesinde DSA hala en kesin sonuçlar veren referans standart modalitedir(54).

MR venografi, son gelişmeler ile noninvaziv ve radyasyon riski olmadan serebral ven ve dural sinüslerin görüntülenmesini mümkün kılmıştır. Liang ve ark. DSA'yı gold standart kabul ederek 2B TOF ve 3B kontrastlı MP-RAGE MR venografiyi karşılaştırmışlar; normal venöz anatomi ve venöz hastalıkların saptanmasında kontrastlı 3B MP-RAGE venografiyi, 2B TOF venografi ve konvansiyonel SE sekanslardan üstün bulmuşlardır(57).

MR venografi teknikleri kendi içinde değerlendirildiğinde; dural sinüs trombozunun kontrastsız 2B TOF ve 3B PC tekniklerinin her ikisinde saptandığı, düşük akım hızı olan gelişimsel venöz anomalilerin ise kontrastsız 3B PC ile gösterilebildiği belirtilmektedir. Arteriovenöz malformasyonlarda (AVM) arteriyel besleyiciler, nidus ve drenaj venleri düşük doz kontrast sonrası 3B TOF MRA ile gösterilebilmektedir. Dural AVM'lerde yüksek akımlı drenaj venleri, Galen veni ve karotid-kavernöz fistüller ise kontrastlı, üç boyutlu, kısa TE gradient-echo MR venografi ile daha iyi görülmektedir(68).

Rollins ve ark. pediatrik yaş grubunda yaptıkları bir çalışmada, 2B TOF MR venografi ile posterior fossa venöz anatomisinde yaşa bağlı değişiklikleri ve tekniği kısıtlayan artefaktları araştırmışlardır. 2B TOF MR ile sinyal intensite kaybı temelinde venooklüzif hastalık tanısında, özellikle yenidoğan ve erken infansi döneminde dikkatli olunması gerektiği belirtilmektedir(41).

MR venografinin triplanar MRG (T1A sagital, T2A aksiyel ve dual-echo koronal sekanslar) ile kombine edilmesi sinüs aplazi/hipoplazi ve akım ilişkili

artefaktların yanılıya neden olmaması bakımından önemlidir. MR venografik kaynak görüntülerin de mutlaka incelenmesi gereklidir(69-72). Leach ve ark. kronik rekanalize serebral ven trombozu olan 10 hastada (34 venöz segmentte), kontrastsız TOF MRV ve kontrastlı MRV'yi karşılaştırmışlar, her iki teknik olguların tamamında anormalliği göstermiştir(73).

Maligniteye sekonder gelişen serebral ven trombozları, sinüs perikranii gibi nadir görülen venöz anomaliler, A-V fistüller, benign intrakranial hipertansiyon vs. olgularında serebral ven ve dural sinüsler BTV ya da MRV ile görüntülenebilmektedir(74-77). Tan ve ark. 17 multipl skleroz olgusunda yaptıkları MR venografi ile MS lezyonlarının perivenöz dağılım gösterdiğini in vivo vizüalize etmişlerdir(78).

Lee ve ark. 45 hastada, 40 olguya 3B kontrastlı MRV, 25 olguya 2B TOF MRV ve 10 olguya DSA tetkikleri yapmışlar, dural sinüs ve serebral venlerin saptanması bakımından karşılaştırdıklarında; 3B kontrastlı MRV'yi 2B TOF MR'dan üstün bulmuşlardır. Aynı çalışmada preoperatif sinüs oklüzyonu ve kortikal drenaj venlerinin saptanmasında, 3B kontrastlı MRV'nin değeri araştırılmış; DSA yapılan olgu sayısının az olması gibi çalışmanın sınırlı yönü olsa da preoperatif değerlendirmede anlamlı olduğu bildirilmiştir(56).

Nondominant TS medial kısmının yokluğu veya flow-gap bulunması 2B TOF kullanımının sınırlılıklarındandır(6). Alper ve ark. çalışmasında normal populasyonda 2B TOF MRV'de flow-gap veya aplazinin % 24 görülebileceğini belirtmişlerdir(79). Ayanzen vakalarının %31'inde transvers sinüste flow-gap saptanmıştır. Flow-gap saptananların %90'ı nondominant transvers sinüste ve kalan %10 u kodominant transvers sinüslerde görülmüştür. Dominant olanda flow gap yoktur(3). Sonradan eklenen MRV ve DSA'sı olan 10 hastanın 3'ünde sağ dominant TS ve nondominant TS sadece DSA da saptanmıştır. Bu 3 vakada TOF nondominant sinüsü göstermede

başarısız olmuş yerine flow-gap göstermiştir. Dört vakada her iki tetkikte de sağ TS dominant olup, flow-gap nondominant sinüste olduğu gösterilmiştir. İki vakada kodominant, 1 vakada sol dominant TS saptanmıştır(3).

Flow-gap konvansiyonel anjiyografide görülmez ve oluşması için yavaş intravasküler akım, kompleks akım paterni, akış düzlemi gibi faktörler etkilidir. 2B TOF yavaş akım paternini tespit edebilmesine rağmen ölçebildiği eşik değerinin altında akım yavaşlamalarında yeterli sinyal intensitesi sağlayamamaktadır. Yavaş akım sınırlamaları aşmak için kesit kalınlığı mümkün olduğunca küçük ayarlanmış olmalıdır. Vasküler akımdaki sinyal kaybı artefaktını engellemek amacıyla damar trasesi uzun aksına dik kesitler alınması tercih edilir(6).

Çalışmamızda 2B TOF MRV, kontrastlı 3B SPGR sekansları ve serebral DSA tetkiklerinin ayrı ayrı, üçü birlikte ve ikisi birlikte uygulanmış olgularımız vardı. 2 B TOF MRV de agenezi olarak gördüğümüz çoğu hastada, ham görüntüler, diğer sekanslar ve varsa aynı vakaya uygulanmış kontrastlı 3B SPGR veya serebral DSA tetkiki, birlikte değerlendirilerek vakaların çoğunun agenezi olmadığını görünümün flow-gap'e ait olduğu saptandı. Ayrıca 2B TOF MRV'de TS'de ağır hipoplazi ile uyumlu olduğunu düşündüğümüz bir hastada diğer MRG sekansları ve kontrastlı 3B SPGR sekanslarında aynı TS'de hafif hipoplazi olduğu görüldü. Bizim tecrübelerimize göre 2B TOF MRV tetkiki DVS'leri değerlendirmek açısından tek başına yeterli bir tetkik olmamakta mutlaka diğer serilerle ve tetkiklerle korole edilmelidir.

