



T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**İNTRAKRANİYAL DURAL VENÖZ VARYASYONLARIN MR
VENOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Songül ERDEM
UZMANLIK TEZİ

Diyarbakır - 2018



T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**İNTRAKRANİYAL DURAL VENÖZ VARYASYONLARIN MR
VENOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Songül ERDEM

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Salih HATTAPOĞLU

Diyarbakır - 2018

ÖZET

Dural venöz sinüslerde izlenebilen bazı varyasyonlar, sinüs ven trombozu ve kitle invazyonları gibi durumları taklit ederek, yanlış tanılara yol açabilir. Radyolojik raporlamanın doğru yapılması için varyasyonların bilinmesi çok önemlidir. Serebral ven varyasyonları arterlerden bağımsız olarak sadece bireyler arasında değil, aynı kişinin her iki hemisferinde de farklılıklar gösterebilir. Bu durum serebral venlerin sınıflamasını zorlaştırmaktadır. Dural venöz sinüsler kadaverik-anatomik spesmen çalışmaları ile değerlendirildiği gibi, radyolojik yöntemlerle de (Dijital substarksiyon anjiyografisi(DSA), Bilgisayarlı tomografi anjiyografisi (BTA), Manyetik Rezonans anjiyografi (MRA)) normal popülasyonda değerlendirilebilir (1-4).

Temmuz 2010 – Ağustos 2018 tarihleri arasında serebral venöz MRA tetkiki yapılmış 968 hasta çalışmamıza dahil edildi. Bu 968 hastanın 154'ü venöz tromboz ve kitle invazyonu nedeniyle değerlendirme dışı bırakıldı. 186'ü erkek, 628'ı kadın olmak üzere toplam 814 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların yaşları 1-92 arasında (ortalama 35.95 ± 14.979) değişmekteydi. Her hastada dural venöz sinüslerin varyasyonları değerlendirildi.

Superior sagittal sinüs (SSS) varyasyonları incelendiğinde 6 tip varyasyon görüldü. 814 hastanın 357'si (%43.9) varyasyon göstermekteydi.

Tranvers sinüs incelendiğinde 2 tip varyasyon mevcuttu. 814 hastanın 342 (%42)'si varyasyon göstermekteydi.

Sigmoid sinüs incelendiğinde 814 hastanın 243(%29.9)'ü varyasyon göstermekteydi ve 2 tip varyasyon mevcuttu.

Sinüs rectus incelendiğinde 3 tip varyasyon mevcuttu. 814 hastanın 42(%5.2)'si varyasyon göstermekteydi.

Oksipital sinüs varlığı 814 hastanın 27(%3.3)'sinde mevcuttu ve 2 tip varyasyon göstermekteydi.

Dural sinüslerin non-invaziv, radyasyon içermeyen ve kontrast madde kullanılmayabilen bir teknik olan MR ile değerlendirilmesi önemli bir avantajdır. Biz de bu çalışmamızda tüm yaş gruplarındaki olguları, dural sinüs varyasyonlarını 3D PCA MR VENOGRAFİ ile değerlendirmek istedik.

Anahtar kelimeler: Dural venöz sinüs, varyasyon, faz kontrast (3D PC MRA), MR venografi

ABSTRACT

Some variations that can be observed in venous sinuses may mimic conditions such as sinus vein thrombosis and mass invasions, leading to false diagnoses. It is very important to know the variations for correct radiological reporting. Cerebral vein variations may differ not only between individuals, but also from both hemispheres of the same person, regardless of the arteries. This situation makes the classification of cerebral veins difficult. Dural venous sinuses can be evaluated by radiological methods (Digital Substance Angiography (DSA), Computed Tomography Angiography (CTA), Magnetic Resonance Angiography (MRA) in normal population as evaluated by cadaveric-anatomic specimen studies (1-4).

Between July 2010 and August 2018, 968 patients who underwent cerebral venous MRA were included in our study. Of these 968 patients, 154 were excluded due to venous thrombosis and mass invasion. A total of 814 patients (186 male, 628 female) were included in the study. Patients' ages ranged between 1-92 (mean 35.95 ± 14.979). Variations of dural venous sinuses were evaluated in each patient.

When the superior sagittal sinus (CNS) variations were examined, 6 types were observed. Of the 814 patients, 357 (43.9%) showed variability.

There were 2 types of changes in the transvers sinus. Of the 814 patients, 342 (42%) showed variation.

When sigmoid sinus was examined, 243 (29.9%) of 814 patients showed variation and 2 type variations were present.

When sinus rectus was examined, there were 3 types of variations. Of 814 patients, 42 (5.2%) had variations.

Presence of occipital sinus was present in 27 (3.3%) of 814 patients and there were 2 types of variations.

Non-invasive, irradiated and non-contrasted MR imaging techniques are an important advantage for evaluation of dural sinuses. In this study, we aimed to evaluate the dural sinus variations in all age groups with 3D PCA MRI VENOGRAPHY.

Keywords: Dural venous sinuses, variation, Phase contrast (3D PC MRA), MR venography

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfalar</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLOLAR DİZİNİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Serebral Venöz Sistemin Embriyolojisi	3
2.2. Serebral Venöz Sistemin Anatomisi	8
2.2.1. Süperfisiyal (Kortikal) Serebral Venler	8
2.2.2. Derin Serebral Venler	11
2.2.3. Posterior Fossa Venleri	14
2.2.4. Ekstrakranial Venler	16
2.2.5. Dural Venöz Sinüsler	20
2.2.5.1. Süperior Grup	21
2.2.5.2. İnfior Dural Venöz Sinüsler	28
2.3. Serebral Venöz Sistemin Varyasyonları	30
2.4. Serebral Venöz Sistemin MR Görüntülenmesi	34
2.4.1. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	34
2.4.2. Spin Eko (SE) Sekansı	35
2.4.3. Gradient Eko (GE) Sekansı	36
2.4.4. SPGR (Spoiled GRASS): Spoiled Gradient Recalled Echo	37
2.4.5. Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA)	38
2.4.6. 2B ve 3B Time of flight (TOF)	38
2.5. 2B TOF MRA	39
2.6. 3B TOF OF MRA	41
2.6.1. 2B ve 3B TOF Karşılaştırılması	43
2.6.2. Faz (phase) Kontrast MRA (PC MRA)	43
2.6.3. Kontrastlı MRA	45

2.6.4. Gadolinium-Enhanced 3-Dimensional MRV	45
2.6.5. Fluoro/Auto Triggered 3B Gd-Enhanced MR Venography (Gd-MRV)	46
2.6.6. Time-Resolved Gd-Enhanced MR Venography	46
2.6.7. Saturation Recovery, Partial Saturation	48
2.6.8. İnversion Recovery (IR)	48
3. GEREÇ VE YÖNTEM	49
3.1. Hastalar	49
3.2. Görüntülerin Değerlendirilmesi	49
3.3. İstatistiksel Yöntem	50
4. BULGULAR	51
5. TARTIŞMA	61
6. SONUÇ	66
7. KAYNAKLAR	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: Dural sinüs embriyolojisi	5
Şekil 2: Gestasyonun 8. haftasında dural sinüslerin görünümü	7
Şekil 3: Süperfisiyal serebral venlerin lateral görünümü	9
Şekil 4: Yüzeysel dural venöz sinüs ve venlerin koronal planda 2B TOF MRV görüntüsü	10
Şekil 5: Bazal Rosenthal ven ve dalları	11
Şekil 6: Medüller ve subependimal venler	13
Şekil 7: Subependimal venlerin üstten görünümü ve kaudat nükleus (noktalı alanlar) ve talamus ile ilişkilerini gösteren diagram.....	14
Şekil 8: Subependimal venlerin anteroposterior görünümü	14
Şekil 9: Posterior fossa venlerinin lateral görünümü	15
Şekil 10: Major posterior fossa venlerinin anterosüperior görünümü	16
Şekil 11: Kranial venöz pleksus	17
Şekil 12: Kalvaryum diploik venler	19
Şekil 13: Serebral venöz sistem	21
Şekil 14: Sinüslerin koronal planda 2 B TOF MRV MIP görüntüsü	24
Şekil 15: Sinüslerin koronal planda 2 B TOF MRV MIP görüntüsü	26
Şekil 16: Yüzeysel dural sinüslerin lateral planda 2B TOF MRV volume rendering görüntüsü	26
Şekil 17: Marjinal sinüs şematik çizimi	27
Şekil 18: Kavernöz sinüs	29
Şekil 19: Torkular herofili varyasyonları.....	33
Şekil 20: Spin-eko puls zaman diagramı	35
Şekil 21: Spin-eko görüntüleme RF pulsları uygulanan protonların şematik görünümü	36
Şekil 22: Gradient eko puls zaman diagramı	37
Şekil 23: Time resolved 3B kontrastlı MRA imajları	47
Şekil 24: Cinsiyete göre hasta sayılarının dağılımı	51
Şekil 25: SSS varyasyonların dağılımı	53
Şekil 26: Transvers sinüs varyasyonların dağılımı	54

Şekil 27: Sigmoid sinüs varyasyonların dağılımı	55
Şekil 28: Rectus sinüs varyasyonların dağılımı	56



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Hastaların yaş aralıkları ve cinsiyete göre sayısal dağılımları	51
Tablo 2: SSS un varyasyonları ve görülme sıklığı	52
Tablo 3: Transvers sinüs varyasyonları ve görülme sıklığı	53
Tablo 4: Sigmoid sinüs varyasyonları ve görülme sıklığı	54
Tablo 5: Sinüs rectusun varyasyonları ve görülme sıklığı	55
Tablo 6: Oksipital sinüs varlığı	56
Tablo 7: Oksipital sinüs varlığı-yaş dağılımı	57
Tablo 8: Oksipital sinüs varyasyonların yaş histogramı	57
Tablo 9: Transvers sinüs dominant-kodominantlığının literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılması	62
Tablo 10: OS varlığının araştırmacılara göre dağılımı	63
Tablo 11: Goyal ve arkadaşlarının 1654 hastanın 3D MRV tetkikleri retrospektif değerlendirmesi ve bizi çalışmayla karşılaştırılması	64
Tablo 12: Goyal ve arkadaşlarının 1654 hastanın 3D MRV tetkikleri retrospektif değerlendirmesi ve bizi çalışmayla karşılaştırılması	65

KISALTMALAR DİZİNİ

AG	: Araknoid Granülasyon
ANOVA	: Analysis Of Variance
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
BTA	: Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi
BTV	: Bilgisayarlı Tomografi Venografi
DVS	: Dural Venöz Sinüs
FA	: Flip Angle
FOV	: Field-Of-View
FSE	: Fast Spin Eko
GE	: Gradient Eko
İKB	: İntrakranial Basınç
İR	: İnverson Recovery
İSS	: İnfior Sagittal Sinüs
İS	: Internal Septasyon
KS	: 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
Ort	: Aritmetik Ortalama
OS	: Oksipital Sinüs
PACS	: Picture Archiving and Communication System
PC MRA	: Phase Contrast Manyetik Rezonans Anjiyografi
RBV	: Rosenthal bazal veni
RF	: Radyo Frekansı
SD	: Standart Deviasyon
SE	: Spin Eko
SNR	: Sinyal/Gürültü Oranı

SPGR	: Spoiled Gradient Recalled Echo
SPI	: Sinüs Petrozus İnferior
SPS	: Sinüs Petrozus Süperior
SR	: Saturation Recovery
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 VE AMAÇ

Dural venöz sinüslerde izlenebilen bazı varyasyonlar sinüs ven trombozu ve kitle invazyonları gibi durumları taklit ederek yanlış tanılara yol açabilir. Radyolojik raporlamanın doğru yapılması için varyasyonları çok önemlidir (1-3) Serebral ven varyasyonları arterlerden bağımsız olarak sadece bireyler arasında değil, aynı kişinin her iki hemisferinde de farklılıklar gösterebilir. Bu durum serebral venlerin sınıflamasını zorlaştırmaktadır (3-4) Dural venöz sinüsler kadaverik-anatomik spesmen çalışmaları ile değerlendirildiği gibi, radyolojik yöntemlerle de (Dijital substarksiyon anjiyografisi (DSA), Bilgisayarlı tomografi anjiyografisi (BTA), Manyetik Rezonans anjiyografi (MRA) normal popülasyonda değerlendirilebilir (1-4)

Serebral venlerin incelenmesinde anjiyografi uzun yıllar temel inceleme yöntemi olmuştur. Bilgisayarlı tomografi (BT) ve ardından manyetik rezonans görüntüleme (MRG) teknolojisinin hızla gelişmesiyle radyolojik yaklaşımda değişmiştir (4). Beyin MRG'nin sensitivitesi arttıkça beyindeki malformasyonların değerlendirilmesinde kullanımı artmıştır olup, Venöz sistem konvansiyonel anjiyografi ile değerlendirilebilmekle beraber serebral venöz sistemin değerlendirilmesinde manyetik rezonans venografi (MRV) kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır (6). DSA genellikle vasküler lezyonlarda başvurulan ve diğer tetkiklere göre nisbeten invaziv kabul edilmesine rağmen arteriyel ve venöz patolojilerin değerlendirilmesinde altın standart yöntemdir (4).

Bikoronel kraniotomi uygulanması gereken tüm patolojik lezyonlara yönelik yapılacak cerrahilerde süperior sagittal sinüs (SSS) ve SSS'e drene olan venlerin anatomik lokalizasyonlarını tanımlamak, dural venöz yapışıklıkları tespit etmek ve bu yapışıklıkların koronal sütür, süperior sagittal sütür , lambdoid sütür gibi landmarklara uzaklıklarını belirtmek kanama kontrolü, venöz enfarkt v.b. komplikasyonların azaltılması, cerrahi başarının artırılması açısından önemlidir (7-9).

Venöz kanama, ilgili venin drenaj bölgesinde ödeme ve enfarkta yol açabilmektedir (8). Meydana gelen venöz enfarkt venöz drenaj sahasının boyutuna göre kitle etkisine veya sonuçları irreversible olabilecek bir herniasyona, venin önemli bir bölgeyi drene etmesi durumunda ise nörolojik defisitlere hatta sekellere neden olabilir (8, 10).

Baş boyun malign lezyonlarının radikal diseksiyonlarının yönetimi lenfatik yollarının haritası üzerine kurgulanmış olup, bunlar tek veya çift taraflı juguler venöz sistemin ablasyonunuda içermektedirler. Müdahale sonrası cerrahi sahada kranial yapılarda ödem, postoperatif lenfatik ve venöz staz, bazen yüzde belirgin flushing görülebilir. Hastaların bir kısmında intrakranial venöz staz ve ödem gelişimi sonucu entellektüel fonksiyonlarda gerileme, başağrısı, diplopi, intrakranial hipertansiyon, ilerlerse optik diskte küntleşmeden kaynaklı görme kaybı bile olabilir. Bu komplikasyonların sıklığını minimize etmek için radikal boyun diseksiyonu öngörülen hastaların preoperatif baş ve boyun venöz yapılarının anatomisinin haritalandırılması gerekir (11).

Petroklival lezyonlarda petrozal yaklaşım transvers sinüsün (TS) korunmasıyla artmıştır. Gross lezyonların total rezeksiyonu sırasında tümörlerin tamamen çıkarılması için sinüslerin rezeksiyonu veya ligasyonuna ihtiyaç duyulabilir (9). Ayrıca serebrovasküler hastalıklar ve beyin tümörlerinin cerrahi tedavisinde posterior kranial fossa veya oksipital yaklaşım için konfluens sinüs etrafındaki venöz drenaj paterninin haritalandırılması ve venöz varyasyonların iyi bilinmesi gerekmektedir (12-14).

Preoperatif dönemdeki venöz drenaj paternine hakim olunması cerrahi müdahalede ki en önemli noktadır. (15). Özellikle venöz anatomide ki bireysel varyasyonlar petrozal yaklaşımda teknik zorluklara ve venöz komplikasyonlara yol açabilir (16). Dural venöz sinüs varyasyonlarına hakim olunması, patolojik yapılarla normal anatomiyi ayırt etmede expojur sırasında cerrah açısından önem taşır (15,17).

Bu çalışmada, Temmuz 2010 - Ağustos 2018 tarihleri arasında nörolojik şikayetleri nedeniyle, cinsiyet ve yaş sınırlaması olmaksızın 3D PC MRA sekansı ile elde olunmuş kranial MR tetkiki yapılan 968 hasta dahil edildi.

MR tetkikinde dural venöz sinüsleri etkileyen veya basılayan kitlesi olanlar, dural sinüs trombozu saptanan 154 hasta çalışma dışı bırakıldı. Hastaların yaşları 1-92 arasında (ortalama 35.95 ± 14.979) değişmektedir. Her hastada venöz sinüslerin varyasyonları sınıflandırıldı. MR venografi tetkiki uygulanmış hastaların bölümümüzde bulunan PACS sistemindeki arşiv kayıtlarındaki görüntüleri dural venöz sinüs yapıları varyasyon açısından incelendi.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Serebral Venöz Sistemin Embriyolojisi

Dural venöz sinüslerde görülen varyasyonlar, sinüslerin gelişmesinde temel rolü olan embriyonik venöz kanalların çeşitli anastomotik ilişkileri gözönünde tutulunca anlaşılması kolaylaşacaktır (4). Genellikle intrakranial venlerin embriyolojik gelişimi arterlerle paraleldir (2). Dört haftalık (CRL:5mm) embriyoda beyin keseleri (prozensefalon, mezensefalon ve rhombensefalon) oluşturmaktadır . 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 temelini 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:12 mm) beyin zarlarının (meninks) belirginleşmesiyle vena kapitis prima, yüzeysel ve derin olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yüzeysel olanlar sinus duramatrişi (beyin zarı olan dura materin iki yaprağı arasında kalan toplardamar boşlukları) oluştururken, derin olanlar beynin iç venlerini oluştururlar. 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 sağlar. Posterior venöz dural pleksus ise bulbus ve medulla spinalisin servikal bölümünün üst kısmının venöz drenajını sağlar. Bu ven pleksuslarının toplayıcı gövdeleri vena kapitis primanın uç kısmına açılacaktır (4).