Kontrastlı 3B SPGR sekanslarında dominant OS'si olmayan vakalarda TS'lerden servikal pleksuslara uzanan ince dallar dikkati çekti. Ancak 2B TOF ve DSA tetkiklerinde bu ince dallar teyit edilemedi.



Serebral DSA tetkiklerinde selektif karotis ve vertebral arter enjeksiyonlarında özellikle TS'lerin hipoplazisinin değerlendirilmesinde sağ ve sol enjeksiyonlarda farklılıklar saptandı. Bu nedenle DSA serileri tüm sekanslar değerlendirilerek yorumlandı. DSA'da straight sinüsün torcular ile birleşim yeri her hastada optimal görülemedi. Bu da DSA tetkikinde venöz sinüsleri değerlendirmemizi zorlaştırdı. Çoğu hastamızda sağ vertebral arter enjeksiyonunda sol transvers sinüsün daha dolgun olduğunu, sağ transvers sinüsün ise seçilemediği ve bunun tersinde yani sol vertebral arter enjeksiyonunda sağ transvers sinüsün daha net seçilebildiği dikkatimizi çekti. Vertebral arter enjeksiyonlarında straight sinüsler karotid arter enjeksiyonlarından daha net bir şekilde izlendi.

Venlerin göstermiş olduğu varyasyonlar ve değişik bağlantılar onlarla ilgili incelemelerin artırılması gerektiğini göstermiştir. Venlerin cerrahi müdahale esnasında kesilmesi ve oklüde edilmeleri postoperatif venöz enfarktlara ve telafisi mümkün olmayan nörolojik defisitlerin gelişmesine yol açmaktadır (30,80,81). Bunlar içinde hemipleji, koma, hatta ölüm sayılabilir(81,82).

Serebral kanın %70-80 kadarının venlerde olması nedeni ile venlerdeki sempatoadrenerjik regülasyonun serebral kan akımının istirahat halindeki regülasyonundan sorumlu olduğu söylenebilir. Serebral fizyoloji ile ilgili çalışmalarda intrakranial basınç (İCP) artışında servikal sempatik aktivitenin arttığı venöz sinüslerde konstruksiyon geliştiği ve İCP'de azalma olduğu görülmüştür. Bu da bize serebral venöz kan akımının sempatoadrenerjik kontrolünün istirahat hali dışındaki fizyolojik şartlarda da ve İCP yükseldiğinde efektif olduğunu göstermektedir. SSS'nin kafatası iç tabakasına yakınlığı sebebi ile vertikal bölgeye uygulanacak bir darbe veya travma sonrası zedelenerek epidural hematoma sebep olma olasılığı vardır. Bu kitle etkisi hem SSS dolaşımını bozabilir hem de serebral ödeme yol açabilir(30). Superfisiyal serebral venler SSS'e subaraknoid alandan ilerleyerek veya araknoid ile duramater arasındaki potansiyel boşluktan ilerleyerek

dökülürler. Travma, serebral atrofi, darp gibi potansiyel tehlikeler karşısında dayanıksızdırlar ve koparak veya yırtılarak akut, subakut veya kronik subdural hematomların oluşumundan sorumlu olabilirler(13,30,32).

SSS beklendiği gibi her zaman tam orta hatta yer almayabilir. Tubbs'un çalışmasında SSS'in %67 oranında ortalama 5mm (4-6mm) sağda, %10 oranında ortalama 3mm (2-6mm) solda ve %37 oranında da sütünanın tam altında olduğu gösterilmiştir(83).

Çalışmamızda 394 hastanın 300'ünde SSS tek kök halinde izlenmekteydi. Bu 300 hastanın 151'inde (%51) SSS orta hattaydı, 115'inde (%38) sağa deviye ve sağ TS'e ve 34 (%11) vakada sola deviye ve sol TS'e açılmaktaydı. Biz daha çok SSS'i orta hatta saptadık ve SSS splitliği ve fenestre olanları orta hat sınıflaması dışında tuttuk. SSS 90 vakada splitti ve bunların 41'inde iki dalda kodominanttı 28'inde sağ dalı dominanttı, 21'inde sol dalı dominanttı. 4 vakada SSS fenestrasyonluuydu. Ayrıca 1 vakada ise SSS 1/3 anterior kesimi agenetikti.

Lang(18), Rhoton(13,32), Schmidek(30), Tubbs(34,84) ve Vignes(85) yaptıkları anatomik disseksiyonlarda venöz drenajın önemini vurgulamışlardır. Tubbs, Rhoton ve Lang superior sagittal sinüse drene olan venlerin özellikle posterior frontal ve parietal bölgelerde genişlediklerini ve sayıca arttıklarını, laküner morfolojinin de burada belirginleştiğini ve SSS'nin de bu bölgede genişlediğini vurgulamışlardır. Venöz drenajda çaplar arasındaki farklılık bölgesel dağılım göstermektedir(13). Beynin hareket, hissetme, tehlikeden korunma, işitme, konuşma, üreme gibi merkezlerinde yer alan venlerin sayı ve genişliklerinin arttığı izlenmiştir(13,18).