Sekiz haftalık embriyoda (CRL:23-30 mm) duramater, piamater ve araknoid birbirinden ayrılmaya başlamaktadır (4). Posterior ve medial venöz dural pleksuslar arasında, auditiv vezikülün üst ve arka bölgesinde anastomoz oluşur. Bu anastomozdan ileride sigmoid sinüs gelişecektir . Vena kapitis primanın trigeminal ganglion önünde kalan kısmı ise oftalmik venin açıldığı sinüs kavernoza oluşumunu sağlamaktadır (Şekil 1) (4). Sinüs kavernoza kafa tabanının venöz kanını, vena

kardinalis anteriora sinüs petrozus süperior (SPS) ve sinüs petrozus inferior (SPI) ile drene edecektir . Vena kardinalis anterior , vena jugularisi oluşturacaktır (4). Kafa tavanı komşuluğunda ki duramater üzerinde bulunan anterior ve posterior dural venöz pleksuslar birleşerek tentorial ve sagittal pleksusları oluşturmaktadır. Pleksus sagittalisten SSS, sinüs sagittalis inferior (İSS) taslakları oluşmaktadır. Tentorial pleksustan sinüs transversus ve konfluens sinuum gelişmektedir (Şekil 2) (4). Serebellum ve beyin sapı geliştikçe transvers sinüs anatomik lokalizasyonu oluşmaya başlar (29). Sinüs rektus, embriyonik tentorial pleksusun füzyonu ve reorganizasyonu sonucu meydana gelir (1, 29). Telensefalon geliştikçe sinüs rektus aşağı yer değiştirir ve düz hale gelir (1).

Tentorial pleksusun arka dural pleksus ile bağlantıları sinüs oksipitalisi meydana getirecektir (4). Oksipital sinüs (OS) ve Marjinal sinüs gebeliğin üçüncü ayında izlenebilir. Dört ve beşinci aylarda oksipital sinüs çapı artar ve gelişim gösterir. OS'i oluşturan 5 ila 7 venöz kanalın büyük kısmı, her iki TS'nin medial bölümü gibi ilkel torkulardan orijin almaktadır (30).



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-SPİ, 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)

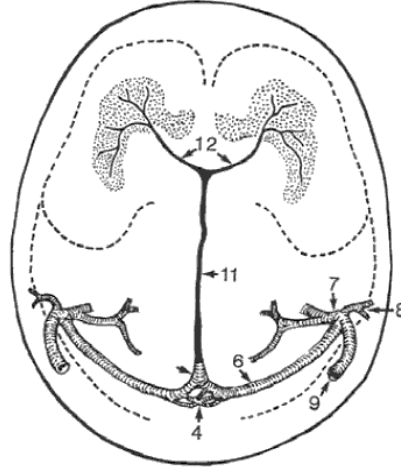
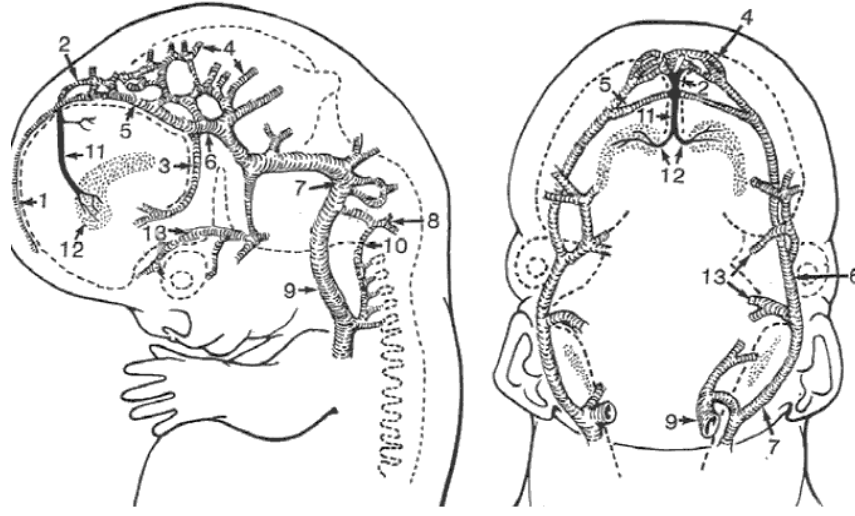
Bu venöz kanallar foramen magnum etrafında belirginleşmiş marjinal sinüse doğru drenaj gösterirler. Fakat bazı kanallarda sadece sigmoidin distal kesimiyle bağlantılıdır. Bu kanalların çapları azalabilir, birleşebilir ve küçülebilirler. Fetusun 3. trimestrında sadece birkaç tane oksipital sinüs görülebilir. Ekstrakranial bölgeye intrakranialden venöz drenajın artışı sonucu oluşan

fizyolojik hemodinamik değişiklikler, OS ve benzerlerinde geçici dilatasyondan sonra boyut ve sayıda azalma oluşur (6). Ayanzen, yaşları 9 ile 83 arasında değişen 100 hastasının %10'unda OS tanımlamıştır (3). Fakat diğer araştırmacılar da %35 sıklığında OS tanımlamıştır (6).

22 mm'lik fetusta duktus cuvieri olarak adlandırılan anastomotik transvers kanalla her iki vena cardinalis anterior birleşir (2). Kanalın sol yarısı oblitere olur ve baş boyun ve üst ekstremitte venleri sağ duktus cuvieri (kommon kardinal ven) ile kalbe drene olur. Süperior vena kava sağ duktus cuvieri ve vena kardinalis anteriorun terminal kesiminden oluşmaktadır (2).

Serebral venöz yapıların çoğu fetal hayatın üçüncü ayında ortaya çıkar. Bu sürede meydana gelen en önemli iki venöz yapı Galen ile SSS venidir. Beşinci ayın sonunda SSS'e dökülen kalvariyan emisseriyan venler ve süperfisiyal kortikal venler ve parankimal venöz kanallar tama yakın oluşmuştur (1, 18). Bu dönemde oluşan fokal, lobar ya da hemisferik aberasyonlar; sinüs perikranii, venöz anjiom, Galen veni malformasyonu Sturge Weber Sendromu gibi çeşitli anomolilere neden olabilir (30).

Embriyonik derin venlerin orjini median prozensefalik vendir. Bu geçici ven koroid pleksusu drenajını sağlar, falsin sinüs adı verilen gelişmekte olan dorsal dural pleksusa doğru aşağıya seyredir. Median prozensefalik ven, bazal ganglionlar gelişimiyle ve koroid pleksusun internal serebral venlerin oluşumuyla zamanla regrese olur. Bu venin kaudal kalıntısı internal serebral ven ile anastomozlaşarak Galenvenini meydana getirir. Primitif median prozensefalik ven regrese olmaz ise, diensefalik ve koroidal venöz drenaj çıkışı olarak devamlılık gösterirse, sonuçta Galen veni anevrizmatik genişlemesi meydana gelir. Bu tür durumlarda SS atretik olup, venöz drenaj persistan falsin sinüs aracılığıyla 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 EDİTİON. 1999: Williams and Wilkins. 195-237)

Gebelik beşinci ayı döneminde aksesuar SS, falsin sinüs olarak da bilinir, falks serebride geçici olarak izlenir, SS üzerinde yerleşir ve galen veni ile süperior sagittal sinüs arasındaki birleşmeyi sağlar (31). Bulbus prominens falsin sinüsün kalıntısı olarak adlandırılabilir. Fistül yokluğunda galen veninin bulbus prominensi normal hastalarda galen veninin anevrizması düşünülebileceğinden farkedilmesi

oldukça önemlidir (6). Rosenthal'in bazal veni, kaudomedial fetal beyni drene eden venöz dallar arasındaki sekonder birleşmelerden oluşur (1).

2.2. Serebral Venöz Sistemin Anatomisi

Serebral venlerinin bazıları beynin yüzeyel kesimlerinde seyrederek yüzeyel venler, bazıları da derinde seyrederek derin beyin venlerini oluşturmaktadır. Her iki grup beyin venleride diploik ve meningial venler aracılığıyla duramater ven sinüslerine drene olmaktadır (4, 5, 32). Serebral venöz sistem dural sinuslar, diploik venler, süperfisiyal ve derin venleri kapsamaktadır (12).

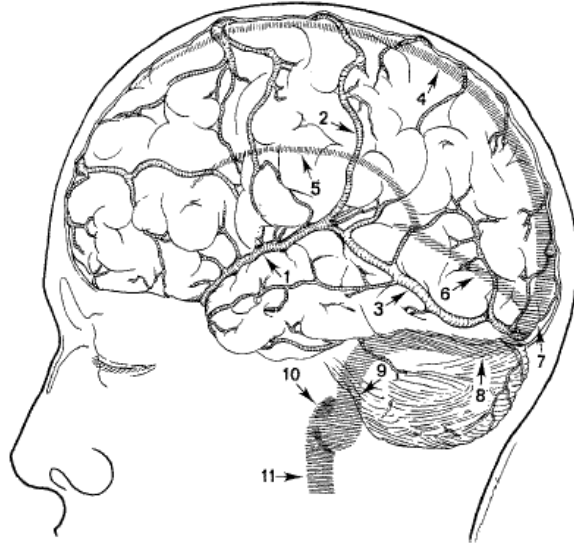
2.2.1. Süperfisiyal (Kortikal) Serebral Venler

Süperfisiyal serebral venler süperfisiyal sulkuslarda uzun seyir göstermekte olup, korteks ve subkortikal beyaz cevheri drene ederler (Şekil 3). Derin ve yüzeyel serebral venler arasında fazla sayıda anastomoz vardır (1, 31). Fakat bu anastomozlar venookluzif hastalık yokluğunda genellikle fark edilmez (1). Kortikal venöz drenaj paternleri değişken ve genelde asimetriktir. Serebral arteriyel sulama alanı ile ilişkili değildir (5). Beyin konveksite venleri daha fazla yukarıya drene olduklarından asendan ven olarakta adlandırılırlar. Santral sulkustaki Rolandik ven en önemli asendan vendir.

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

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

V. serebralis süperior: Serebral 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, 31, 33).



Şekil 3: Süperfisyal serebral venlerin lateral görünümü.

1- Süperfisyal 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)

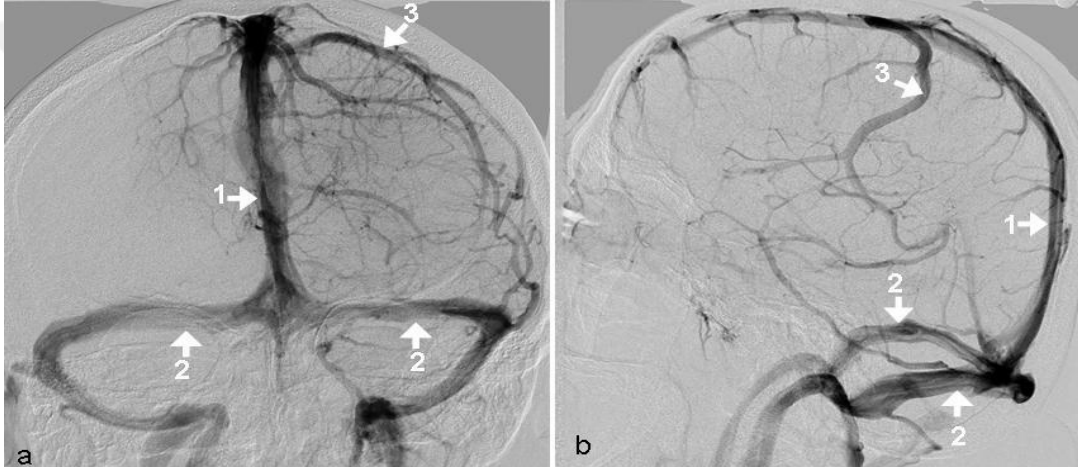
V. serebralis media: Silviyan fissür içinde ilerleyen bu ven, insula ve çevresinin kanını toplayarak sıklıkla sinus kavernoza, nadiren sinus petrozus süperior veya sinus sfenoparietalise drene olur (1, 4, 5, 31, 34). V. oftalmika süperiora anastomatik dal verir (4). Süperior anastomatik (Trolard) ve inferior anastomatik (Labbe) venler ile bağlantılıdır (Şekil 3) (1, 31).

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

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

Labbe veni: İnférieur anastomatik ven olup, oksipitotemporal ven olarak isimlendirilir. Oksipitotemporal sulkus boyunca temporal lob üzerinde seyrederek vena serebralis media aracılığı ile transvers sinüsle anastomoz kurar (Şekil 3) (1, 4,3 3- 35, 37).

Trolard veni: Süperior anastomatik ven, frontoparietal ven olarak ta isimlendirilir, geniş bir ven olmasına rağmen çok varyatifdir ve hemisferik konveksite üzerinde silviyan fissür venlerinin posterosüperiorunda seyrederek SSS'e drene olur (Şekil 4) (1, 4, 33, 35-38).



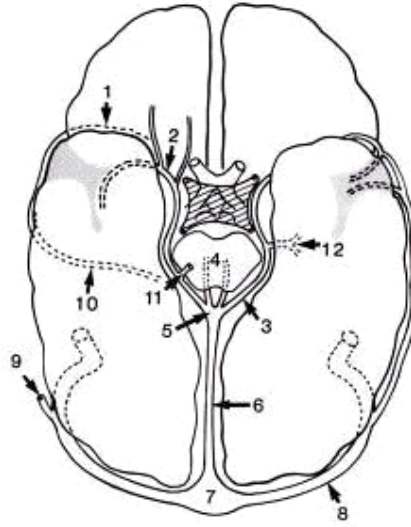
Şekil 4: Yüzeysel dural venöz sinüs ve venlerin koronal planda 2B TOF MRV görüntüsü. 1.Transvers sinüs, 2.Süperior sagittal sinüs, 3.Trolard veni

Serebral kortikal venlerin drenajı üç temel yolla olmaktadır. Süperfisiyal middle serebral ven, anterior temporal lobun parasilviyan korteksini ve anterior inferior frontal lobu, kavernoöz 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 olduğu tarafta sıklıkla dilatedir. Süperior konveksite venleri ve Trolard veni (frontoparietal ven) SSS'e drene olur (Şekil 4). Süperior konveksite venleri serebral konveksitenin süperomedial ve süperolateralini drene ederler. Bu iki yüzeyin drenaj venleri sıklıkla SSS'e drene olmadan önce ortak bir gövde ile orta hattın hemen lateralinde

bir olup, 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 ki venler 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 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- Süperfisyel orta serebral ven ve operküler dallar, 2- Derin orta serebral ven ile unkal, insuler ve frontal dallar,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, (Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia:Williams and Wilkins, 1999)

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

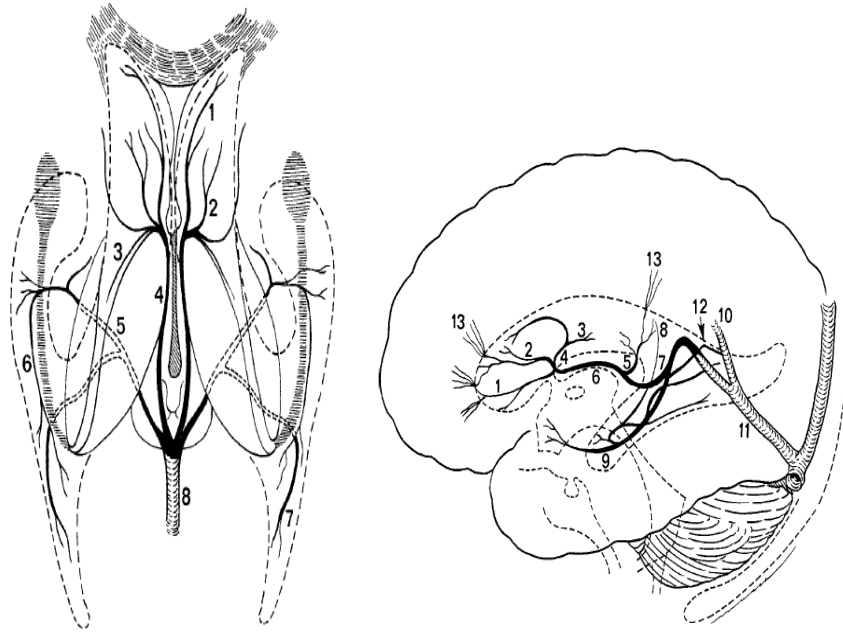
Septal Ven: Korpus kallozum genusu altından mediale geçerek, frontal hornun lateral kesiminden başlar. Keskin bir dönüş yaparak septum pellucidum boyunca ilerler, orta hattın yanında yer alır. Korpus kallozum ve derin frontal beyaz cevherden kaynaklanan dallar alırlar (1).

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, 39).

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 (34). Foramen Monronun arkasında orijin alır, orta hattın yanında üçüncü ventrikül tavanında tele koroidea içinde yer alır ve çifttir (1,4,39). Kuadrigeminal sistern rostral kesiminde Galen venini oluşturmak üzere, birbiri ile ve bazal venlerle birleşerek sonlanırlar (1).

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

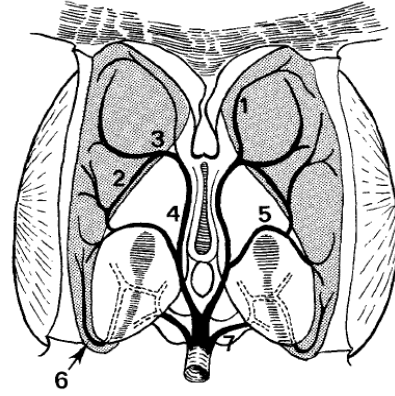
Rosenthalin Bazal Veni: Silviyan fissür derinliğinde temporal lob unkuşu komşuluğundan çıkar (1, 4). Korpus kallozum splenium hemen altında, internal serebral venler ve rosenthalin bazal venleri Galen venini oluşturmak üzere birleşir (Şekil 7, 8) (1, 4, 12, 14).



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. İnférieur ventriküler ven, 9. Rosenthal'in bazal veni, 10. İnférieur sagital sinüs, 11- Straight sinüs, 12. Medial atrial ven, 13. Medüller venler. (Osborn A. Diagnostic cerebral angiography, 2nd ed. Philadelphia: Williams and Wilkins, 1999)

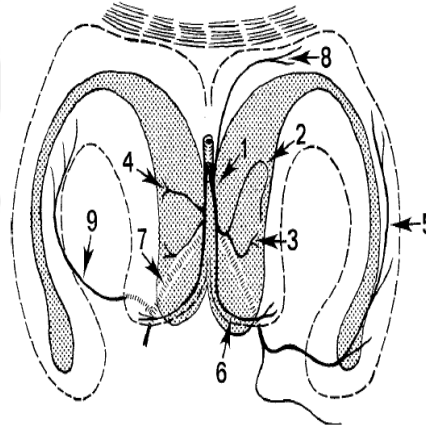
Galen veni: Kısa U-şekilli yapıda olup splenium etrafında posterosüperiora doğru yay çizer (1). Straight sinüsü oluşturmak üzere inferior sagital sinüse bağlandığı yerde, tentorial apeks komşuluğunda sonlanır (1, 4, 14).

Talamostriat ven, Anterior septal 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- İnférieur 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 gölgelemiş

1- İnternal serebral ven, 2- Talamostriat ven, 3- Anterior kaudat ven, 4- Direkt lateral ven, 5- İnférieur 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)

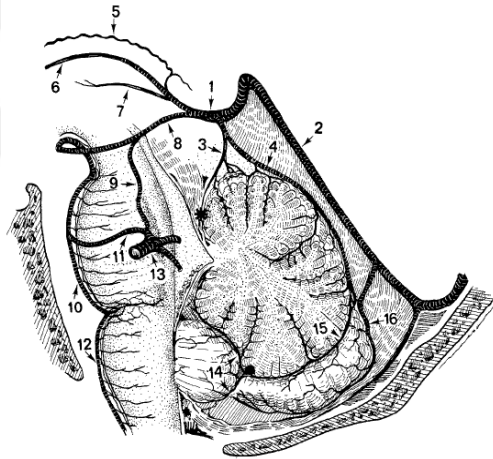
2.2.3. Posterior Fossa Venleri

Haung ve Wolf 1965 senesinde, drenajı ve lokalizasyonuna göre üç major posterior fossa drenaj sistemi tanımlanmıştır (1, 4).

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

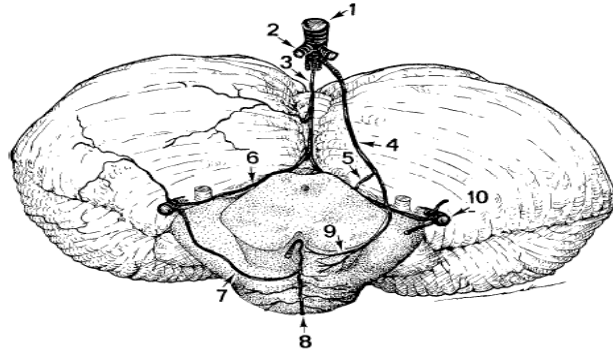
Posterior (Tentorial) Venler: Anjiografik açıdan en önemli posterior venler inferior vermian venlerdir. İnférieur vermian ven tentoriyal sinüse açılır (1).

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



Şekil 9: Posterior fossa venlerinin lateral görünümü. Siyah yıldız, anjiografide tüberkulum sella ve torkular ortasında yer alan kollikülo santral 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 bağlantılıdır (1). Emitter venlerin çapları ince veya kalın olabilir (4). Bu venler adlandırılmış ya da adlandırılmamış foramenlerle kraniumu geçer ve kollateral kan akımının ayrıca enfeksiyon yayılımının önemli yollarını oluştururlar (5, 40). Diploik venlerde anostomoz yaparlar (4). Bu venlerin kan akımı tek yönlü değildir (4, 41). Eğer dural venöz sinüslerdeki kan basıncı fazla olursa, kan emitter venler yoluyla kafatası dışına yönelir (4, 40, 41). Aksi durumlarda ise sinüslere doğru akar (4, 41). Emitter venler şunlardır;

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

2- Pleksus venozus karotikus internus: Sinus kavernoza ile pleksus pterigoideus kanalis karotikus geçerek birleştirir (4, 40).

3- Pleksus venozus foraminis ovalis: Sinus kavernoza ile pleksus pterigoideus foramen ovaleden geçerek birleştirir (4, 40).

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

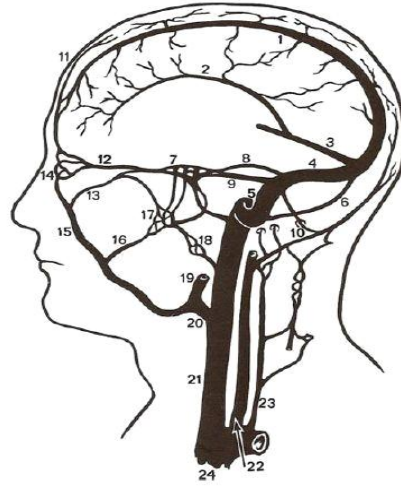
5- V. emissaria parietalis: SSS ile vena temporalis süperfisialis parietal kemikteki prominent kanaldan geçerek birleştirir (4, 39, 40).

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

Vena emissaria oksipitalis: Konfluens sinuum ile vena oksipitalisleri birleştirir (4, 40).

Vena emissaria kondilodia: Sinus sigmoideus ile pleksus venozus vertebralis kanalis kondilarisden geçerek birleştirir (4, 40).

Orbital Venler: Orbita posteriora doğru süperior oftalmik ven ve inferior oftalmik venin genellikle kısa bir ortak konfluens oluşturup, doğrudan kavernöz 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: Yüzeysel ve derin yüz venleri ile paranasal sinüsler, juguler venlerin ana besleyicileridir. Anterior fasiyal ven, derin fasiyal ven, süperfisyel temporal ven, maksiller ven, submental ven, retromandibular ven, ana fasiyal ven fasiyal venleri oluşturur (Şekil 11) (1). Anterior fasiyal ven medial palpabrel köşeden başlar ve anguler venle direkt bağlantı kurar (1, 39). Seyri boyunca orbita, dudak, submental bölgeye ve fasiyal kaslara dal verir (1). Anterior fasiyal ven derin fasiyal ven aracılığıyla pterigoid venöz pleksusla, oftalmik ve angular ven aracılığı ile kavernoöz sinüsle ilişkilidir (1, 37). Pterigoid venöz pleksus çok sayıda palatin, derin temporal, bukkal, masseterik, orbital ve dental daldan kaynaklanır (1). Pterigoid pleksus fasiyal ven, kavernoöz sinüs ve diğer intrakranial kanallarla emisser venler aracılığı ile bağlantılıdır (1, 39).

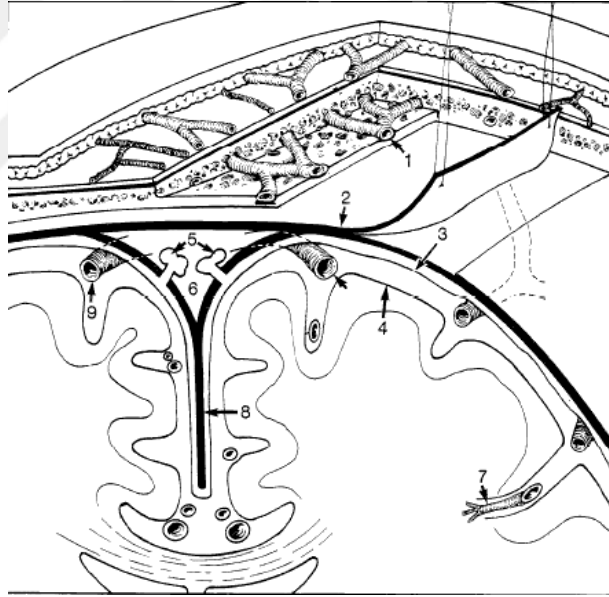
Boyun Venleri: Eksternal juguler ven, retromandibular ven ve posterior aurikular venden gelen segmentlerin birleşmesiyle oluşur (Şekil 11). İnternal juguler ven kafatası, beyin ve boynun büyük kısmının kanını toplar. İnternal juguler ven sigmoid sinüsün doğrudan devamı şeklinde juguler fossa pars vaskülaris seviyesinden 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). Ayakta internal ve eksternal vertebral venöz sistem majör drenaj yoludur (1, 42). Supin pozisyonda ise serebral venöz drenaj primer olarak internal juguler venlerledir.

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, 37). Çok sayıda küçük diploik ven geniş venöz gölcükte (lakün) sonlanır (1). Diploik venler genellikle süturları geçmezler. Venöz obstruksiyon olgularında 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 açığındaki açıklığı yoluyla transvers sinüsle anastomoz yaparlar. Oksipital diploik venler oksipital skalp venleri ya da derin servikal venlerle eksternal olarak, torkular 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, 39).

Anjiyografik incelemelerde skalp venleri genellikle vizualize edilemez. Görülmeleri 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 (41).



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 sagittal sinüs içerisine uzanımı), 6- SSS, 7- Virchow-Robin (perivasküler) boşlukları, 8- Falks serebri, 9- Kortikal venler. (Osborn A. Diagnostic neuroradiology. St. Louis: Mosby, 1994)

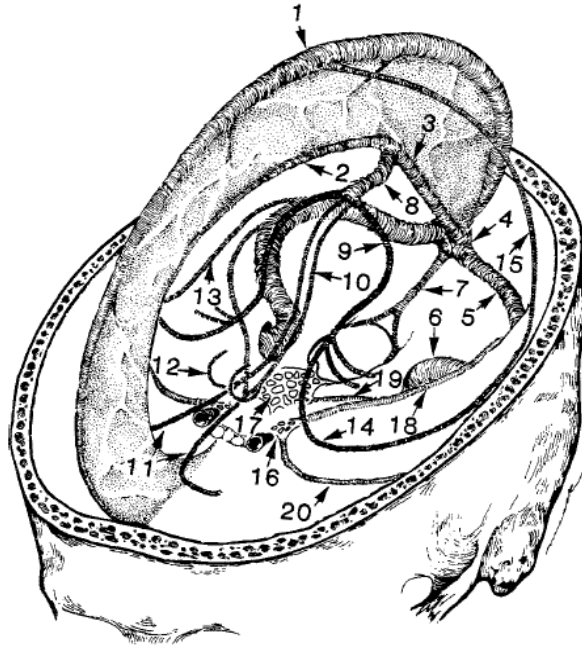
2.2.5. Dural Venöz Sinüsler

Kranial dural venöz sinüsler, duranın periosteal (dış) ve meningeal (iç) tabakaları arasında yer alan endotel kaplı kanallardır (1, 5). Dural sinüslerde kapakçık yoktur ve duvarları kas dokusu içermez. Nadiren dural sinüs duvarlarında yağ dokusu saptanabilir. Dural sinüs duvarı sert fibröz duradan oluşur ve diseksiyon sonrası kollabe olmaz. 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-Süperfişyel 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 torkular Herofiliden sonra gelen drenajı alan TS ve sigmoid sinüsler internal juguler vene açılır (5). İnterior grup, silviyan venleri, beyin alt yüzeyinin bazal ve medial kısmını, orbitaları ve sfenoparietal sinüsleri drene eder (5). Bu sistem, kavernöz sinüsler veya piterogoid 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 bileşkesine yerleşir (1, 4, 42). SSS krista galli komşuluğundan orijin alır, burada fasiyal venler ve nazal venler ile ilişkilendir. SSS posteriora ark şeklinde uzanır, kaudale doğru çapı giderek artar ve serebral konveksiteyi drene eden çok

sayıda parasagittal veni alır (1). SSS trasesinin büyük kısmında orta hattadır ve tektir (4). Genellikle internal oksipital protuberans düzeyinde straight sinüs ile birleşip torkular Herofiliyi (sinüs konfluens) oluşturarak sonlanır (Şekil 13) (1, 4, 36).

SSS, transvers sinüslere eşit dökülebilse de sağ transvers sinüse drene olma eğilimi daha fazladır (13, 43). SSS, inferior frontal lop anteriorunu, frontal, parietal, oksipital lopların lateral medial ve superior bölümlerini drene eder (13, 43).

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).

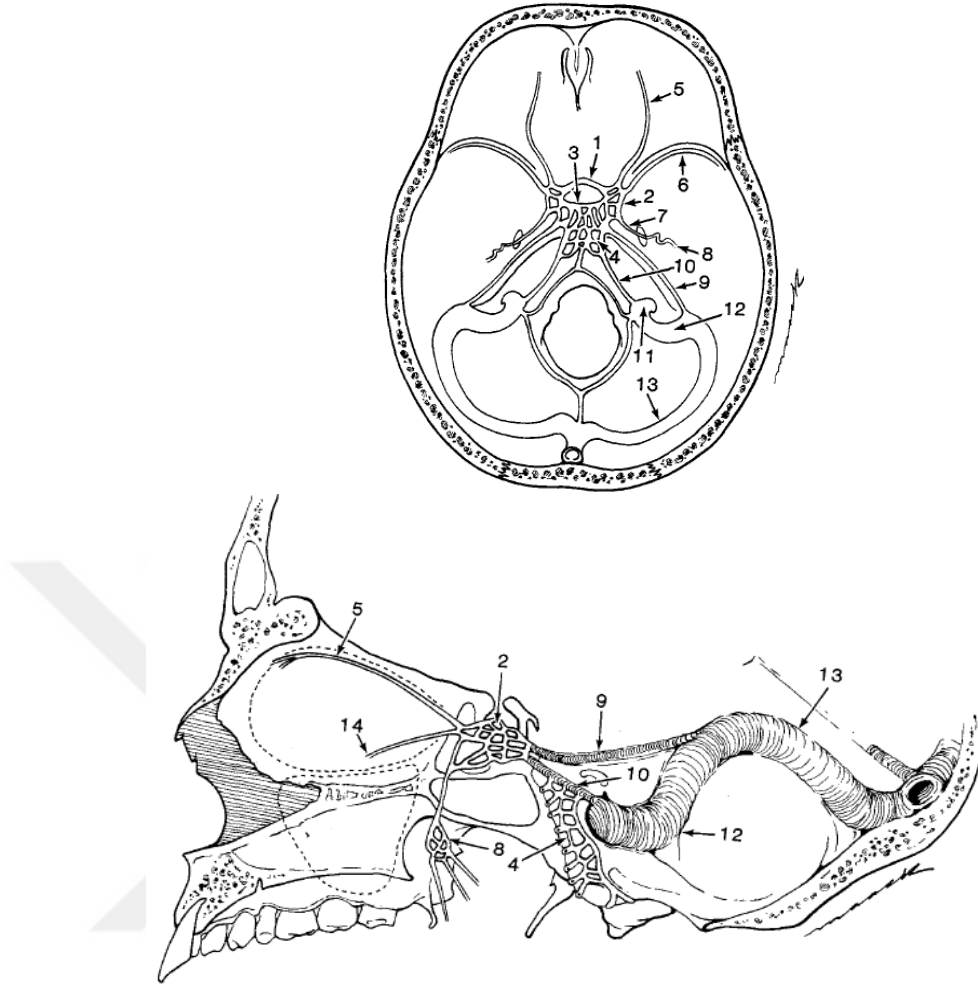
Duramater içinde süperior sagittal sinüse yapışık lakün adı verilen genişlemiş venöz göller bulunur (5). Lakünler en geniş olarak parietal ve posterior frontal bölgede yer alırlar (5, 35). Lakünler esasen meningeal arterleri takip eden meningeal venlerin venöz drenajını sağlarlar. Rhoton ve ark.'larının yaptıkları disseksiyonlarda lakünlere kortikal venlerden de venöz drenaj olduğunu tespit etmiştir (43). Bazı kortikal venler ise laküner yapının altından geçerek süperior sagittal sinüse ulaşabilir.

Araknoid granülasyonlar laküner yapının duvarında yer alırlar. Araknoid granülasyonlar nadiren SSS'de izlenir (35). Yaşla laküner yapının genişlemesinin araknoid granülasyonların sayısında ki artış ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Richard Fox ve ark.'nın yaptığı ayrıntılı anatomik çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuş ve SSS, laküner yapı ve araknoid granülasyon arasında kurulan muazzam ağa, özellikle BOS emilimi açısından dikkat çekilmiştir (44).

İnferior Sagittal Sinüs (İSS): Falks serebri inferior serbest kenarında posteriora doğru seyreden, rölatif olarak daha ince tek kanaldır (Şekil 13) (1, 4, 42). 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 perikalozal 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 (45).

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). Hastaların üçte ikisinde, açılanması korpus kallozum splenium üst yüzeyine tanjansiyeldir (1). SS genellikle sol transvers sinüs olarak, internal oksipital protuberans düzeyinde sonlanır (1, 5).