Çalışmamızda çeşitli lokalizasyonlarda ve boyutlarda araknoid granulasyon olan vakalar gözlemedik Yapılan pek çok anatomik çalışmada araknoid

granülasyonun doğumda olmadığı vurgulanmaktadır(84). Laküner yapı genişlemekte ve zamanla araknoid granülasyonlar gelişmektedir. Rhoton, araknoid granülasyonların lakünlerin taban ve tavanını oluşturduğunu bildirmiştir. Yaptığı topografik çalışmalarda da lakünlerin özellikle parietal ve posterior frontal bölgede en geniş boyutlara ulaştığını oksipital ve ön frontal bölgelerde ise daha küçük lakünlerin bulunabildiğini göstermiştir(13,18). Rhoton lakünlerin dominant olarak meningeal venlerden drenajı olduğunu buldu. Meningeal venler kafatası ile duramater arasında yerleşirler. Meningeal arterlerin seyrine paraleldirler. Emissarian, diploik ve serebral venlerle komünikasyon halindedirler ve laküner yapıya ve büyük venöz sinüslere dökülürler(30). Lang ve Fox lakünlerin doğumdan sonra meningeal ve diploik venlerin birleşimi ile geliştiklerini ve sonrasında orta yaşta tek bir parça haline gerilediklerini ve SSS'in her bir tarafında birer adet olduklarını bildirmişlerdir(18).

OS varyasyonunun varlığı juguler ven çapından çok TS dilatasyonu ile ilgisi olduğu raporlanmıştır(86). Çalışmamızda oksipital sinüs varlığı ile sol transvers sinüs agenezisi arasında anlamlı ilişki bulundu ve sol transvers sinüs agenezisinin kompensasyonu için oksipital sinüs drenajının kullanıldığı düşünüldü.

Prenatal sinüslerin gelişimi sırasında dinamik değişiklikler veya venöz akım hacmindeki dalgalanmalar vasıtasıyla TS kalibresindeki değişiklikler posterior fossadaki dural venöz sinüslerin varyasyonu ile koreledir(14). Dora ve Zileli'nin çalışmalarında yetişkinlerde konfluens sinuumu eş zamanlı iki OS ile drene eden 10 vaka bulmuşlardır (%6,6) (86). Kalbag ve Woolf ise konfluensi drene eden tek OS veya OS yokluğu görmüştür(16). Kopuz ve ark. ise konfluensi drene eden ikiden fazla OS bulmuştur. 9 yaşından daha büyük çocuklarda OS görmemişlerdir(16). OS yokluğu veya tek OS varlığı saptamamışlardır(16).

Ayanzen yaşları 9 ile 83 arasında değişen 100 vakasının %10'unda OS bulmuştur(3). Ancak diğer araştırmacılar da %35 OS bulunmuştur. Rui'z çalışmasında

OS varlığı ölüm anındaki yaş ortalaması 85 olan 12 kadavranın birinde saptamıştır(87).

Widjaja ve griffiths çalışmasında 50 hastanın dokuzunda (% 18) OS tespit etmişler ve 9 yaşdan büyük çocuklarda görülür olmadığını, ağırlıklı olarak 2 yaş altındakilerde görüldüğünü belirtmişlerdir. OS vakalarının 9 hastanın 6 sında hipoplazik TS saptamışlardır. OS'lü hastaların birinde bilateral TS agenezisi mevcut olup, bu hastada tonsillar herniasyon, posterior fossa anomalisi veya hidrosefali saptanmamıştır. Dora ve Zileli ile Widjaja ve griffith TS büyüklüğü ile OS varlığı arasında ilişki bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu bulgular saptandı. Tablo 17'de %15 OS varlığı bulgumuz diğer bazı çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

**Tablo 17:** OS varlığının araştırmacılara göre dağılımı

	n	YOK(%)	VAR(%)
Dora and Zileli(86)	163	47	53
Goto and Koda(16)	131	82	18
Ayanzen et al(3)	100	90	10
San Millan Ruiz et al(38)	12	8.3	91.7
Narayanam and Livingstone(16)	100	83	17
Widjaja and Griffiths(6)	50	82	18
Kopuz(16)	33	0	100
Çalışmamızda	394	85	15

Çalışmamızda 394 hastanın 59'unda(%15) oksipital sinüs vardı ve oksipital sinüs en fazla olarak orta hatta tek dal olarak saptandı. OS'nin inferior bağlantılarını incelediğimizde en sık olarak 39'unda juguler bulb ile bağlantısı vardı. Sol TS agenezisi olan 13 hastanın 9'unda (%69.2) OS mevcuttu ve sağ TS agenezisi olan 6

hastanın 2'sinde (%33.3) OS görüldü. Sol TS agenezisi olan hastalarda OS varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu.

Widjaja ve Griffiths çalışmasında TS ve SSS çaplarını torkulardan 1 cm yukarıda kıyaslamış TS çapı SSS çapının yarısından az olduğunda hipoplazik olarak tanımlamışlar ve hiç TS görülmezse aplazik olarak yorumlamışlardır(6). Çalışmamızda iki hastada bir taraf TS agenezikken, diğer TS kalibresi çok ince olarak saptandı ve bu TS'nin hipoplazik olduğuna Widjaja'nın çalışması örnek alınarak SSS ile yapılan kıyaslama ile hipoplazi derecesi belirlendi. Ayrıca Widjaja ve Griffiths oksipital sinüsü 50 hastanın 9 unda tespit etmişler ve 5'inde bilateral 4 ünde unilateral bulmuşlardır(6). 9 yaşından büyük çocuklarda oksipital sinüs izlememişler ve oksipital sinüslü 9 hastanın 6 sında aplazik veya hipoplazik TS, 3'ünde kodominant TS tespit etmişlerdir. Widjaja ve griffiths üç olguda TS'i ajenetik veya hipoplazik bulmuşlar ve bu aplazi veya hipoplazi TS gelişimi sırasında oluştuğunu belirtmişlerdir. Beads ve ark. 4 vakada TS agenezisi bulmuştur.

Alper ve ark. çalışmalarında toplam 105 hastanın 21'inde (%20) sol TS sinüs, aplazisi, 41'nde (%39) sol sinüs hipoplazisi, 33'ünde (%31) simetrik sinüsler, 6'sında(%6) sağ sinüs hipoplazi, ve 4'ünde (%4) sağ sinüs aplazisi belirtmişlerdir. Ayrıca 62 (%59) hastada daha büyük bir sağ transvers sinüs ve 10 (%9,5) hastada daha geniş bir sol transvers sinüs saptamışlardır(79).

Ayanzen'in vakalarının %59'unda dominant transvers sinüs sağdadır, %25'inde sol TS ve %16 kodominant transvers sinüs vardır(3). Durgun ve ark. 189 olguda venöz drenaj dominantlığı açısından değerlendirildiğinde 82 olguda sağa drenaj dominantlığı, 36 olguda sola drenaj dominantlığı, 71 olguda ise sag-sol eşitliği tespit etmiştir(15).

**Tablo 18:** Çalışmalara göre TS Dominantlığı

Çalışma	n	Yaş	Sağ TS Dominant(%)	Sol TS Dominant(%)	Kodominant(%)
Hirata(16)	224	Adult	73	13	13
Kaplan(11)	215	Adult	33	8	26
Durgun(15)	189	Adult	43.4	19	37.6
Singh(14)	160	Adult	41	10	49
Goto ve Koda(16)	131	Adult	53	16	31
Bisaria(89)	110	Adult	18	8	58
Browning(16)	100	Adult	18	6	76
Narayanam(16)	100	Adult	39	15	46
Bergman(16)	42	Adult	21.4	4.7	69
Widjaja(6)	27	3ay-17y	54	36	8
Alper(79)	105	Adult	59	10	31
Kopuz(16)	33	Yenidoğan	51.5	18.2	30.3
Çalışmamızda	394	7-85y	25	12	62

Rollins yaşlara göre yaptığı radyolojik çalışmada sağ dominant, sol dominant ve kodominant transvers sinüs sırasıyla; 25 ayın altında %37, %21 ve %42, 25 ayla beş yaş arasında %35, %30 ve %35, 6 yaş ve üzerinde %50, %16 ve %34 olarak görüldü. Bu üç grup arasında TS dominantlığının yaşla ilişkisi saptanmadığını belirtmiştir(41).

Kaplan'ın çalışmasında 215 spesmenin 71'i (%33) SSS torcuların sağ yanında ve sağ TS 'le devamlılık göstermektedir. Bu grubun tümünde sağ TS soldan geniştir. Çap farklılığı sağın yarısı civarında ya da sağdan 2 mm daha fazla olanlar bu sınıfa kabul edilmiş. (2 mm'den az olan çap farkları eşit kabul edilmiş). Çoğunda SS sol TS'e orta hattın bir ya da 1-2 cm solunda açılmakta ve açılan SS büyük çoğunluğu tek

ve tekkende bazılarında multipl açılımları olduğunu belirtmişlerdir. Kaplan'ın çalışmasında 3 infant haricinde tüm spesmenlerde oksipital sinüs yok denecek kadar küçük ve bu üçünün her biri torca açılan orta hacimli OS'si olduğu ve bunların midserebellar bölgenin üzerinde dura tabakaları arasında genişken foramen magnum düzeyinde hafifçe daralarak marginal sinüslerle birleşmekte olduğunu belirtmişlerdir(11). Onyeddi (%8) spesmen sol TS sağdan geniş, SS orta hattın sağında sağ TS e açılmakta, SSS sol TS e açılmakta, 2 spesimde SSS un kaudal ucu çatallı, bir ucu sola bir ucu sağa açılmakta (splits) ve tüm spesmenlerde OS yok denecek kadar küçük bulmuşlardır. OS torkular ile bileşiminin orta hatta ya da hafifçe sol tarafta olduğunu söylemişlerdir(11).

Kaplan'ın çalışmasında 34 spesmen (%16), torcular eşit görünüm ve hacimdeki TS'e açılmakta, 21 (%10) spesimde SSS kaudali çifttir (splits), ve bu iki kanalın çapları eşit değildir(11). Bir TS'nin lümeni bir yanda veya diğer yandaki lateral sinüsün kalınlaşan duvarının indentasyonu ile torkuları oluşturduğu 41 spesmen (%20) tespit etmiştir(11). Daha ileri tanımlanamayan büyük anatomik varyasyonlar içeren 21 spesimde (%10), TS kötü gelişimi mevcut olan 10 olguyu bu grupta sınıflamışlardır. Herbir olguda baştan fonksiyonel venöz yolaklar sağlayan kompensatuar kanallar tariflemişlerdir(11).

Yaptığımız sınıflamaya göre tip I 149 hasta(%37,8) SSS, SS, ve her iki TS torkuları oluşturmaktaydı. Tip IIA 104 (%26,4) hastada SSS sağ veya sol TS'e açılmaktaydı SS ise TS'ler bileşkesine açılıyordu, bu vakalarda birkaç istisna dışında SSS'ün açıldığı taraftaki TS dominanttı. Tip IIB 19 (%4,8) vakada TS'lerden bir tanesi ajenetikti ve bu durumu kompanse eden OS veya venöz kompensatuar kanallar vardı. Tip IIC 73 (%18,5) vakada SSS ve SS duplikeydi (split). Tip IID 22 (%5,6) vakada SSS transvers sinüslerden birine açılırken, SS SSS'in açıldığı TS'e açılmaktaydı ve diğer TS ile SS arasında SS'in splitliği nedeniyle diğer dalıyla bağlantı mevcuttu. Tip IIE 17 (%4,3) vakada SSS splitti ve ayrı ayrı TS'ler ile

bağlantısı vardı SSS dalı-TS bağlantısına SS açılmaktaydı. Tip III 10 (%2,5) vakada vardı ve SSS bir TS'e, SS diğer TS'e drene olmaktadır.