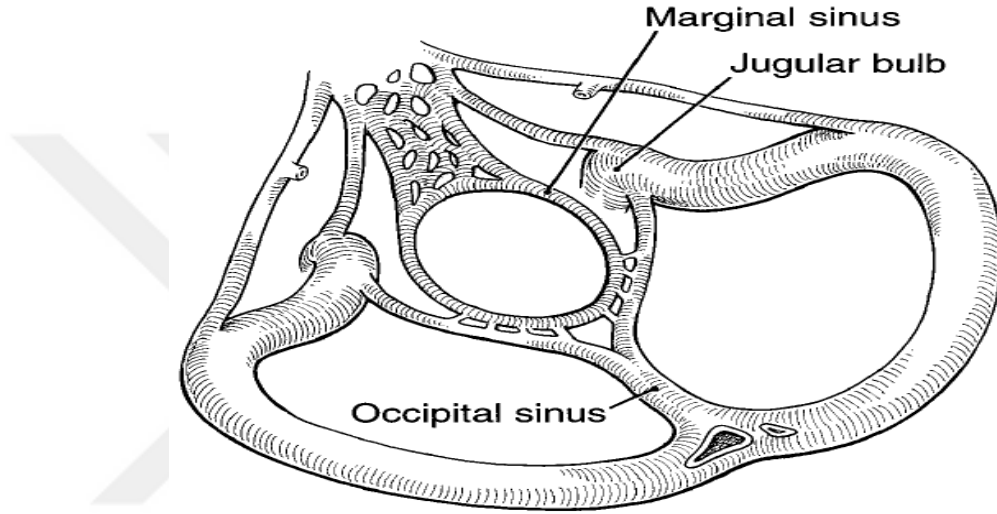
Şekil 14: Bazal venöz sinüslerin üstten (A) ve lateralden (B) görünümü 1- Anterior interkavernöz sinüs 2- Kavernöz sinüs 3- Posterior interkavernöz sinüs 4- Baziler (klival) pleksus 5- Süperior oftalmik ven 6- Sfenoparietal sinüs 7- Foramen ovale pleksus 8- Pterigoid pleksus 9- Süperior petrozal sinüs 10- İnférieur petrozal sinüs 11- İnternal juguler ven 12- Sigmoid sinüs 13- Transvers sinüs 14- İnférieur oftalmik ven (Osborn AG, Tong KT. Handbook of Neuroradiology, 2nd ed. St. Louis: Mosby-Year Book, 1996.)

Transvers Sinüsler (TS): Orta hattın solunda ve sağında olmak üzere birer çifttir (Şekil 14, 15, 16) (4). Lateral sinüs olarak da adlandırılırlar, kalvaryum iç yüzünde tentorial yaprakların yapışma yerleri arasındadır (1, 4). İnternal oksipital protuberanstan anterolaterale, petröz temporal kemiklere doğru ilerler (1, 38). 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, var olması durumunda anastomotik kortikal Labbe veniyle de ilişkilidirler. Mastoid emisser venler aracılığıyla ekstrakranial venler ile ilişkilendirilir. Hastaların yaklaşık yarısında, transvers sinüsler forme fakat asimetric boyuttadır (1). Yaklaşık %75 hastada sağ transvers sinüs dominanttır (38). Lemay bu durumu SSS'in drenajının sağa doğru predominant olmasının daha yaygın olmasına ve sol serebral hemisferin daha posteriora 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, subokspital musküler ve skalp venleri ile kondiler emisser venler arasında çok sayıda anastomoz varlığı sık görülmektedir (1). Sinüs sigmoideus'un mastoid hücrelerine yakın komşuluğu bulunması orta kulak cerrahisinde büyük önem taşır (4). Hem ayakta hem supin pozisyondaki hastalarda Dilange ve Perry'nin uyguladığı arteriyal anjiografik 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).

Marjinal Sinüs: Foramen magnum etrafındaki dura katmanları arasında yer alır (46). Foramen magnumu çevreleyen bu sinüs (Şekil 17), klivus anteriorundaki ve oksipital sinüs posteriorundaki venöz pleksuslar ile bağlantılıdır (46). Normalde drenajı bir dizi küçük sinüs ile sigmoid sinüs veya juguler bulbedir (47). 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 (46).



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).

Oksipital Sinüs (OS): Marjinal bir venöz pleksus foramen magnumu çevreler ve oksipital sinüs adı verilen küçük, varyatif sinüsle bağlantılıdır (1). OS foramen magnum posterior kenarından süperiora torkulara doğru uzanır (1, 39). OS internal juguler ven, vertebral venöz pleksus ve klival venöz pleksus ile çok sayıda küçük kanal ile bağlantılıdır (1, 5). Yaklaşık %2 hastada OS, SS ya da SSS için majör drenaj kanalı oluşturur (1).

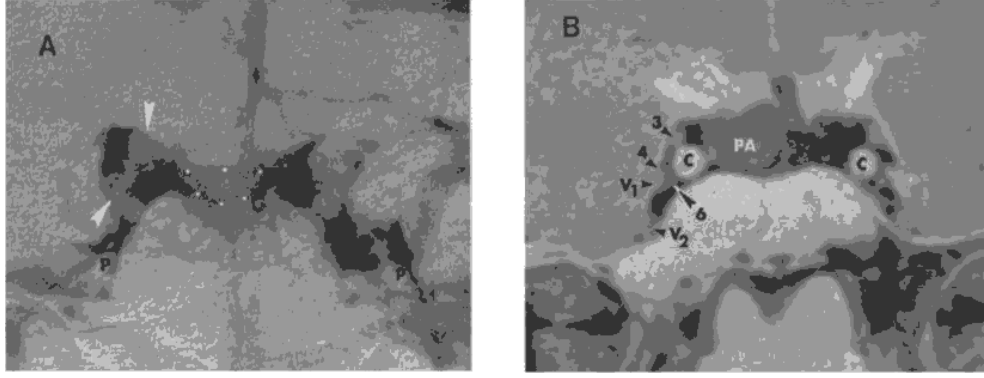
Torkular Herofili (Konfluens Sinuum): Manuel kullanılan üzüm cenderesine olan benzerliği adını torkular herofili olarak koydurmuştur (Şekil 15). SSS, SS, OS ve her iki TS'nin kesişme noktasıdır. Drenaj genellikle iki taraflıdır. Tek

tarafli veya asimetrik olması halinde sağ transvers sinüs genellikle daha büyüktür (39).

2.2.5.2. İnförior Dural Venöz Sinüsler

Kavernöz sinüsler (KS): Sfenoid korpus her iki yanında yerleşimlidir ve çifttir (1, 4, 5). İnternal karotid arteri tamamen çevreleyen ve tek bir kanaldan oluşan “gerçek” kavernöz sinüs hastaların %1’inden azında bulunabilir (1). KS’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). KS 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 ara bağlantıları 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 anastomoz yapar (4). Vena fasiyalisteki herhangi bir patolojik durum (enfeksiyon, trombüs v.b.) vena oftalmika yoluyla kavernöz sinüse ve kavernöz sinüsden de 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, pituitar 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 bulbusa drene olan süperior ve inferior petrosal sinüslere boşalır (1). Kavernöz sinüsler aynı zamanda bazion-oksputtan foramen magnuma uzanan klival venöz pleksus ile bir venöz ağ aracılığıyla ilişkilidir (1). Klival venöz pleksus ile vertebral venöz pleksus da ilişkilidir (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, 39, 42). 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 hastaların yaklaşık üçte ikisinde simetriktr. İnternal juguler ven ve İPS arasında anastomoz olmaması hastaların sadece %1'inde görülebilir (1).

Medulla oblongata, serebellum alt yüzeyinin venöz drenajı ve internal akustik venlerden venöz drenaj alır (5). İPS'e özellikle ACTH salgılayan adenomlarda pituitar adenomların lateralizasyonu (yönü) ve tanısında KSs venöz akıntısının örnekleme için internal juguler ven yoluyla ulaşılabilir (48). Bununla birlikte bu anatominin değişkenliği bu prosedürün uygulanmasını ve doğruluğunu sınırlayabilir (48).

Süperior Petrozal Sinüsler (SPS): Kavernoöz sinüsten sigmoid sinüse, tentorium serebellinin petroz temporal kemik dorsalinde yapışma yeri boyunca uzanan bir çift kanaldır (1, 4, 39). SPS aldığı dallar, pons ve medulla üst kesimini drene eden petrozal venler, lateral mezensefalik ven, serebellar venler ve iç kulağı drene eden venlerden oluşur (1).

Sfenoparietal Sinüs: Meningeal sinüsün anteroinferiora uzanımı ve süperfisyal orta serebral (silviyan) venin mediale uzanımı olan ve her bir hemisferde birer adet olmak üzere çift olarak bulunan sinüsdür (1, 4, 39). Sfenoparietal sinüs küçük sfenoid kanat alar yüzü hattını takip eder ve üç tip drenaj paterni vardır: (a) kavernoöz 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 kavernoöz sinüsü bypass eder (1).

2.3. Serebral Venöz Sistemin Varyasyonları

Bireysel venöz anatomi ve varyasyonlar; petrozal yaklaşımdaki teknik güçlüklerle ve venöz komplikasyonlara neden olabilir (16). İntrakranial venöz akım paternlerindeki varyasyonlar anomalilere 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 dilatasyonlar sonucu OS sayısı ve çapı azalır. Erişkinlerdeki OS sayısı ve çapındaki azalma çocuğun ayakta yürümesiyle vertebral venöz pleksusta akım artışı ve juguler vende akım azalması

nedeniyedir. OS varlığı TS boyutu ile ilişkilidir. TS gelişmediğinde OS drenaj kanalı olarak görev yapar (16).

Süperfisiyal venler oldukça varyatiftir. Multipl süperfisiyal orta serebral ven sık görülür (1). Talamostriat ven, anterior septal ven ve internal serebral venler genellikle varyatiftir (49, 50).

Dural sinüsler normalde oldukça varyatiftir (3, 6, 51, 52). Nadiren 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 deviye olur ve sağ transvers sinüs haline gelerek sonlanır (1, 4). Hastaların %20'sinde, posterior SSS orta hattın 1 cm den fazla deviasyon gösterir (1).

SSS doğrudan bir transvers sinüs olarak devam edebilir. 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 paterde torkular yoktur veya 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 izlenmektedir. Transvers sinüste septalı olabilir ve bu durum genellikle proksimal ucu yakınında görülür (5).

İzole transvers sinüsün kısmen ya da tamamen yokluğu veya hipoplazisi sıktır. Bu varyasyonlar dural sinüs oklüzyonundan genellikle geniş kollateral yolların olmaması ve eşlik eden parankimal hemorajinin yokluğu ile ayırtedilebilirler. Hastaların yaklaşık yarısında, transvers sinüsler forme fakat asimetric boyuttadır (1). Yaklaşık %75 hastada sağ transvers sinüs dominanttır (1, 4). Anatomik spesmenlerin %5-20'inde, 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, %15'inde 'double' ya da '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).

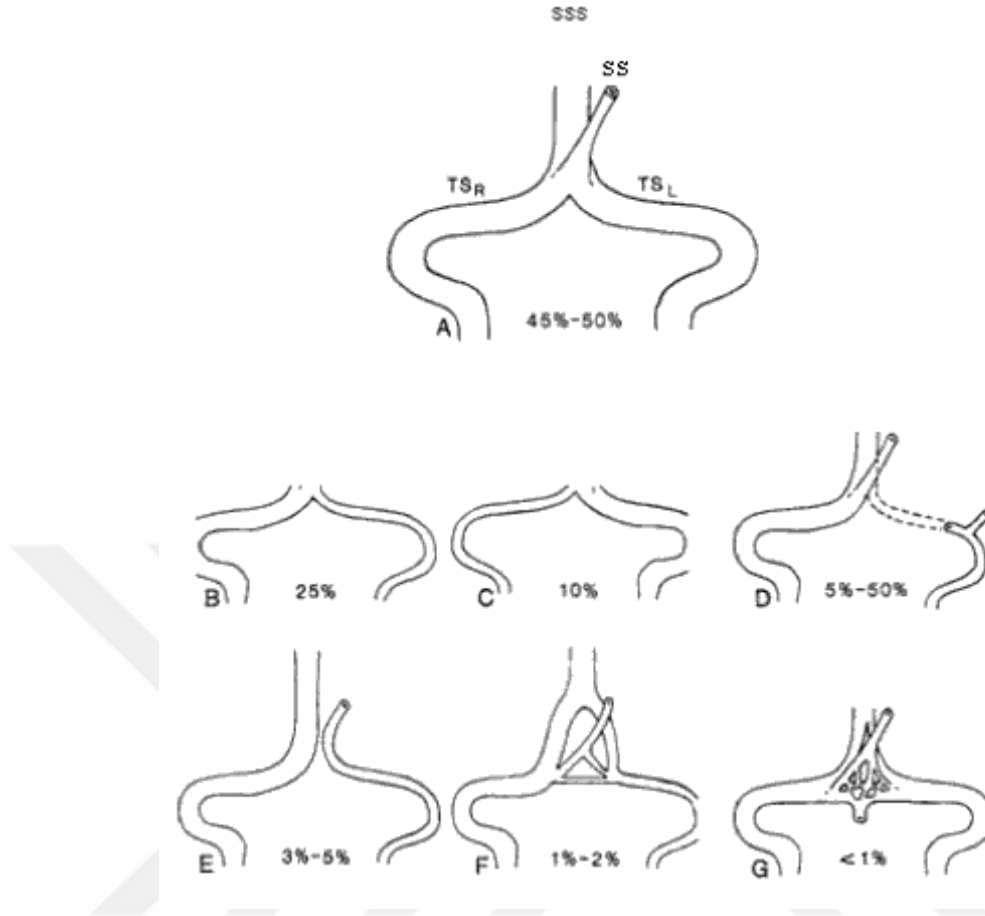
Falsin sinüs küçük agenetik ya da hipoplazik straight sinüslü hastalarda görülebilir (5). Venöz tazyik ile Galen malformasyonu ile ilişkili venlerle sıklıkla kolleteral venöz pleksuslar oluşturur (53). Galen ve SSS'ler arasında falksa doğru seyir gösteren aksesuar SS gestasyonun 5. ayındaki fetal spesmenlerde tanımlanmıştır ve falsin sinüsten orjin alabilir (54). Rosenthalin bazal venleri tentorial sinüslere drene olur ya da galen veninden ziyade torkuların üstünde bir poşa drene olur. Nadiren SPS'e drene olabilirler (5).

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

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 tanılar açısından önemlidir (1).

Asimetrik juguler bulbuslar ve venler kural olup nadir değildir (1). Yüksek yerleşimli bulbus olabilir (55). Juguler bulbus yukarı doğru bir dilatasyon gösterebilir (55). Her iki varyanta, juguler divertikulum adı verilir. Yüksek yerleşimli bulbus pulsatil tinnitus ve klinik olarak vasküler görünümlü retrotimpanik kitle ile prezente olabilir (55).

Sinüs kavernoza sinüs petrozus superior 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 yanlışlıkla trombüs olarak yorumlanabilir (56-59). Ektopik polipoid yağ nodülleri, hamartomlar ve diğer dokular da sinüsler içerisinde dolma defekti oluşturabilir (1).

2.4. Serebral Venöz Sistemin MR Görüntülenmesi

Dural venöz sinüslerin görüntülenmesinde konvansiyonel anjiyografi, intravenöz DSA, CT, MR, MRA kullanılmaktadır (77). Nükleer tıp teknikleri sınırlı bir role sahip olmasına rağmen dural sinüsleri değerlendirmekte kullanılabilir (5).

2.4.1. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

MRG, manyetik bir alanda elektromanyetik radyo dalgalarının vücuda gönderilmesi ve geri dönen sinyallerin görüntüye dönüştürülmesi temeline dayanan bir görüntüleme tekniğidir (78). Günümüzdeki MR sistemlerinde görüntü elde etmek için, hidrojen atomunun H1 izotopu (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 (78).

MRG'nin avantajları; (a) X-ışını yerine güçlü manyetik alanda RF dalgaları kullanıldığından iyonizan radyasyon içermez, (b) yumuşak doku kontrast çözümüleme gücü en yüksek olan radyolojik görüntüleme tekniğidir, (c) vasküler yapılar intravenöz kontrast madde uygulanmaksızın görüntülenebilir, (d) multiplanar görüntüler elde edilebilmektedir, (e) MRG'de kullanılan kontrast maddeler yan etki riski olarak iyodlu kontrastlardan daha güvenilirdir (78).

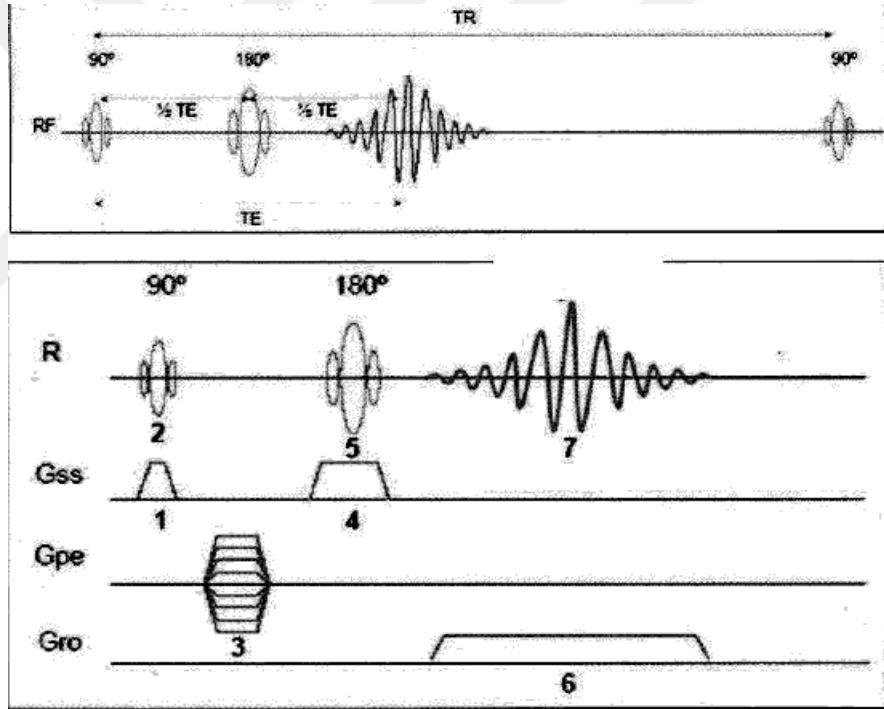
MRG'nin dezavantajları; (a) daha pahalı bir inceleme ve kullanılan kontrast ajanların da daha pahalı olması, (b) tetkik süresinin uzun olması ve buna bağlı hareket artefaktlarının gelişimi, (c) klastrofobik hastaları inceleme güçlüğü, (d) vücudunda kalp pili, metalik implant, nörostimulatör taşıyan hastaların cihaza alınmaması, (e) kompakt kemik ve kalsifikasyonların gösterilmesinin BT'ye göre daha zor olmasıdır (78).