Daha önceden de bahsedilen serebral operasyonlarda Tip III vakalarına özellikle dikkat edilmeli ve uygulanacak cerrahi işlemlerden önce hastanın torkular tipinin tip III olduğunun bilinmesi oluşacak komplikasyonların önlenmesi için önemlidir. Ayrıca TS ve sigmoid sinüslerde her iki sinüs arasında %25'den daha az bir çap farkı varsa sinüsler eş çapta kabul edildi. Daha fazla fark olan hastalarda kalibresi diğer TS'e göre daha ince olanları hipoplazi açısından değerlendirmeye tabi tutuldu. TS ve sigmoid sinüslerin sağ ve solu arasındaki kalibre farkı %25-75 arasında olan vakaları hafif hipoplazik, %75'inden daha fazla fark olan hastaları ağır hipoplazik olarak sınıflandı. Ağır hipoplazik hastaların cerrahi işlemlerinde dominant olan TS'e dikkat edilmesi zedelendiği durumlarda ağır hipoplazik TS'nin drenaj yükünü kaldıramayarak komplikasyonlara yol açabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda inferior sagittal sinüs 394 vakanın 355'inde (%90,1) görüntüleme yöntemleri ile vizualize edilebildi. Ancak 39 (%9,9) vakada izlenemedi. İSS'ü bazı hastalarda ince, bazılarında dolgun olarak görüldü. İSS 2B TOF MRV'de ve DSA'da ince kalibredeyken kontrastlı 3 B SPGR'da net olarak izlendi. Ayanzen'in çalışmasında SSS ve SS her vakada görülmüş ancak İSS sadece %52 vakada görülmüştür(3).

Çalışmamızda galen veni, serebral ven, Rosenthalin bazal veni, trolard ve labbe venleri hemen hemen tüm vakalarda vizualize edilmiştir. Ayanzen'in çalışmasında, Galen veni ve çift serebral veni %100 görülmüş, çift Rosenthalin bazal veni %91, sağ trolard %37, sol trolard %34, sağ anostomatik labbe veni %91, sol anostomatik labbe %96 görülmüştür.



Gelişimsel serebral venöz anomaliler (GSVA) BT ve MR çalışmalarında sıklıkla tesadüfi bulgu olarak rapor edilen serebral vasküler malformasyonların en sık saptanan tipidir. GSVA genellikle serebral damarların uç anatomik varyasyonu olarak düşünülür. Ve vakaların büyük çoğunluğunda benign klinik seyir gösterirler (87). Çalışmamızda inceleme yöntemlerimizle vakaların 9'unda (%2,3) gelişimsel venöz anomali saptandı.

## 6. SONUÇ

Dural venöz sinüsler kadaverik-anatomik spesmen çalışmaları ile değerlendirilebildiği gibi dijital substraksiyon anjiyografi (DSA), bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA) , manyetik rezonans anjiyografi (MRA) tetkikleri ve sınırlı bir role sahip olmasına rağmen nükleer tıp teknikleri DVS'yi değerlendirmekte kullanılabilir. Serebral anjiyografik incelemeler ve kesitsel görüntüleme yöntemlerinin doğru değerlendirilebilmesi ve intrakraniyal patolojilerle ilişkileri bakımından, dural venöz sinüslerin gelişimi ve gross anatomisi ile sık görülen varyasyonlarının bilinmesi gerekir.

Parasagittal meninjiomlar, duramater kökenli tümörler, parietal yerleşimli glial tümörler, gelişimsel venöz anomaliler, intrakraniyal osteomalar, kemiğe invaze olmuş kavernom ya da melanomlar, interhemisferik yaklaşım gerektiren pineal bölge tümörleri, lateral ventrikül tümörleri gibi bikoronal kraniotomi ile boşaltılması gereken tüm patolojik lezyonlarda, baş boyun malign lezyonlarında radikal diseksiyon uygulamalarının çoğunda yapılacak cerrahi girişimlerde dural venöz sinüslerin ve drene olan venlerin anatomik yerleşimlerini tanımlamak ve varyasyonlarını bilmek kanama kontrolü, venöz enfarkt v.b. komplikasyonların azaltılması açısından önem taşır. Prenatal gelişim sırasında, TS kalibresindeki değişim ve venöz akım hacmindeki dinamik değişiklikler bu sinüslerin varyasyonlarına neden olur Bir çok yayın dural sinüsleri basit kanallar olarak tarif etse de, çoğunlukla çok sayıda çaprazlaşan band, kord ve köprüleşmeler içeren kompleks yapılardır.

Cerrahi işlemler öncesi değerlendirilmesinin önemli olduğu dural sinüsleri, kliniğimizde kullandığımız ve dural venöz sinüsleri göstermiş olduğumuz tetkikleri inceleyerek literatür eşliğinde sınıflamaya çalıştık. Ancak gördüğümüz varyatif durumları tam olarak karşılayacak bir sınıflama bulamadık. Bu nedenle yeni bir

sınıflama yaparak bu sınıflamanın bulgularını sunmaya çalıştık. Sınıflamamızın kullanılabilirliği değerlendirmek için klinik kullanımı sonucu oluşacak gözlemler önemli olacaktır.

Sınıflamamızı yaparken sol TS agenezisi ile OS varlığı arasında, yalancı konfluens tipi torkular ile OS varlığı arasında, fenestrasyonlu SS ile OS varlığı arasında, SS fenestrasyonu ile kadın cinsiyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bulgular saptanmıştır. Geniş bir hasta serisi ile elde ettiğimiz bulgularla son derece varyatif olan dural venöz sinüslerin klinik yararı olacak ortak bir sınıflama eşliğinde değerlendirilebileceğini ummaktayız.

## 7. KAYNAKLAR

- 1.Osborn, A.G. (1999). Diagnostic Cerebral Angiography (c. SECOND EDITION): Williams and Wilkins.
- 2.Peter H, H.K., M. Gazi Y. (1982). Cerebral Angiography (c. 2nd Completely Revised Edition).
- 3.Ayanzen, R.H., Bird, C.R., Keller, P.J., McCully, F.J., Theobald, M.R.,Heiserman, J.E. (2000) Cerebral MR venography: normal anatomy and potential diagnostic pitfalls. *AJNR Am J Neuroradiol*, 21 (1), 74-78.
- 4.Cireli, E., Öztürk, L., Kumral, K., Maden, N., Duman, Y., Övül, İ. (1991-1992). Cerebral Ven Ve Ven Sinusları.
- 5.Cure, J.K., Van Tassel, P.,Smith, M.T. (1994) Normal and variant anatomy of the dural venous sinuses. *Semin Ultrasound CT MR*, 15 (6), 499-519.
- 6.Widjaja, E.,Griffiths, P.D. (2004) Intracranial MR venography in children: normal anatomy and variations. *AJNR Am J Neuroradiol*, 25 (9), 1557-1562.
- 7.Kiya, K., Satoh, H., Mizoue, T.,Kinoshita, Y. (2001) Postoperative cortical venous infarction in tumours firmly adherent to the cortex. *J Clin Neurosci*, 8 Suppl 1, 109-113.
- 8.Sekhar, L.N., Chanda, A.,Morita, A. (2002) The preservation and reconstruction of cerebral veins and sinuses. *J Clin Neurosci*, 9 (4), 391-399.
- 9.Hwang, S.K., Gwak, H.S., Paek, S.H., Kim, D.G.,Jung, H.W. (2002) The experience of ligation of transverse or sigmoid sinus in surgery of large petroclival meningiomas. *J Korean Med Sci*, 17 (4), 544-548.
- 10.Avci, E., Kocaogullar, Y., Fossett, D.,Caputy, A. (2003) Lateral posterior fossa venous sinus relationships to surface landmarks. *Surg Neurol*, 59 (5), 392-397; discussion 397.
- 11.Kaplan, H.A., Browder, J., Knightly, J.J., Rush, B.F., Jr.,Browder, A. (1972) Variations of the cerebral dural sinuses at the torcular herophili. Importance in radical neck dissection. *Am J Surg*, 124 (4), 456-461.
- 12.Matsushima, T., Rhoton, A.L., Jr., de Oliveira, E.,Peace, D. (1983) Microsurgical anatomy of the veins of the posterior fossa. *J Neurosurg*, 59 (1), 63-105.
- 13.Oka, K., Rhoton, A.L., Jr., Barry, M.,Rodriguez, R. (1985) Microsurgical anatomy of the superficial veins of the cerebrum. *Neurosurgery*, 17 (5), 711-748.
- 14.Singh, M., Nagashima, M.,Inoue, Y. (2004) Anatomical variations of occipital bone impressions for dural venous sinuses around the torcular Herophili, with special reference to the consideration of clinical significance. *Surg Radiol Anat*, 26 (6), 480-487.
- 15.Durgun, B., Ilglt, E.T., Cizmeli, M.O.,Atasever, A. (1993) Evaluation by angiography of the lateral dominance of the drainage of the dural venous sinuses. *Surg Radiol Anat*, 15 (2), 125-130.
- 16.Kopuz, C., Aydin, M.E., Kale, A., Demir, M.T., Corumlu, U.,Kaya, A.H. (2010) The termination of superior sagittal sinus and drainage patterns of the lateral,

- occipital at confluens sinuum in newborns: clinical and embryological implications. *Surg Radiol Anat*, 32 (9), 827-833.
- 17.Muthukumar, N.,Palaniappan, P. (1998) Tentorial venous sinuses: an anatomic study. *Neurosurgery*, 42 (2), 363-371.
  - 18.Lang, J., (2001). Skull Base and Related Structures Atlas of Clinical Anatomy (C. Second Edition).
  - 19.Sener, R.N. (1996) MR angiography of the vein of Galen malformation. *Clin Imaging*, 20 (4), 243-246.
  - 20.Jinkins, JR., (2000). Atlas of Neuroradiologic Embryology, Anatomy, and Variants: LIPPINCOTT WILLIAMS&WILKINS.
  - 21.Schneider, G., Prince MR., Meaney, JFM., Ho, VB., (2005). Magnetic Resonance Angiography, Techniques, Indications and Practical Applications.
  22. Tamraz JC., Comair, YG., (2000,2006). Atlas of Regional Anatomy of the Brain Using MRI: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
  - 23.Walter Grand, L.N.H. (1999). Vasculature of the Brain and Cranial Base Variations in Clinical Anatomy.
  - 24.Standaring, S. (2008). Gray's Anatomy: Elsevier.
  - 25.Robert W. Hurst, R.H.R. (2008). Interventional Neuroradiology: Informa Healthcare USA,.
  - 26.Uflacker, R. (2007). Atlas of Vascular Anatomy: An Angiographic Approach (2nd Edition bs.): Lippincott Williams & Wilkins.
  - 27.Bradley, W.G. (2008). Neurology in Clinical Practice [Elektronik Sürüm]. Butterworth-Heinemann, An Imprint of Elsevier
  - 28.Morris, P.P. (2007). Practical Neuroangiography (2nd Edition bs.): Lippincott Williams & Wilkins.
  - 29.Shukla, V., Hayman, L.A.,Taber, K.H. (2003) Adult cranial dura II: venous sinuses and their extrameningeal contributions. *J Comput Assist Tomogr*, 27 (1), 98-102.
  - 30.Schmidek, H.H., Auer, L.M.,Kapp, J.P. (1985) The cerebral venous system. *Neurosurgery*, 17 (4), 663-678.
  - 31.Allison's, A.G. (2008). Diagnostic Radiology [Elektronik Sürüm]. Churchill Livingstone, An Imprint of Elsevier
  - 32.Rhoton, A.L., Jr. (2002) The cerebral veins. *Neurosurgery*, 51 (4 Suppl), S159-205.
  - 33.Fox, R.J., Walji, A.H., Mielke, B., Petruk, K.C.,Aronyk, K.E. (1996) Anatomic details of intradural channels in the parasagittal dura: a possible pathway for flow of cerebrospinal fluid. *Neurosurgery*, 39 (1), 84-90; discussion 90-81.
  - 34.Tubbs, R.S., Loukas, M., Louis, R.G., Jr., Shoja, M.M., Acakpo-Satchivi, L., Blount, J.P. ve diğerleri. (2007) Anatomy of the falcine venous plexus. *J Neurosurg*, 107 (1), 155-157.