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 (78). Diğer sekanslar bu dört ana sekansdan elde edilmektedir (78). Biz çalışmamızda 3D PC MRA sekansları uygulanmış hastaları değerlendirdik.

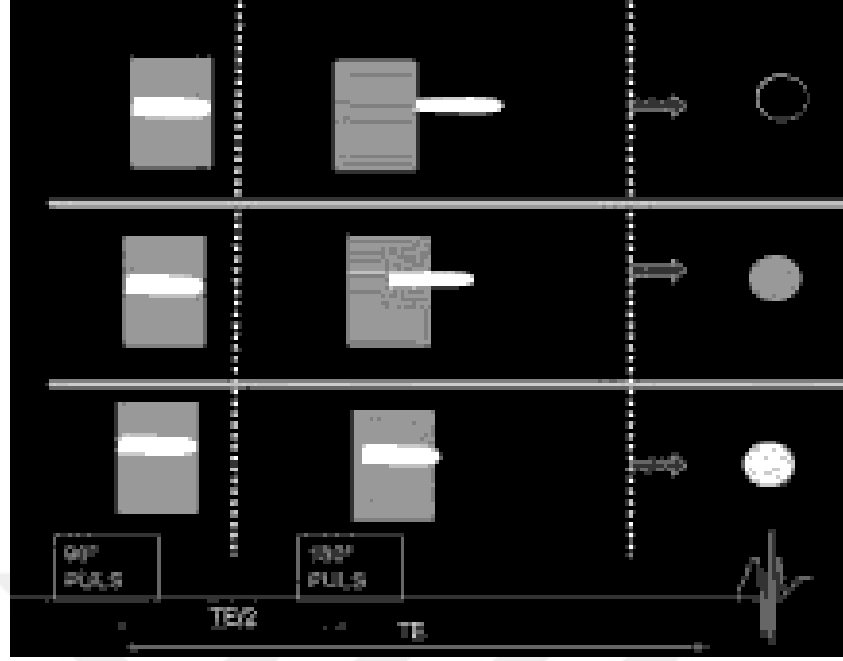
2.4.2. Spin Eko (SE) Sekansı

Spin-eko sekansı MRG'de konvansiyonel sekans olarak bilinir ve MRG'de halen en sık olarak kullanılan sekans olup, görüntü oluşturmak için 90° ve 180° radyo frekans (RF) pulsarı kullanılmaktadır (Şekil 20) (78, 79). 90° ve 180° RF pulsarı arasında geçen sürede ($TE/2$), 90° RF pulsu ile uyarılan proton, kan akımı ile kesit dışına çıkacağından, 180° RF pulsundan etkilenmeyecek ve sinyal oluşturamayacaktır ("flow void") (Şekil 20-21).

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 (78).



Şekil 20: Spin-eko puls-zaman diagramı



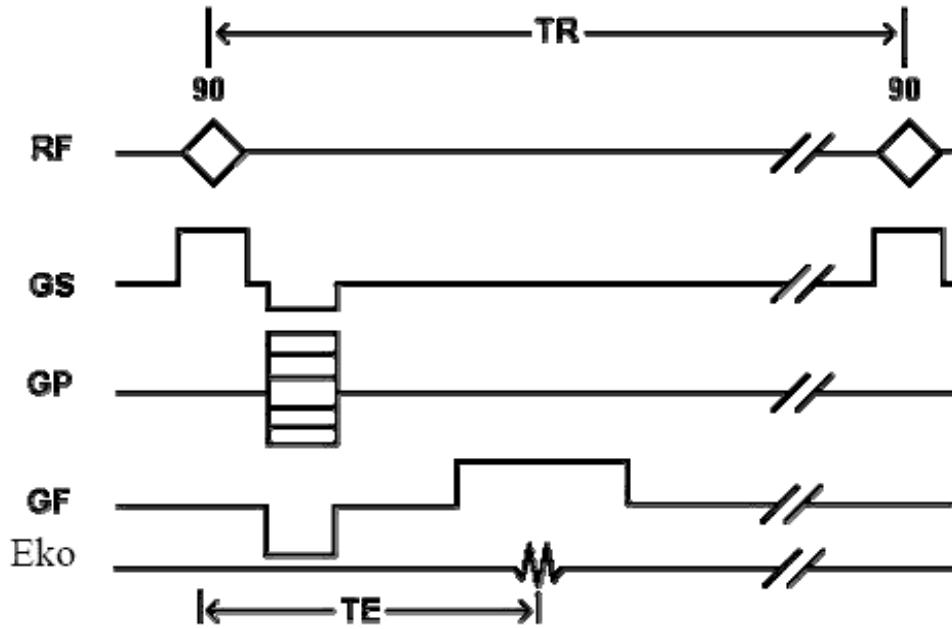
Şekil 21: Spin-eko görüntüleme RF pulsunu uygulanan protonların şematik görünümü: 90 derecelik pulsa maruz kalan protonların 180 derecelik pulsa maruz kalmadan kesiti terkederlerse sinyal oluşmaz ve damarın kesit alanı siyah görünür (en üstte). 180 derecelik pulsa kısmen maruz kalan kesitlerde ara sinyal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

2.4.3. Gradient Eko (GE) Sekansı

Gradient eko tekniğinin avantajlarını kısaca sıralayacak olursak; 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 (80).

Gradient eko sekansında spin-eko'da kullanılan 180° RF pulsu kullanılmayıp, 90 dereceden küçük açıda olmak üzere tek RF pulsu kullanılmaktadır (Şekil 22) (78, 79-81). 90 dereceden küçük açılardaki RF pulslar arasındaki süre TR (tekrar zamanı) olarak bilinir ve bu sekansda çok kısa TR değerleri kullanılmaktadır (78,81). 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 pulslar 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 diagram

2.4.4. 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 (78).

2.4.5. 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 (78).

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 materyalleri ve diğer araçlar görüntüyü engelleyebilmektedir. Nefrojenik sistemik fibrozis (NSF), renal hastalığı olan hastalarda, gadolinyumlu ajanların kullanılmasının nadiren görülen fakat çok ciddi bir komplikasyonudur (83).

En yaygın kullanılan MRA teknikleri (a) Time of flight (TOF), (b) Phase contrast (PC), (c) CE-MRA (Contrast-enhanced (Kontrastlı) MRA)'dır (78, 84).

2.4.6. 2B ve 3B Time of flight (TOF)

Gradyent-eko sekansında sadece 90° RF puls uygulanmaktadır. Spin-eko'daki 180° 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 (80, 85). 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 pulsuları arasında, RF pulsundan 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 pulsular 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 oluşturur. 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) (80).

2.5. 2B TOF MRA

İlk kullanılan ve en basit olan teknik, TR ve TE kısa (50 msn, 10 msn), 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 (80). 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 (80). 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 sebep olabilmektedir. Bu teknik ile elde edilen görüntülerde çevre sabit dokular belirgin biçimde satüre edildiklerinden, vasküler yapılar haricindeki sabit dokuların görüntü kalitesi oldukça düşüktür (78, 80).

Nondominant TS medial kısmının yokluğu veya flow-gap bulunması 2B TOF kullanımının sınırlılıklarındandır. 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 değerin 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 sebep 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 kalınlığıdır (mm). MRV ile ilgili yayınlarda pratik uygulamada akım hızı 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 her ikisinde 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 düzlemde düz çizgi şeklinde gösteremez. Ayrıca elde edilen MR venografik veriler kullanılarak çift oblik düzlem elde edilmiş bile olsa, maximum intensity projection (MIP) meydana getirilmeden önce standart anatomik konumun gerekli olması şu anda yazılımdaki sınırlamalar nedeniyle kullanımını sınırlandırmaktadır. Yukarıda açıklandığı gibi, koronal elde edilmiş kesitlerin bugünlerde kullanımı dural sinüs akımının ağırlıklı olarak ön-arka yönde maksimum kapsama nedeniyle tercih edilir. Girdap akım nedeniyle akımın ayrılması karmaşık akış paternine neden olur bu da intravasküler sinyal kaybına katkıda bulunarak görüntülemeyi zorlaştırır (3).

Kısaca toplamak 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' (parıldama) 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 (78).

Sonuç olarak; 2B TOF kesitleri, kesintisiz elde edilir; elde edilen bilgiler konvansiyonel anjiografideki gibi MRV'de de MIP algoritmeleri kullanılarak görüntüye dönüştürülür. MIP kesin ve hızlı hesaplamasına rağmen kendi kısıtlılıkları olan bir algoritmadır. Genellikle vasküler görüntülemelerde damar duvarının çapını daha düşük göstererek stenoza ya da flow-gap görünümüne sebep olur. MIP geliştirilmeye devam etmektedir (3).

2.6. 3B TOF OF MRA

Bu teknikte kesit belirleme gradienti kullanılan RF pulsu, bir kesiti değil tüm dokuyu etkilemektedir (78). Kesit belirleme gradienti yerine faz kodlama

kullanıldığından kesit sayısı ve kalınlığını faz kodlama adım sayısı belirlemektedir (80). Sinyal gürültü oranı (S/N) yüksektir ve daha ince ardışık kesitlerin alınmasına imkan vermektedir (78). 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 azaltılabilesidir (80). Birbirine komşu iki kesitin uyarılması söz konusu olmadığından “cross-talk” artefaktının çok az olması ve hareket artefaktlarına duyarlılığının az olması diğer avantajlarıdır (78, 87). 3B TOF tekniği ile vasküler yapılar nispeten kısa imaj kazanım süresinde görüntülenebilmektedir, ancak 2B TOF tekniği daha hızlıdır (78).

3B metodta kullanılan flip angle (FA) değeri ve seçilen imaj volümü, görüntü oluşumu ve kalitesi üzerine çok etkilidir. 3B TOF anjiografi tekniği kontrast ajan verilerek de uygulanabilmektedir (78).

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 (78). Bunun sonucu olarak da kanın sature olma ihtimalinin artmasıdır (80). Bu olasılığı ortadan kaldırmak için multipl overlapping thin slab acquisition (MOTSA) tekniği geliştirilmiştir (80). İncelenmek istenen doku, küçük bölümlere ayrılarak incelenir. Böylece kan protonların saturasyonu engellenmiş olur (80).

Ayrıca görüntünün doku kontrastını artırmak için manyetizasyon transfer kontrast yöntemi de kullanılabilir. MR görüntüleme 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 (80). Bu yöntem temel olarak hem serbest hem de bağlı protonlar içeren dokularda sinyal kaybı oluşturarak, dokulardaki bağlı protonların, geniş bantlı 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 frekansı bandına sahip olduğundan, dokuya geniş frekanslı bir RF pulsu uygulandığında kan protonları bundan çok az etkilenecektir.

2.6.1. 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 (78).

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 türbülant akımda sinyal kaybı daha fazladır (63).

2.6.2. Faz (phase) Kontrast MRA (PC MRA)

Faz kontrast MRA temelde faz fenomeninin bir varyantı şeklindedir (78). Gradient boyunca akmakta olan kandaki protonlar arasında, PC MRA görüntülemenin temelini teşkil eden bir faz şifti oluşur (78). Uygulama çift eko esasına dayanmakta, görüntüler gradiyent pozitif ve negatif yönlerde iken çiftler halinde alınmaktadır (78, 84). Dephasing ve rephasing işlemleri ile sırasıyla akan kandan faz değişiklikleri sinyalsiz ve sinyalli olarak kaydedilir (78). Kaydedilen sinyaller substraksiyon ile işlenerek, üzerinde sadece incelenecek olan damar akımı bulunan, ancak sabit görüntülerin silindiği nihai görüntü elde edilir (78).

PC MRA tekniği görüntü olarak DSA tekniğine benzetilebilir (78). İnceleme süresi TOF tekniğine göre daha uzundur (78). 2B ve 3B yöntemlerle birlikte kullanılabilir (87). Teknik akıma bağlı ortaya çıkan saturasyona karşı duyarlı olmadığından yavaş akımlar TOF'tan daha iyi görüntülenebilmektedir (88). PC tekniği ile akım yönü ve hızı gibi bilgilerde elde edilebilir (78).

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 duymasıdır. 2B PCV tekniği daha hızlıdır, 3B PCV tekniği ise daha yüksek sinyal gürültü oranlarına sahiptir (89).

2B faz kontrast MRA; 2B gradient eko sekansına bipolar gradientler eklenerek elde edilir. Bu yöntem genelde venöz görüntüleme 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 (78). 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 kullanılamayacağı için pulsatil 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° '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° '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 (90).

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 kodlamanın 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.

2.6.3. Kontrastlı MRA

Ultrafast T1 ağırlıklı görüntüleme sekansları ile kontrast ajanın kombine kullanıldığı, damar lümeninin görülebilirliğinin önemli oranda arttırıldığı bir MRA tekniğidir (78). İntravenöz kontrast madde kullanımı ile damar içerisindeki kanın T1 süresi kısaltılarak sinyal artışına neden olurken, zemindeki dokularda sinyal artışı görülmez (78). Kullanılan TR dokunun T1 relaksasyon zamanından daha kısa olduğunda dokulardaki spinler satüre olacaktır (78). 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 (78).

2.6.4. Gadolinium-Enhanced 3-Dimensional MRV

Bu teknikler, serebral venöz sistemin görüntülenmesi dahil bir çok vasküler uygulamada popülerite kazanmıştır. Gadolinium paramanyetik etkisi intravasküler T1 relaksasyon zamanını kısaltmakta, böylelikle saturasyon etkisi olmadan kanın sinyal intensitesini arttırmaktadır. Bu yolla, kan ve sabit dokular arasındaki kontrast akımdan bağımsız hale gelir. Konvansiyonel kateter anjiyografi ile benzer şekilde, gadoliniumlu 3B 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 (91).

2.6.5. Fluoro/Auto Triggered 3B Gd-Enhanced MR Venography (Gd-MRV)

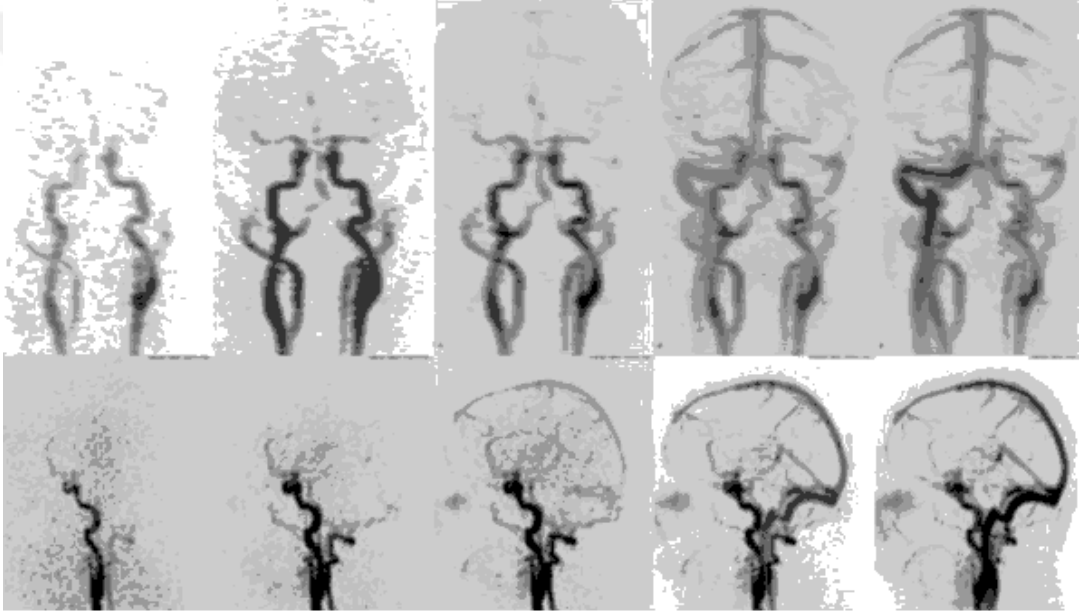
Kontrast enjeksiyonu optimal zamanlamasının saptanması ve tetikleme için kullanılan yöntemlerden birisidir. Agid ve ark.'nın (82) auto-triggered elliptic centric ordered (ATECO) adıyla tanımladıkları teknikte, venöz görüntüleme amacıyla, k alanının sentik doldurulması (centric filling of k-space) işleminin 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-iş istasyonu sistemine aktarılmaktadır.

2.6.6. 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 (ör: TRICKS), buna benzer tekniklerden biridir.

Venöz drenaj zamanının önemli olduğu Hastalarda, 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 vende kontrast maddenin pik konsantrasyonunun yakalanması gerekmektedir (83).

2.6.7. Saturation Recovery, Partial Saturation

Sadece 90 derece puls uygulanır. TR süresine bağlı olarak görüntüler, T1 ya da proton dansite özelliği kazanmaktadır. Pulsar arası süre arttığında (TR uzun) protonların saturasyonu için yeterli süre tanınmış olacağından imajlar proton dansite ağırlıklı olur ve teknik saturation recovery adını alır (78).

2.6.8. İnversion Recovery (IR)

T1 ağırlık artırılarak anatomik detay daha iyi değerlendirilebilmektedir. SE sekanstaki 90 derece RF pulsundan önce 180 derece puls verilerek longitudinal manyetizasyonun vektöriyal yönü ters çevrilir. 90° ve 180° RF pulsuları arasındaki süreye “inversion time” (TI) denir (79). TR, birinci ve üçüncü 180° RF pulsuları arasında geçen süreyi, TE ise diğer sekanlarda 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 puls, dokunun net longitudinal manyetik vektörü olmadığından, transvers manyetizasyon oluşturamayacak, diğer bir deyişle o dokudan sinyal alınamayacaktır (78).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hastalar

Bu çalışmaya Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında, Temmuz 2010 – Ağustos 2018 tarihleri arasında değişik öntanılarla cinsiyet ve yaş sınırlaması olmaksızın 3D PC MRA sekansı ile elde olunmuş kranial MRV tetkiki yapılan 968 hasta dahil edildi.