35. McDougall, C.G., Halbach, V.V., Dowd, C.F., Higashida, R.T., Larsen, D.W., Hieshima, G.B. (1997) Dural arteriovenous fistulas of the marginal sinus. *AJNR Am J Neuroradiol*, 18 (8), 1565-1572.
36. de Oliveira, E., Rhoton, A.L., Jr., Peace, D. (1985) Microsurgical anatomy of the region of the foramen magnum. *Surg Neurol*, 24 (3), 293-352.
37. Miller, D.L., Doppman, J.L. (1991) Petrosal sinus sampling: technique and rationale. *Radiology*, 178 (1), 37-47.
38. San Millan Ruiz, D., Gailloud, P., Rufenacht, D.A., Delavelle, J., Henry, F., Fasel, J.H. (2002) The craniocervical venous system in relation to cerebral venous drainage. *AJNR Am J Neuroradiol*, 23 (9), 1500-1508.
39. Cimsit, N.C., Ture, U., Ekinci, G., Necmettin Pamir, M., Erzen, C. (2003) Venous variations in the region of the third ventricle: the role of MR venography. *Neuroradiology*, 45 (12), 900-904.
40. Haage, P., Krings, T., Schmitz-Rode, T. (2002) Nontraumatic vascular emergencies: imaging and intervention in acute venous occlusion. *Eur Radiol*, 12 (11), 2627-2643.
41. Rollins, N., Ison, C., Booth, T., Chia, J. (2005) MR venography in the pediatric patient. *AJNR Am J Neuroradiol*, 26 (1), 50-55.
42. Seidenwurm, D., Berenstein, A., Hyman, A., Kowalski, H. (1991) Vein of Galen malformation: correlation of clinical presentation, arteriography, and MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*, 12 (2), 347-354.
43. Yokota, A., Oota, T., Matsukado, Y., Okudera, T. (1978) Structures and development of the venous system in congenital malformations of the brain. *Neuroradiology*, 16, 26-30.
44. Caldemeyer, K.S., Mathews, V.P., Azzarelli, B., Smith, R.R. (1997) The jugular foramen: a review of anatomy, masses, and imaging characteristics. *Radiographics*, 17 (5), 1123-1139.
45. Leach, J.L., Jones, B.V., Tomsick, T.A., Stewart, C.A., Balko, M.G. (1996) Normal appearance of arachnoid granulations on contrast-enhanced CT and MR of the brain: differentiation from dural sinus disease. *AJNR Am J Neuroradiol*, 17 (8), 1523-1532.
46. Koshikawa, T., Naganawa, S., Fukatsu, H., Ishiguchi, T., Ishigaki, T. (2000) Arachnoid granulations on high-resolution MR images and diffusion-weighted MR images: normal appearance and frequency. *Radiat Med*, 18 (3), 187-191.
47. Ikushima, I., Korogi, Y., Makita, O., Yamura, M., Kawano, H., Kohama, M. ve diğ erleri. (1999) MRI of arachnoid granulations within the dural sinuses using a FLAIR pulse sequence. *Br J Radiol*, 72 (863), 1046-1051.
48. Casey, S.O., Ozsvath, R., Choi, J.S. (1997) Prevalence of arachnoid granulations as detected with CT venography of the dural sinuses. *AJNR Am J Neuroradiol*, 18 (5), 993-994.

49. Wetzel, S.G., Kirsch, E., Stock, K.W., Kolbe, M., Kaim, A., Radue, E.W. (1999) Cerebral veins: comparative study of CT venography with intraarterial digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 20 (2), 249-255.
50. Orhan Oyar, Gülsoy, UK., (2003). *Tıbbi Görüntüleme Fiziği: Rekmay*, Ankara.
51. Geoffrey D. Rubin, N.M.R. (2009). *CT and MR Angiography: Comprehensive Vascular Assessment (C. 1st Edition): Lippincott Williams & Wilkins.*
52. Ozsvath, R.R., Casey, S.O., Lustrin, E.S., Alberico, R.A., Hassankhani, A., Patel, M. (1997) Cerebral venography: comparison of CT and MR projection venography. *AJR Am J Roentgenol*, 169 (6), 1699-1707.
53. Rodallec, M.H., Krainik, A., Feydy, A., Helias, A., Colombani, J.M., Julles, M.C. ve diğerleri. (2006) Cerebral venous thrombosis and multidetector CT angiography: tips and tricks. *Radiographics*, 26 Suppl 1, S5-18; discussion S42-13.
54. Agid, R., Shelef, I., Scott, J.N., Farb, R.I. (2008) Imaging of the intracranial venous system. *Neurologist*, 14 (1), 12-22.
55. Linn, J., Ertl-Wagner, B., Seelos, K.C., Strupp, M., Reiser, M., Bruckmann, H. ve diğerleri. (2007) Diagnostic value of multidetector-row CT angiography in the evaluation of thrombosis of the cerebral venous sinuses. *AJNR Am J Neuroradiol*, 28 (5), 946-952.
56. Lee, J.M., Jung, S., Moon, K.S., Seo, J.J., Kim, I.Y., Jung, T.Y. ve diğerleri. (2005) Preoperative evaluation of venous systems with 3-dimensional contrast-enhanced magnetic resonance venography in brain tumors: comparison with time-of-flight magnetic resonance venography and digital subtraction angiography. *Surg Neurol*, 64 (2), 128-133; discussion 133-124.
57. Liang, L., Korogi, Y., Sugahara, T., Onomichi, M., Shigematsu, Y., Yang, D. ve diğerleri. (2001) Evaluation of the intracranial dural sinuses with a 3D contrast-enhanced MP-RAGE sequence: prospective comparison with 2D-TOF MR venography and digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 22 (3), 481-492.
58. John R. Haaga, C.F.L. (2003). *Computed tomography and magnetic resonance imaging of the whole body (Fourth edition bs., c. Volume one): MOSBY.*
59. Könez, O. (1993) *Manyetik Rezonans Görüntüleme: Temel Bilgiler.*
60. Edelman, R.R. (1993) MR Angiography: Present and Future. *Am J Roentgenol* (161), 1-11.
61. Donald W. McRobbie, E.A.M., Martin J. Graves and Martin R. Prince. (2006). *MRI From Picture to Proton (Second edition bs.): CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.*
62. Kanal, E., Shellock, F.G., Talagala, L. (1990) Safety considerations in MR imaging. *Radiology*, 176 (3), 593-606.
63. Haacke, E.M., Masaryk, T.J. (1989) The salient features of MR angiography. *Radiology*, 173 (3), 611-612.