MR tetkikinde dural venöz sinüsleri invaze eden-bası yapan kitlesi olanlar ve dural sinüs trombozu saptanan 154 hasta çalışma dışı bırakıldı. Hastaların yaşları 1-92 arasında (ortalama 35.95 ± 14.979) değişmekteydi. MR venografi tetkiki uygulanmış hastaların bölümümüzde bulunan PACS sistemindeki arşiv kayıtlarındaki görüntüleri dural venöz sinüs yapıları açısından incelendi. Her hastada venöz sinüslerin varyasyonları değerlendirilip sınıflandırıldı.

Retrospektif çalışmamıza yerel etik kurul izni alınarak başlandı.

3.2. İnceleme Yöntemleri

Çalışmaya dahil edilen hastaların kontrastsız 3D PC MRA tetkiki, nörovasküler baş-boyun koili kullanılarak 1.5 ve 3 T MR görüntüleme sistemlerinde elde edildi. Koronal planda 0.8 mm kalınlıkta gap olmaksızın kesitler alınmıştır. Flip angle 10° , PC velocity ortalama 15 olarak uygulanmıştır.

1.5 T MR'da Koronal planda TR/TE(ms) 16/62, field of view (FOV) 220 mm, matriks 244x150 olarak uygulanmıştır.

3T MR'da coronal planda TR/TE(ms) 18/63, field of view(FOV) 230mm, matriks 256x150 olarak uygulanmıştır.

Koronal T2 sekanslarda flip angle 90° , FOV:230(mm), kesit kalınlığı 1mm olarak uygulanmıştır.

1.5T MR'de T2 koronal planda TE:110(ms), TR:5513(ms), matriks 384x214 olarak uygulanmıştır.

3T MR'de T2 koronal planda TE80(ms), TR3000(ms), matriks 400x242 olarak uygulanmıştır.

3.2. Görüntülerin Değerlendirilmesi

3D PC MRA algoritması ile elde edilmiş üç boyutlu MIP ve Volüm Rendering görüntüleri ile diğer rutin T2A aksiyel beyin MRG sekansının da değerlendirilmesiyle sonuçlar elde edildi.

Her bir dural sinüs varyasyonları araştırıldı ve cinsiyet-yaş aralığına bakılmaksızın varyasyonları sınıflandırıldı

Çalışmamızda dural venöz varyasyonlarının sınıflandırılması Goyal ve ark. yaptığı çalışma baz alınarak yapıldı. 814 tetkikin sonucunda elde edilen varyasyonlar sınıflandırıldı.

3.3. İstatistiksel Yöntem

Sürekli değişkenler aritmetik ortalama (Ort) ve standart deviasyon (SD) ile kategorik değişkenler ise sayı (n) ve yüzde (%) ile gösterilmiştir.

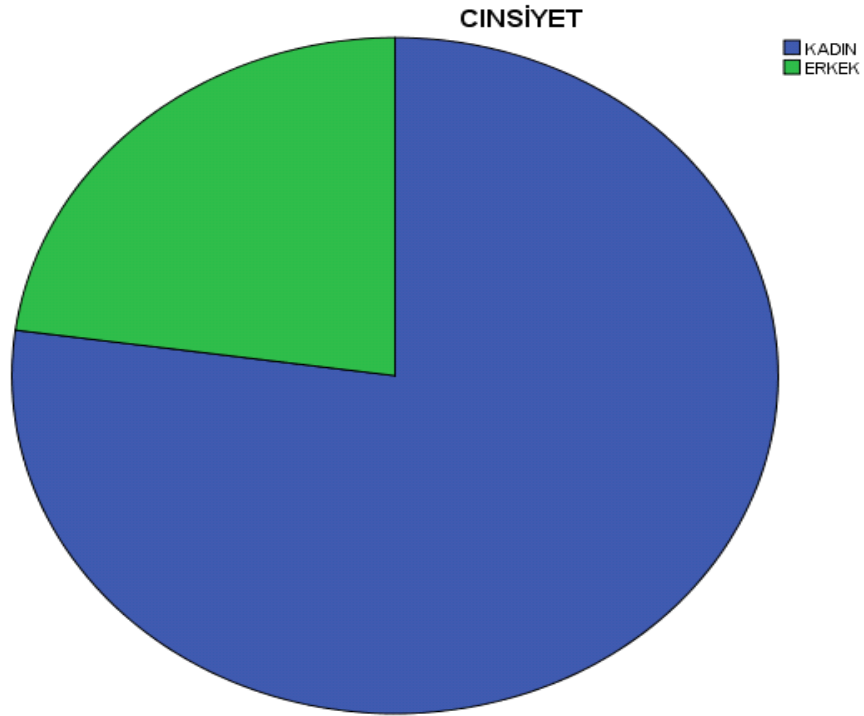
Hesaplamalar hazır istatistik yazılımı ile yapılmıştır (IBM SPSS Statistics 18, SPSS inc. an IBM Co, Somers, NY).

4. BULGULAR

İncelenen toplam 814 hastanın yaşları 1-92 arasında (ort:35,95±14,979) olup, 628'ı (% 77.1) kadın, 186'sı (% 22.9) erkekti.

Tablo 1: Hastaların yaş aralıkları ve cinsiyete göre sayısal dağılımları

CİNSİYET					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	KADIN	628	77,1	77,1	77,1
	ERKEK	186	22,9	22,9	100,0
	Total	814	100,0	100,0	

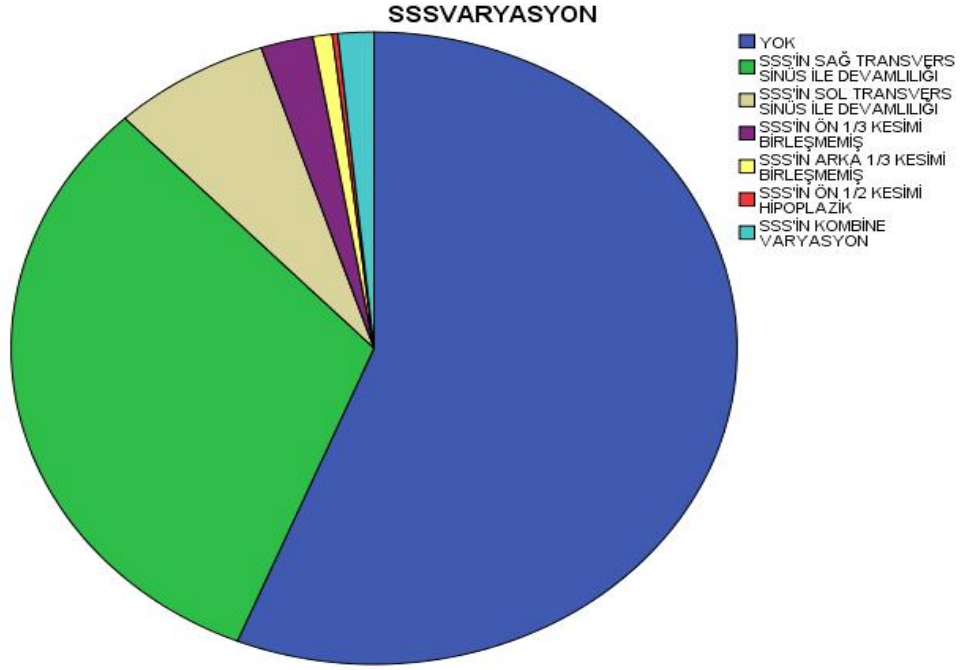


Şekil 24: Cinsiyete göre hasta sayılarının dağılımı

Tablo 2: SSS'un varyasyonları ve görülme sıklığı

SSS VARYASYON					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	YOK	457	56,1	56,1	56,1
	SSS'İN SAĞ TRANSVERS SİNÜS İLE DEVAMLILIĞI	259	31,8	31,8	88,0
	SSS'İN SOL TRANSVERS SİNÜS İLE DEVAMLILIĞI	57	7,0	7,0	95,0
	SSS'İN ÖN 1/3 KESİMİ BİRLEŞMEMİŞ	19	2,3	2,3	97,3
	SSS'İN ARKA 1/3 KESİMİ BİRLEŞMEMİŞ	7	,9	,9	98,2
	SSS'İN ÖN 1/2 KESİMİ HIPOPLAZİK	2	,2	,2	98,4
	SSS'İN KOMBİNE VARYASYON	13	1,6	1,6	100,0
	Total	814	100,0	100,0	

SSS varyasyonları incelendiğinde 6 tip varyasyon görüldü. 814 hastanın 357'si (%43.9) varyasyon göstermekteydi . Varyasyonlardan SSS'ün sağ transvers sinüs ile devamlılığı 259 (%31.9), sol transvers sinüs ile devamlılığı 57(%7) izlendi. SSS'ün ön 1/3 kesiminin birleşmemesi 19(%2.3), SSS'ün arka 1/3 kesimi birleşmemesi 7(%0.9) hastada mevcuttu. SSS'ün ½ kesiminin hipoplazisi 2(%0.2) hastada izlenmişken bu varyasyonların kombinasyonları 13 hastada izlendi. 1 hastada SSS R oksipital sinüs ile devam ediyordu.



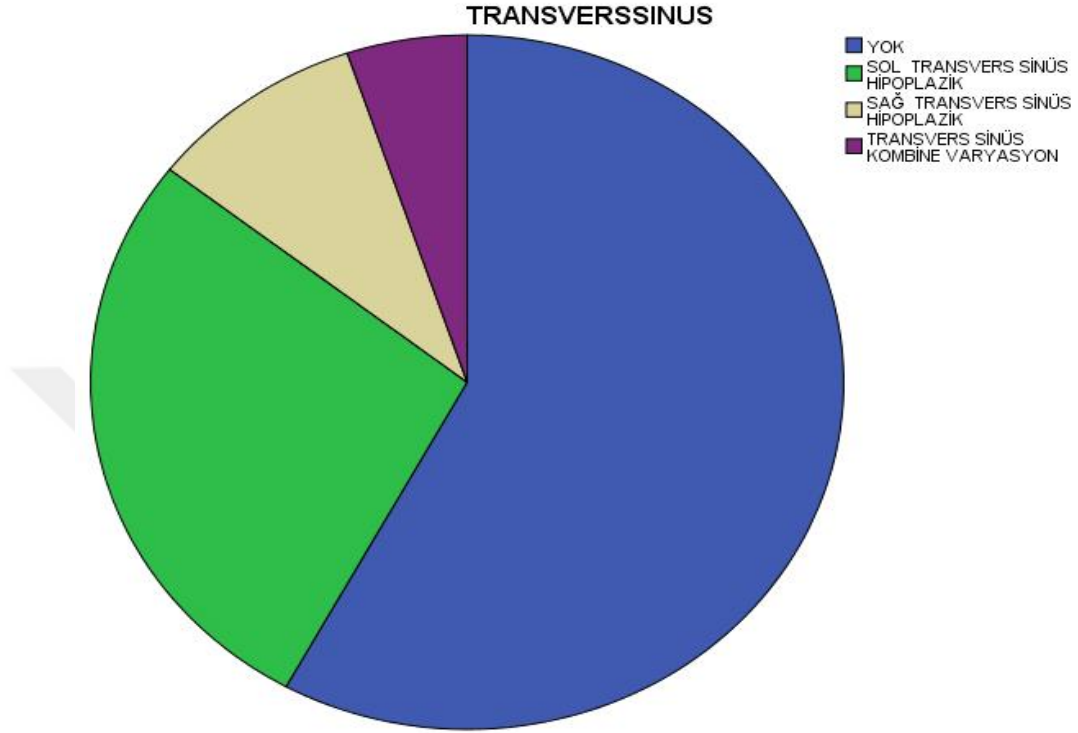
Şekil 25: SSS varyasyonların dağılımı

Tablo 3:Transvers sinüs varyasyonları ve görülme sıklığı

TRANSVERS SİNÜS					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Yok	472	58,0	58,0	58,0
	Sol Transvers Sinüs Hipoplazik	224	27,5	27,5	85,5
	Sağ Transvers Sinüs Hipoplazik	76	9,3	9,3	94,8
	Transvers Sinüs Kombine Varyasyon	42	5,2	5,2	100,0
	Total	814	100,0	100,0	

Tranvers sinüs incelendiğinde 2 tip varyasyon görüldü. 814 hastanın 342 (%42) si varyasyon göstermekteydi. Sol transvers sinüsün hipoplazisi 224(%27.5),

sağ transvers sinüsün hipoplazisi 76(%9.3) hastada izlenmişken, bu varyasyonların kombinasyonu 42(%5.2) hastada mevcuttu.

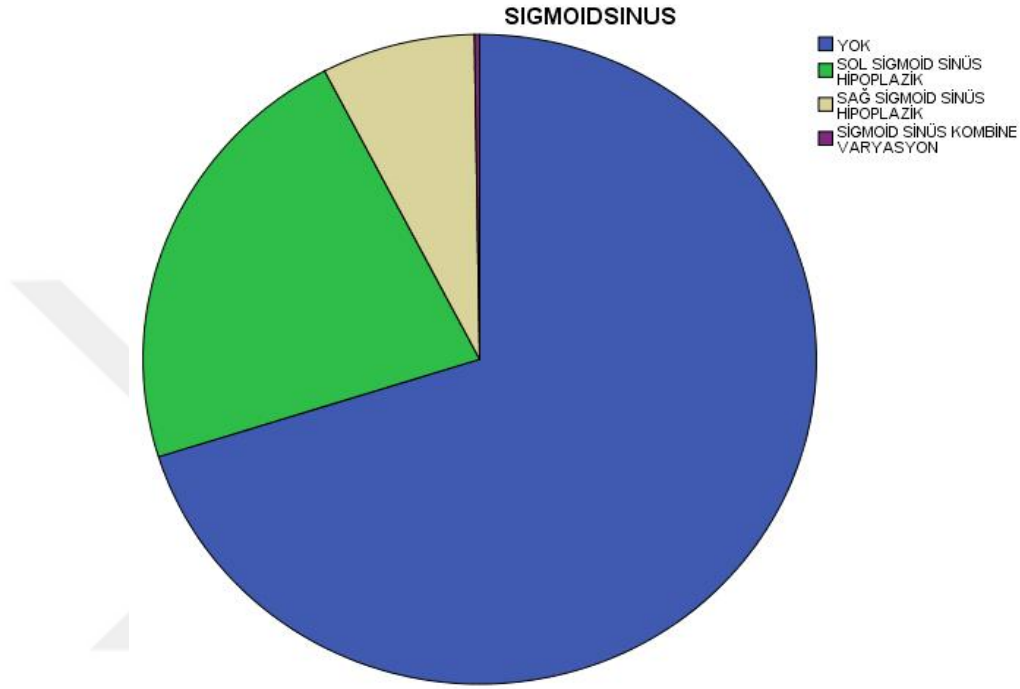


Şekil 26: Transvers sinüs varyasyonların dağılımı

Tablo 4:Sigmoid sinüs varyasyonları ve görülme sıklığı

SİGMOID SİNÜS					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Yok	571	70,1	70,1	70,1
	Sol Sigmoid Sinüs Hipoplazik	181	22,2	22,2	92,4
	Sağ Sigmoid Sinüs Hipoplazik	60	7,4	7,4	99,8
	Sigmoid Sinüs Kombine Varyasyon	2	,2	,2	100,0
	Total	814	100,0	100,0	

Sigmoid sinüs incelendiğinde 2 tip varyasyon görüldü. 814 hastanın 243(%29.9)ü varyasyon göstermekteydi. Sol sigmoid sinüsün hipoplazisi 181(%22.2), sağ sigmoid sinüsün hipoplazisi 60(%7.4) hastada izlenmişken, bu varyasyonların kombinasyonu 2(%0.2) hastada mevcuttu.



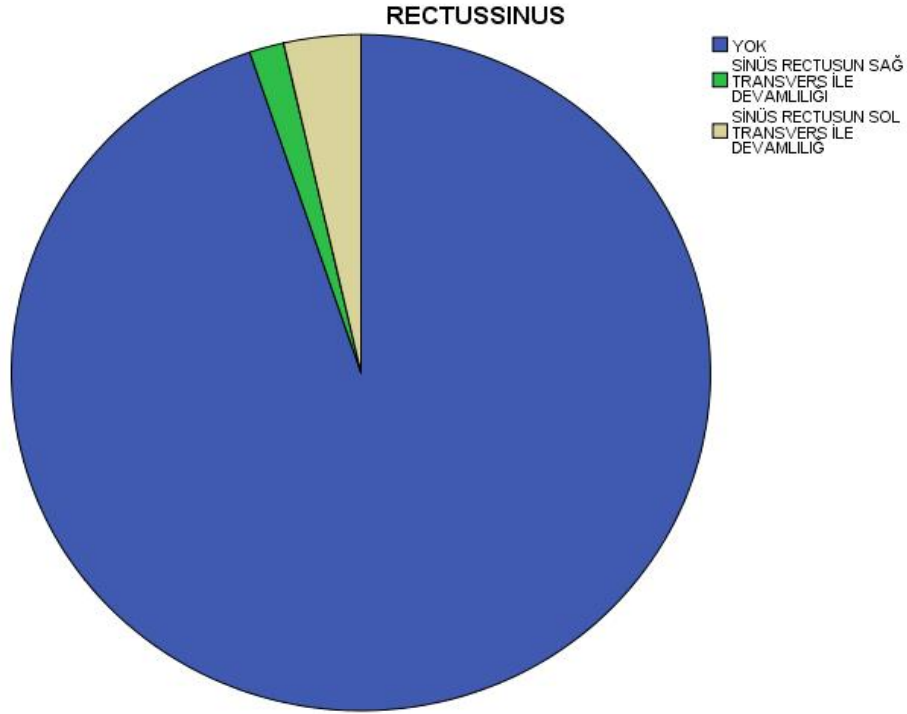
Şekil 27: Sigmoid sinüs varyasyonlarının dağılımı

Tablo 5: Sinüs rectusun varyasyonları ve görülme sıklığı

RECTUS SİNUS					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Yok	772	94,8	94,8	94,8
	Sinüs Rectusun Sağ Transvers sinüs ile Devamlılığı	13	1,6	1,6	96,4
	Sinüs Rectusun Sol Transvers sinüs ile Devamlılığı	29	3,6	3,6	100,0
	Total	814	100,0	100,0	

Sinüs rectus incelendiğinde 3 tip varyasyon görüldü. 814 hastanın 42(%5.2) si varyasyon göstermekteydi. Sinüs rectusun sağ transvers ile devamlılığı 13(%1.6),

sinüs rectusun sol transversle devamlılığı 29(%3.6) hastada mevcuttu. Sinüs rectus superior yerleşimi 1 hastada mevcut olup, istatistiksel olarak anlamlı değişikliğe sebep olmadığından normal gruba dahil edilmiştir



Şekil 28: Rectus sinüs varyasyonların dağılımı

Tablo 6: Oksipital sinüs varlığı

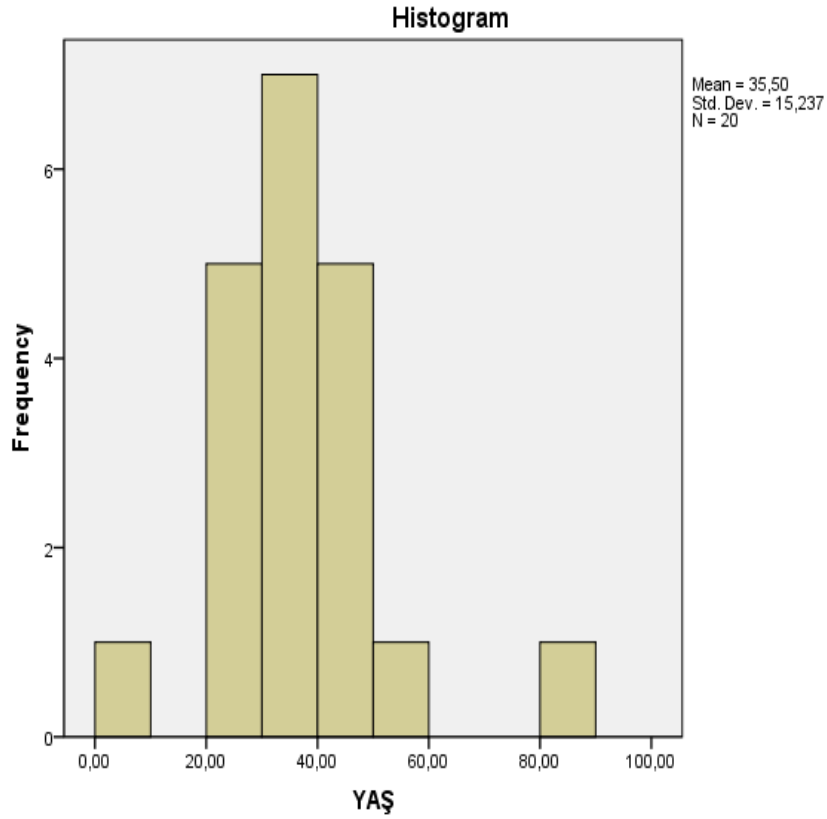
OCCİPİTAL SİNÜS					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Yok	787	96,7	96,7	96,7
	Sağ Occipital Sinüs Varlığı	20	2,5	2,5	99,1
	Sol Occipital Sinüs Varlığı	2	,2	,2	99,4
	Occipital Sinüs Kombine Varyasyon	5	,6	,6	100,0
	Total	814	100,0	100,0	

Oksipital sinüs varlığı 814 hastanın 27(%3.3)'sinde mevcuttu. Sağ oksipital sinüs varlığı 20(%2.5), sol oksipital sinüs varlığı 2(%0.2) ve hem sağ hem sol oksipital sinüs varlığı 5(%0.6) hastada görülmekteydi.

Tablo 7: Oksipital sinüs varlığı-yaş dağılımı

Statistics		
YAŞ		
N	Valid	20
	Missing	0
Mean		35,5000
Median		32,5000
Std. Deviation		15,23673
Minimum		1,00
Maximum		83,00

Tablo 8: Oksipital sinüs varyasyonların yaş histogramı



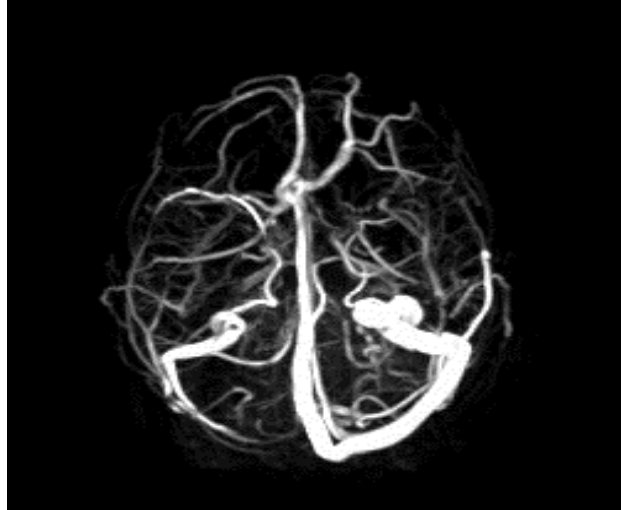
HASTA ÖRNEKLERİ

SSS'ün sol transvers sinüsle devamlılığı olan 20 yaşında kadın hasta (**Resim 1**).



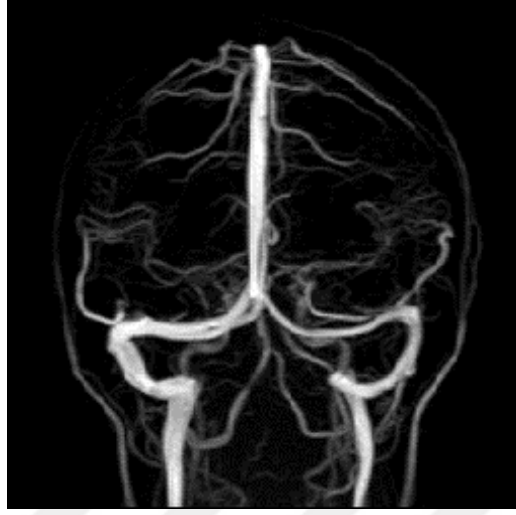
Resim 1: 3B PC MRA venografi görüntüsü sinüs rectus sol transvers sinüs ile, SSS ise sağ transvers sinüs ile devamlılık göstermektedir. Ayrıca sol transver sinüs sağa oranla dominant izlenmektedir

SSS nin 1\3 anterior kesimi ayırık olan 36 yaşında kadın hasta (Resim 2).



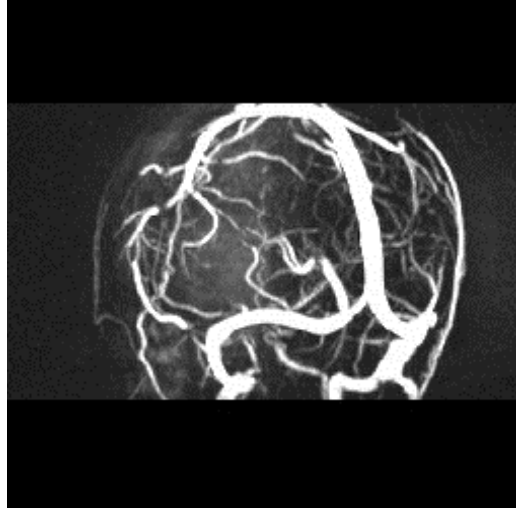
Resim 2: 3D PC MRA görüntüsü SSSün 1\3 anterior kesimi ayırık olup sol transvers sinüs dominant sağ transvers sinüs ise hipoplazik izlenmektedir .

Sağ transvers sinüs dominant, sol transvers sinüs hipoplazik olan 47 yaşında kadın hasta (**Resim 3**).



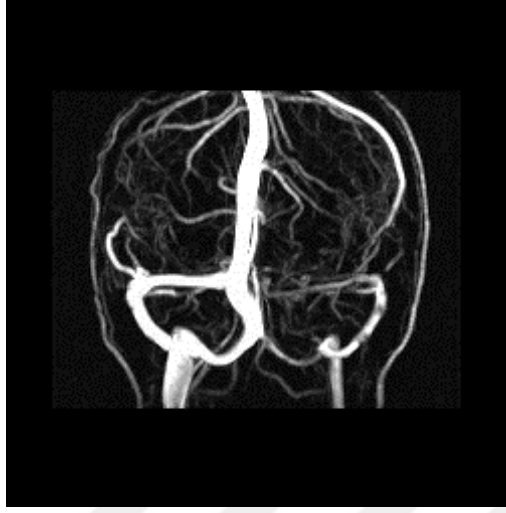
Resim 3: 3D PC MRA görüntüsü sol transvers sinüs hipoplazik sağ transvers sinüs dominant

Sinüs rectus sağ transvers sinüs ile devamlılık gösteren 29 yaşında kadın hasta (**Resim 4**).



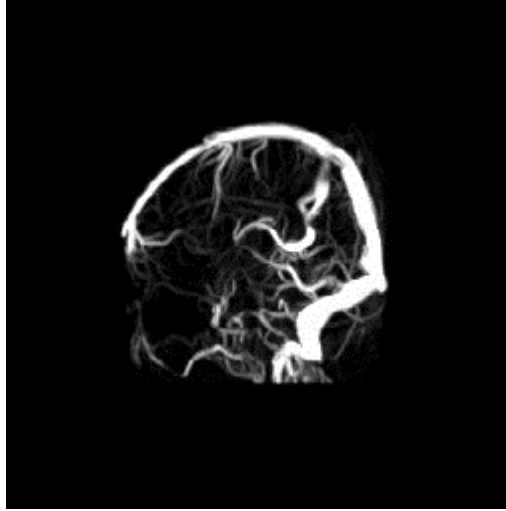
Resim 4: 3D PC MRA görüntüsü sinüs rectus sağ transvers sinüs ile devamlılık göstermektedir

Bilateral oksipital sinüsü olan 26 yaşında kadın hasta (**Resim 5**).



Resim 5: 3D PC MRA görüntüsü sağıda dominant olan bilateral oksipital sinüs izlenmiştir

Sinüs rektusu superior yerleşimli 11 aylık kadın hasta(**Resim 6**).



Resim 6: 3D PC MRA görüntüsü sinüs rectus SSS e drene olup superiorda yerleşimlidir

5. TARTIŞMA

Bu çalışmamızda dural venöz yapılarında en sık görülen varyasyon süperior sagittal sinüsün sağ transvers sinüse açılmasıydı.

Widjaja ve Griffiths'in MRV çalışmasında TS ve SSS çapları torkulardan 1 cm distalde ölçülerek kıyaslanmıştır. TS çapının SSS çapının yarısından az olduğu sinüsleri hipoplazik; TS görülmezse aplazik olarak yorumlamışlardır (6). Çalışmamızda da TS'ler birbirleriyle kıyaslanarak ve SSS karşılaştırılarak hipoplazi ve diğer varyasyonlar değerlendirildi.

Alper ve ark.'larının MRV çalışmasında toplam 105 hastanın 21'inde (%20) sol TS sinüs aplazisi, 41'nde (%39) sol sinüs hipoplazisi, 33'ünde (%31) s sinüsler, 6'sında (%6) sağ sinüs hipoplazisi ve 4'ünde (%4) sağ sinüs aplazisi saptanmıştır. Ayrıca 62 (%59) hastada sağ transvers sinüs, 10 (%9,5) hastada sol transvers sinüs dominantlığı saptanmıştır (98).

Ayanzen'in MRV çalışmasında 100 hastanın %59'unda sağ transvers sinüs, %25'inde sol TS dominantlığı saptanmış olup %16'sında kodominant transvers sinüs bulunmuştur (3).

Durgun ve ark.'nın 189 hastayı içeren çalışmasında 82 hastada sağ transvers sinüs, 36 hastada sol transvers sinüs dominantlığı, 71 hastada ise kodominantlık tespit edilmiştir (15).

Kaplan'ın yaptığı kadaverik-anatomik çalışmada 215 spesmenin 71'inde (%33) SSS'in torkuların sağ yanında ve sağ TS'le devamlılık gösterdiği belirtilmiştir. Bu grubun tümünde sağ TS soldan geniştir (11). Kaplan'ın çalışmasında 3 infant haricinde tüm spesmenlerde oksipital sinüs yok denecek kadar küçüktür. Üçünün ise torkulara açılan orta hacimli OS olduğu ve bunların midserebellar bölgenin üzerinde dura tabakaları arasında genişken; foramen magnum düzeyinde hafifçe daralarak marginal sinüslerle birleşmekte olduğu belirtilmiştir (11). Aynı çalışmada 17 (%8) spesmende sol TS sağdan geniş, SSS orta hattın sağında sağ TS'e açılmakta, SSS sol TS'e açılmaktadır. Bu 17 olgunun 2'sinde SSS splittir. OS'nin torkular ile birleşiminin orta hatta ya da hafifçe sol tarafta olduğunu belirtilmiştir (11).

Rollins'in MRV'de yaşlara göre yaptığı 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 saptanmıştır. Bu üç grup arasında TS dominantlığının yaşla ilişkisinin olmadığı belirtilmiştir (52).

Çalışmamızda 3D PCA MRV ile TS'ler varyasyonları yönünden değerlendirildiğinde, 224 (%27.5) hastada sağ, 76 (%9.3) hastada sol dominantlığı bulundu. 342 (%58) hastada ise kodominantlık saptandı.42(%5.2) hastada bu varyasyonların kombine hali izlendi. Literatürde TS dominantlığı açısından dağılımda heterojenite olduğu görülmektedir (tablo 9). Bazı çalışmalarda sağ TS dominantlığı daha sık saptanmışken bazılarında ise kodominantlığın daha sık olduğu belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda da kodominant olgu sayısı % 58 ile daha fazla bulunmuştur.

Tablo 9: Transvers sinüs dominant-kodominantlığının literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılması

ÇALIŞMA	N	Yaş	Sağ TS Dominant	Sol TS Dominant	Kodominant
Kaplan (11)	215	Adult	%3 3	%8 9	%2 6
Durgun (15)	189	Adult	%43.4	%1 9	%37.6
Singh (14)	160	Adult	%4 1	%1 0	%4 9
Widjaja (6)	27	3 ay-17 yaş	%5 4	%3 6	%8
Alper (98)	105	Adult	%5 9	%1 0	%3 1
Kopuz (16)	33	Yenidoğan	%51.5	%18.2	%30.3
Ayzen (3)	100	9-83 yaş	%5 9	%2 5	%1 6
Çalışmamız	814	1-92 yaş	%2 7.5	%9. 3	%5 8

Dora ve Zileli'nin yetişkinlerde yaptıkları çalışmada 163 olgunun 53'ünde OS saptanmıştır. Bu çalışmada konfluens sinuumu eş zamanlı iki OS ile drene eden 10 olgu (%6,6) bulunmuştur (99). Kopuz ve ark.'nın kadaverik 33 olguyu kapsayan çalışmasında olguların tümünde OS saptanmıştır. Bu çalışmada konfluensi drene eden ikiden fazla OS bulunmuştur (16).

Ayanzen'in yaşları 9 ile 83 arasında değişen 100 olguyu içeren çalışmasında olguların %10'unda OS bulunmuştur (3). Ruiz'in çalışmasında OS, yaş ortalaması 85 olan 12 kadavranın birinde saptanmıştır (100).

Ayrıca Widjaja ve Griffiths'in çalışmasında oksipital sinüs 50 hastanın 9'unda tespit edilmiş ve 5'inde bilateral 4'ünde unilateral oksipital sinüs bulunmuştur (6). Dokuz yaşından büyük çocuklarda oksipital sinüs saptayamamışlardır. Bu çalışmada oksipital sinüsün ağırlıklı olarak 2 yaş altındakilerde görüldüğü belirtilmiştir. Oksipital sinüslü 9 hastanın 6'sında aplazik veya hipoplazik TS, 3'ünde kodominant TS tespit etmişlerdir.

Çalışmamızdaki 814 hastada oksipital sinüs saptanan hasta sayısı 27 (%3.3)'dir. Geriye kalan 787(%96.7) olguda oksipital sinüs izlenmedi. Sağ oksipital sinüs varlığı 20(%2.5), sol oksipital sinüs varlığı 2(%0.2) ve hem sağ hem sol oksipital sinüs varlığı 5(%0.6) hastada izlenmiştir. Tablo 10'da literatür ve çalışmamızdaki OS sayıları karşılaştırılmıştır.

Tablo 10: OS varlığının araştırmacılara göre dağılımı

	n*	Oksipital sinüs
Dora and Zileli (99)	163	%53
Ayanzen et al (3)	100	%10
Ruiz et al (100)	12	%91.7
Widjaja and Griffiths (6)	50	%18
Kopuz (16)	33	%100
Çalışmamızda	814	%3.3

*Çalışmalardaki olgu sayıları için verilmiştir.

Goyal ve ark. SSS varyasyon değerlendirilmesinde 5 varyasyon tespit edilmiş: SSS nin 1/3 anterior atrezisi 15(%0,9), orta kısım hipoplazisi 13(%0,7), ön

1/3 hipoplazisi(%0,4), ön tarafın 2/3 hipoplazisi(%0,2), ön yarısında hipoplazi 1(%0,1) (125).

Çalışmamızda SSS varyasyonları incelendiğinde 6 tip varyasyon görüldü. 814 hastanın 357 si (%43.9) varyasyon göstermektedir. Varyasyonlardan SSS sağ transvers sinüs ile devamlılığı 259 (%31.9), sol transvers sinüs ile devamlılığı 57(%7), SSS ün ön 1/3 kesiminin birleşmemesi 19(%2.3), SSS ün arka 1/3 kesimi birleşmemiş 7(%0.9), SSS ün ½ kesimi hipoplazik 2(%0.2) hasta izlenmişken bu varyasyonların kombinasyonları 13 hastada izlendi, 1 hastada SSS R oksipital sinüs ile devamlılık gösteriyordu.

Goyal ve ark. sinüs rectus varyasyon değerlendirilmesinde 4 hastada (%0,2) hipoplazisi tespit edilmiş (125).