- 64.Hausmann, R., Lewin, J.S.,Laub, G. (1991) Phase-contrast MR angiography with reduced acquisition time: new concepts in sequence design. *J Magn Reson Imaging*, 1 (4), 415-422.
- 65.Anzalone, N. (2005) Contrast-enhanced MRA of intracranial vessels. *Eur Radiol*, 15 Suppl 5, E3-10.
- 66.Khandelwal, N., Agarwal, A., Kochhar, R., Bapuraj, J.R., Singh, P., Prabhakar, S. ve diğ erleri. (2006) Comparison of CT venography with MR venography in cerebral sinovenous thrombosis. *AJR Am J Roentgenol*, 187 (6), 1637-1643.
- 67.Pernicone, J.R., Siebert, J.E., Potchen, E.J., Pera, A., Dumoulin, C.L.,Souza, S.P. (1990) Three-dimensional phase-contrast MR angiography in the head and neck: preliminary report. *AJR Am J Roentgenol*, 155 (1), 167-176.
- 68.Pui, M.H. (2004) Cerebral MR venography. *Clin Imaging*, 28 (2), 85-89.
- 69.Idbaih, A., Boukobza, M., Crassard, I., Porcher, R., Bousser, M.G.,Chabriat, H. (2006) MRI of clot in cerebral venous thrombosis: high diagnostic value of susceptibility-weighted images. *Stroke*, 37 (4), 991-995.
- 70.Renowden, S. (2004) Cerebral venous sinus thrombosis. *Eur Radiol*, 14 (2), 215-226.
- 71.Lafitte, F., Boukobza, M., Guichard, J.P., Reizine, D., Woimant, F.,Merland, J.J. (1999) Deep cerebral venous thrombosis: imaging in eight cases. *Neuroradiology*, 41 (6), 410-418.
- 72.Hinman, J.M.,Provenzale, J.M. (2002) Hypointense thrombus on T2-weighted MR imaging: a potential pitfall in the diagnosis of dural sinus thrombosis. *Eur J Radiol*, 41 (2), 147-152.
- 73.Leach, J.L., Wolujewicz, M.,Strub, W.M. (2007) Partially recanalized chronic dural sinus thrombosis: findings on MR imaging, time-of-flight MR venography, and contrast-enhanced MR venography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 28 (4), 782-789.
- 74.Raizer, J.J.,DeAngelis, L.M. (2000) Cerebral sinus thrombosis diagnosed by MRI and MR venography in cancer patients. *Neurology*, 54 (6), 1222-1226.
- 75.Kallmes, D.F., Cloft, H.J., Jensen, M.E., Kaptain, G.J., Dion, J.E.,Matsumoto, J.A. (1998) Dural arteriovenous fistula: a pitfall of time-of-flight MR venography for the diagnosis of sinus thrombosis. *Neuroradiology*, 40 (4), 242-244.
- 76.Carpenter, J.S., Rosen, C.L., Bailes, J.E.,Gailloud, P. (2004) Sinus pericranii: clinical and imaging findings in two cases of spontaneous partial thrombosis. *AJNR Am J Neuroradiol*, 25 (1), 121-125.
- 77.Tada, H., Takanashi, J., Barkovich, A.J.,Kohno, Y. (2005) Intracranial dural venous anomalies in familial cervical cystic hygroma. *Pediatr Neurol*, 32 (1), 50-52.
- 78.Tan, I.L., van Schijndel, R.A., Pouwels, P.J., van Walderveen, M.A., Reichenbach, J.R., Manoliu, R.A. ve diğ erleri. (2000) MR venography of multiple sclerosis. *AJNR Am J Neuroradiol*, 21 (6), 1039-1042.



79. Alper, F., Kantarci, M., Dane, S., Gumustekin, K., Onbas, O., Durur, I. (2004) Importance of anatomical asymmetries of transverse sinuses: an MR venographic study. *Cerebrovasc Dis*, 18 (3), 236-239.
80. McKinnon, S.G. (1998) Anatomy of the cerebral veins, dural sinuses, sella, meninges, and CSF spaces. *Neuroimaging Clin N Am*, 8 (1), 101-117.
81. DiMeco, F., Li, K.W., Casali, C., Ciceri, E., Giombini, S., Filippini, G. ve diğ erleri. (2004) Meningiomas invading the superior sagittal sinus: surgical experience in 108 cases. *Neurosurgery*, 55 (6), 1263-1272; discussion 1272-1264.
82. Buster, W.P., Rodas, R.A., Fenstermaker, R.A., Kattner, K.A. (2004) Major venous sinus resection in the surgical treatment of recurrent aggressive dural based tumors. *Surg Neurol*, 62 (6), 522-529; discussion 529-530.
83. Tubbs, R.S., Salter, G., Elton, S., Grabb, P.A., Oakes, W.J. (2001) Sagittal suture as an external landmark for the superior sagittal sinus. *J Neurosurg*, 94 (6), 985-987.
84. Tubbs, R.S., Loukas, M., Shoja, M.M., Apaydin, N., Ardalan, M.R., Oakes, W.J. (2008) Lateral lakes of Trolard: anatomy, quantitation, and surgical landmarks. Laboratory investigation. *J Neurosurg*, 108 (5), 1005-1009.
85. Vignes, J.R., Dagain, A., Guerin, J., Liguoro, D. (2007) A hypothesis of cerebral venous system regulation based on a study of the junction between the cortical bridging veins and the superior sagittal sinus. Laboratory investigation. *J Neurosurg*, 107 (6), 1205-1210.
86. Dora, F., Zileli, T. (1980) Common variations of the lateral and occipital sinuses at the confluens sinuum. *Neuroradiology*, 20 (1), 23-27.
87. Ruiz, D.S., Yilmaz, H., Gailloud, P. (2009) Cerebral developmental venous anomalies: current concepts. *Ann Neurol*, 66 (3), 271-283.