Çalışmamızda sinüs rectus incelendiğinde 3 tip varyasyon izlendi. 814 hastanın 42(%5.2) si varyasyon göstermektedir. Sinüs rectusun sağ transvers ile devamlılığı 13(%1.6), sinüs rectusun sol transversle devamlılığı 29(%3.6) hastada izlendi. Sinüs rectus superior yerleşimi 1 hastada da mevcuttu..

Tablo 11: Goyal ve arkadaşlarının 1654 hastanın 3D MRV tetkikleri retrospektif değerlendirmesi ve bizi çalışmayla karşılaştırılması (125):

	Goyal ve arkadaşları	Bizim çalışmamız
Simetrik transvers sinüs	1106(66.9)	472(%58)
Sol taraf hipoplazi-agenezi transvers sinüs	419(%25.4)	224(%27.5)
Sağ taraf hipoplazi-agenezi transvers sinüs	103(%6.2)	76(%9.3)
Kombine varyant	26(%1.5)	42(%5.2)

Tablo 12: Goyal ve arkadaşlarının 1654 hastanın 3D MRV tetkikleri retrospektif değerlendirmesi ve bizi çalışmayla karşılaştırılması(125):

	Goyal ve arkadaşları	Bizim alışmamız
Simetrik sigmoid sinüs	1418(%85.7)	571(%70.1)
Sol taraf hipoplazi-agenezi sigmoid sinüs	189(%11.5)	181(%22.2)
Sağ taraf hipoplazi-agenezi sigmoid sinüs	44(%2.6)	60(%7.4)
Kombine varyant	3(%0.2)	2(%0.2)

6. SONUÇ

Sonuç olarak serebrovasküler hastalıklar, beyin tümörlerinin cerrahi tedavisi ile radikal boyun diseksiyonları ve nörovasküler girişimsel işlemler öncesinde, olası komplikasyonların önlenmesi açısından yüzeysel dural sinüslerin uygun görüntüleme yöntemleriyle değerlendirilmesi, varyasyonlarının ve sinüs içi yapıların bilinmesi önemlidir. Bu anatomik yapıların non-invaziv, radyasyon içermeyen ve kontrast madde kullanılmayabilen bir teknik olan MR ile değerlendirilmesi önemli bir avantajdır. Biz de bu çalışmamızda diğer çalışmalardan farklı olarak tüm yaş gruplarındaki olguları dural sinüs varyasyonlarını 3D PCA MR VENOGRAFİ ile değerlendirdik. Çalışmamızın bu açıdan literatürde yerini alacağını düşünmekteyiz. Ayrıca diğer çalışmalarda bahsedilemeyen ve bizim bu çalışmada tespit ettiğimiz ‘Sinüs rectusun superior yerleşimi’ diğer çalışmalardan farklı olarak literatüre katkı sunacağımızı düşündüğümüz varyasyondur. Bu konularda yapılacak yeni ve daha kapsamlı çalışmalarla yeni varyasyon tiplerinin tespit edilebileceğini düşünmekteyiz.

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. Brunori A, Vaganozzi R, GiuVre R, Pacchioni A (1993). Early studies of the duramater. *J Neurosurg* 78:515–518
19. Kirchof K, Welzel T, Jansen O, Sartor K (2002). More reliable non-invasive visualization of the cerebral veins and dural sinuses: comparison of three MR angiographic techniques. *Radiology* 224:804–810
20. Liang L, Korogi Y, Sugahara T et al (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* 22:481–492
21. Liauw L, van Buchem MA, Split A et al (2000). MR angiography of the intracranial venous system. *Radiology* 214:678–682
22. Reichenbach JR, Venkatesan R, Schillinger DJ et al (1997). Small vessels in the human brain: MR venography with deoxyhemoglobin as an intrinsic contrast agent. *Radiology* 204:272–277

23. Chin SC, Chen CY, Lee CC et al (1998). Giant arachnoid granulation mimicking dural sinus thrombosis in a boy with headache: MRI. *Neuroradiology* 40:181– 183
24. Ikushima I, Korogi Y, Makita O et al (1999). MRI of arachnoid granulations within the dural sinuses using a FLAIR pulse sequence. *Br J Radiol* 72:1046– 1051
25. Leach JL, Jones BJ, Tomsick TA et al (1996). Normal appearance of arachnoid granulations on contrast-enhanced CT and MR of the brain: differentiation from dural sinus disease. *AJNR Am J Neuro-radiol* 17:1523– 1532
26. Mamourian AC, TowWghi J (1995). MR of giant arachnoid granulation, a normal variant presenting as a mass within the dural venous sinus. *AJNR Am J Neuroradiol* 16:901–904
27. Roche J, Warner D (1996). Arachnoid granulations in the transverse and sigmoid sinuses: CT, MR, and MR angiographic appearance of a normal anatomic variation. *AJNR Am J Neuroradiol* 17:677–683
28. Koshikawa T, Naganawa S, Fukatsu H et al (2000). Arachnoid granulations on high-resolution MR images and diffusion-weight-ed MR images: normal appearances and frequency. *Radiat Med* 18:187–191
29. Lang, J., (2001). *Skull Base and Related Structures Atlas of Clinical Anatomy* (c. Second Edition).
30. Sener, R.N. (1996). MR angiography of the vein of Galen malformation. *Clin Imaging*, 20 (4), 243-246.
31. Jinkins, JR., (2000). *Atlas of Neuroradiologic Embryology, Anatomy, and Variants*: Lippincott Williams&Wilkins.
32. Schneider, G., Prince MR., Meaney, JFM., Ho, VB., (2005). *Magnetic Resonance Angiography, Techniques, Indications and Practical Applications*.
33. Tamraz JC., Comair, YG., (2000, 2006). *Atlas of Regional Anatomy of the Brain Using MRI*: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
34. Walter Grand, L.N.H. (1999). *Vasculature of the Brain and Cranial Base Variations in Clinical Anatomy*.
35. Standaring, S. (2008). *Gray's Anatomy*: Elsevier.

36. Robert W. Hurst, R.H.R. (2008). *Interventional Neuroradiology*: Informa Healthcare USA,.
37. Uflacker, R. (2007). *Atlas of Vascular Anatomy: An Angiographic Approach* (2nd Edition bs.): Lippincott Williams & Wilkins.
38. Bradley, W.G. (2008). *Neurology in Clinical Practice* [Elektronik Sürüm]. Butterworth-Heinemann, An Imprint of Elsevier
39. Morris, P.P. (2007). *Practical Neuroangiography* (2nd Edition bs.): Lippincott Williams & Wilkins.
40. 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.
41. Schmidek, H.H., Auer, L.M., Kapp, J.P. (1985). The cerebral venous system. *Neurosurgery*, 17 (4), 663-678.
42. Allison's, A.G. (2008). *Diagnostic Radiology* [Elektronik Sürüm]. Churchill Livingstone, An Imprint of Elsevier
43. Rhoton, A.L., Jr. (2002). The cerebral veins. *Neurosurgery*, 51 (4 Suppl), S159- 205.
44. 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.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. Miller, D.L., Doppman, J.L. (1991). Petrosal sinus sampling: technique and rationale. *Radiology*, 178 (1), 37-47.

49. 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.
50. Cimsit, N.C., Ture, U., Ekinçi, 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.
51. Haage, P., Krings, T., Schmitz-Rode, T. (2002). Nontraumatic vascular emergencies: imaging and intervention in acute venous occlusion. *Eur Radiol*, 12 (11), 2627-2643.
52. Rollins, N., Ison, C., Booth, T., Chia, J. (2005). MR venography in the pediatric patient. *AJNR Am J Neuroradiol*, 26 (1), 50-55.
53. 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.
54. 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.
55. 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.
56. 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.
57. 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.
58. Ikushima, I., Korogi, Y., Makita, O., Yamura, M., Kawano, H., Kohama, M. (1999). MRI of arachnoid granulations within the dural sinuses using a Flair pulse sequence. *Br J Radiol*, 72 (863), 1046-1051.

59. 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.
60. Gailloud P, Muster M, Khaw N et al (2001). Anatomic relationship between arachnoid granulations in the transverse sinus and the termination of the vein of labbé: an angiographic study. *Neuroradiology* 43:139–143
61. Roche J, Warner D. (1996). Arachnoid granulations in the transverse and sigmoid sinuses: CT, MR, and MR angiographic appearance of a normal anatomic variation. *AJNR Am J Neuroradiol*;17:677– 683
62. Leach JL, Jones BV, Tomsick TA, Stewart CA, Balko MG. (1996). Normal appearance of arachnoid granulations on contrast-enhanced CT and MR of the brain: differentiation from dural sinus disease. *AJNR Am J Neuroradiol*; 17:1523–1532
63. Casey SO, Ozsvath RR, Choi JS. (1997). Prevalence of arachnoid granulations as detected with CT venography of the dural sinuses. *AJNR Am J Neuroradiol*; 18:993–994
64. Fox RJ, Walji AH, Mielke B et al (1996). Anatomic details of intradural channels in the parasagittal dura: a possible pathway for flow of cerebrospinal fluid. *Neurosurgery* 39:84–90
65. Potts DG, Reilly KF, Deonarine V. (1972). Morphology of the arachnoid villi and granulations. *Radiology*;105:333–341
66. Legross Clark WE. (1920). On the pacchionian granulations. *J Anat*;55:40–48
67. Grossman CB, Potts DG. (1974). Arachnoid granulations: radiology and anatomy. *Radiology*;113:95–100
68. Branam R, Wilson CB. (1976). Arachnoid granulations simulating osteolytic lesions of the calvarium. *AJR Am J Roentgenol*;127: 523–525
69. Scully RB, Mark EJ, McNeely BU. Case (1984). Case records of the Massachusetts General Hospital. *N Engl J Med*;311: 1036–1043
70. Browder J, Kaplan HA, Howard EM. (1973). Hyperplasia of Pacchionian granulations. *Arch Pathol Lab Med*;95:315–316

71. Conegero CI, Chopard RP (2003.) Tridimensional architecture of the collagen element in the arachnoid granulations in humans: a study on scanning electron microscopy. *Arq Neuropsiquitr* 61:561–565
72. De Miranda MH, Biazoto W, Chopard RP, Licas GA (1990). A microscopic study of human arachnoid granulations. *Arq Neur-opsiquitr* 48:151–155
73. Yamashima T, (1986). Ultrastructural study of the final cerebrospinal fluid pathway in human arachnoid villi. *Brain Res* 384:68–76
74. Zaki W (1977) Development of arachnoid granulations. *Bull Assoc Anat (Nancy)* 61(173):283–290
75. Mullins E, Grant E, Wang B, Gonzales G, Schaefer P (2004). Parenchymal abnormalities associated with cerebral venous sinus thrombosis: assessment with diffusion-weighted MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 25:1666–1675
76. Röttger C, Trittmacher S, Gerriets T, Blaes F, Kaps M, Stolz E (2005) .Reversible MR imaging abnormalities following cerebral venous thrombosis. *AJNR Am J Neuroradiol* 26:607–613
77. 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.
78. Orhan Oyar, Gülsoy, UK., (2003). *Tıbbi Görüntüleme Fiziği: Rekmay*, Ankara.
79. John R. Haaga, C.F.L. (2003). *Computed tomography and magnetic resonance imaging of the whole body (Fourth edition bs., c. Volume one): MOSBY.*
80. Könez, O. (1993). *Manyetik Rezonans Görüntüleme: Temel Bilgiler.*
81. Edelman, R.R. (1993). *MR Angiography: Present and Future. Am J Roentgenol* (161), 1-11.
82. 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.*
83. Agid, R., Shelef, I., Scott, J.N., Farb, R.I. (2008). Imaging of the intracranial venous system. *Neurologist*, 14 (1), 12-22.

84. Geoffrey D. Rubin, N.M.R. (2009). CT and MR Angiography: Comprehensive Vascular Assessment (c. 1st Edition): Lippincott Williams & Wilkins.
85. Kanal, E., Shellock, F.G., Talagala, L. (1990). Safety considerations in MR imaging. *Radiology*, 176 (3), 593-606.
86. Haacke, E.M., Masaryk, T.J. (1989). The salient features of MR angiography. *Radiology*, 173 (3), 611-612.
87. 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.
88. Anzalone, N. (2005). Contrast-enhanced MRA of intracranial vessels. *Eur Radiol*, 15 Suppl 5, E3-10.
89. Khandelwal, N., Agarwal, A., Kochhar, R., Bapuraj, J.R., Singh, P., Prabhakar, S. ve diğeri. (2006). Comparison of CT venography with MR venography in cerebral sinovenous thrombosis. *AJR Am J Roentgenol*, 187 (6), 1637-1643.
90. Pernicone, J.R., Siebert, J.E., Potchen, E.J., Pera, A., Dumoulin, C.L., Souza, S.P. (1990). Three-dimensional phasecontrast MR angiography in the head and neck: preliminary report. *AJR Am J Roentgenol*, 155 (1), 167-176.
91. Lee, J.M., Jung, S., Moon, K.S., Seo, J.J., Kim, I.Y., Jung, T.Y. ve diğeri. (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.
92. Pınarbaşı T. (2011). DSA, kontrastlı beyin MR ve MR venografi tetkikleri ile intrakranial dural venöz sinüslerin değerlendirilmesi, T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi
93. McKinnon, S.G. (1998). Anatomy of the cerebral veins, dural sinuses, sella, meninges, and CSF spaces. *Neuroimaging Clin N Am*, 8 (1), 101-117.

94. DiMeco, F., Li, K.W., Casali, C., Ciceri, E., Giombini, S., Filippini, G. ve diğeri. (2004). Meningiomas invading the superior sagittal sinus: surgical experience in 108 cases. *Neurosurgery*, 55 (6), 1263-1272; discussion 1272- 1264.
95. 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.
96. Liang, L., Korogi, Y., Sugahara, T., Onomichi, M., Shigematsu, Y., Yang, D. ve diğeri. (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.
97. Pui, M.H. (2004). Cerebral MR venography. *Clin Imaging*, 28 (2), 85-89.
98. 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.
99. Dora, F., Zileli, T. (1980). Common variations of the lateral and occipital sinuses at the confluens sinuum. *Neuroradiology*, 20 (1), 23-27.
100. Ruiz, D.S., Yilmaz, H.,Gailloud, P. (2009). Cerebral developmental venous anomalies: current concepts. *Ann Neurol*, 66 (3), 271-283.
101. 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.
102. Sayhan S., Güvencer M., Özer E., Arda M.N, (2011). Morphometric Evaluation of Parasagittal Venous Anatomy for Intracranial Approaches A Cadaveric Study 10.5137/1019-5149
103. 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.
104. Renowden, S. (2004). Cerebral venous sinus thrombosis. *Eur Radiol*, 14 (2), 215- 226.

105. 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.
106. 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.
107. 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.
108. Krisch B (1988). Ultrastructure of the meninges at the site of penetration of veins through the dura mater, with particular reference to Pacchionian granulations investigations in the rat and two species of new-world monkeys (*Cebus paella*, *Callitrix jacchus*). *Cell Tissue Res* 251:621–623
109. Meyer FB, Lombardi D, Scheithauer B, Nichols DA. (1990) Extra-axial cavernous hemangiomas involving the dural sinuses. *J Neurosurg*;73:187–192.
110. Hacker H. Normal supratentorial veins and dural sinuses. (1869:1974). In: Newton TH, Potts DG, eds. *Radiology of the Skull and Brain* St Louis; Mosby. Vol 2: 3.
111. Edelman RR. (1993). MR angiography: present and future. *AJR Am J Roentgenol*;161:1–11
112. Liang L, Korogi Y, Sugahara T et al (2002). Normal structures in the intracranial dural sinuses: delineation with 3D contrast-enhanced magnetization prepared rapid acquisition gradient–echo imaging sequence. *AJNR Am J Neuroradiology* 23:1739–1746
113. Azmi A, Haroun, Waleed S, Mahafza, Mahasen S, Al Najjar (2007). Arachnoid granulations in the cerebral dural sinuses as demonstrated by contrast-enhanced 3D magnetic resonance venography 29:323–328
114. Dormont D, Sag K, Biondi A, Wechsler B, Marsault C (1995). Gadolinium-enhanced MR of chronic dural sinus thrombosis. *AJNR Am J Neuroradiol* 16: 1347–1352

115. Potts DG, Reilley KF, Deonarine (1972). V. Morphology of arachnoid villi and granulations. *Radiology*;105:333–341
116. Upton ML, Weller RO. (1985). The morphology of cerebrospinal fluid drainage pathways in human arachnoid granulations. *J Neurosurg*;63:867–875
117. Grossman CB, Potts DG. (1974). Arachnoid granulations: radiology and anatomy. *Radiology*;113:95–100
118. Bergquist E, Willen. (1974). Cavernous nodules in the dural sinuses. *J Neurosurg* 40:330–335
119. Key A, Retzius G. (1876). *Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebe*. Stockholm: Norstedt and Soner;2
120. LeGros Clark WE. (1920). On the pacchionian bodies. *J Anat*;55: 40–48
121. Richard I. Farb (2007). The dural venous sinuses: normal intraluminal architecture defined on contrast-enhanced MR venography *49:727–732*
122. Ikushima I, Korogi Y, Makita O ve ark. (1999). MRI of arachnoid granulations within the sinuses using a FLAIR pulse sequence. *Br J Radiol*;72:1046–1051
123. Liang L, Korogi Y, Sugahara T, Ikushima I, Shigematsu Y, Takahashi M, Provenzale JM (2002). Normal structures in the intracranial dural sinuses: delineation with 3D contrast-enhanced magnetization prepared rapid acquisition gradient-echo imaging sequence. *AJNR Am J Neuroradiol* 23(10):1739–1746
124. Browder J, Browder A, Kaplan HA (1972). The venous sinuses of the cerebral dura mater. I. Anatomical structures within the superior sagittal sinus. *Arch Neurol* 26(2):175–180
125. Gourav Goyal, MD1, Rambir Singh, MD2, Nikhil Bansal, MD3, Vimal Kumar Paliwal, MD4(2016)