



T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ  
ANABİLİM DALI

**KRONİK SUBDURAL HEMATOMLU OLGULARDA  
HEMATOMA KOMŞU BEYİN PARANKİMİNDE  
OPERASYON ÖNCESİ VE SONRASI DİFÜZYON VE  
PERFÜZYON MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME  
BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Hakan ÇAKIN**

**Antalya, 2015**



T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ  
ANABİLİM DALI

**KRONİK SUBDURAL HEMATOMLU OLGULARDA  
HEMATOMA KOMŞU BEYİN PARANKİMİNDE  
OPERASYON ÖNCESİ VE SONRASI DİFÜZYON VE  
PERFÜZYON MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME  
BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Hakan ÇAKIN**

**Tez Danışmanları:**

**Yrd.Doç.Dr. Bekir AKGÜN (Fırat Üniversitesi)**

**Prof.Dr. Mehmet Saim KAZAN (Akdeniz Üniversitesi)**

*“Kaynak gösterilerek tezimden yararlanılabilir”*

**Antalya, 2015**

## TEŐEKKÖR

Bu zorlu asistanlık sürecinde hep yanımda olan canım eŐim Özlüm'e ve babalarını diğer tüm çocuklardan daha az görebilen oğlum ve kızıma, çok sevdiğim canım anneme, keŐke yanımda olsaydı dediğim babama, beni yetiŐtiren ve őekillendiren Fırat Üniversitesi Tıp Fakóltesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalındaki hocalarıma, asistanlık sürecindeki yoldaŐım ve dostum Dr. Sait Öztürk'e, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakóltesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalında beni çok sıcak karşılayan, yabancılık hissettirmeyen, eğitimimde beni bir basamak daha yukarı taşıyan ve olgunlaŐtıran tüm hocalarıma ve asistan arkadaşlarıma teŐekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>Kısaltmalar Dizini</b>	<b>iii</b>
<b>Tablolar Dizini</b>	<b>iv</b>
<b>Resimler Dizini</b>	<b>v</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>2</b>
2.1. Beyin Zarları	2
2.1.1. Tarihçe	2
2.1.2. Embriyoloji	2
2.1.3. Anatomi	3
2.2. Subdural Hematomlar	6
2.2.1. Tanım, tarihçe	6
2.2.2. Patofizyoloji	7
2.2.3. Klinik bulgular	7
2.2.4. Tedavi	8
2.2.5. Beyin kan akımı	10
2.2.6. Görüntüleme yöntemleri	10
<b>3. MATERYAL VE METOD</b>	<b>13</b>
3.1. Hasta Grubu	13
3.2. Radyolojik Değerlendirme	13
3.3. Etik	14
3.4. Cerrahi Tedavi	14
3.4.1. Burr hole drenaj yöntemi ile cerrahi tedavi	14
3.4.2. Kraniotomi yöntemi ile cerrahi tedavi	16
3.5. İstatistiksel Analiz	18
<b>4. BULGULAR</b>	<b>19</b>
4.1. Difüzyon Ölçüm Değerleri Karşılaştırması	19
4.2. Perfüzyon Ölçüm Değerleri Karşılaştırılması	20
4.2.1. Perfüzyon volüm ölçüm değerleri	20
4.2.2. Perfüzyon akım (flow) ölçüm değerleri	23
4.3. Şift (Orta Hat Kayma)	24
4.4. Subdural Hematom Kalınlığı	25
4.5. Cerrahi Teknik	25
4.6. Lokalizasyon	25

4.7. Yaş	26
4.8. Klinik Değerlendirme	26
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>27</b>
<b>6. SONUÇLAR</b>	<b>31</b>
<b>7. ÖZET</b>	<b>32</b>
<b>8. ABSTRACT</b>	<b>33</b>
<b>9. KAYNAKLAR</b>	<b>34</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>ADC</b>	Apparent diffusion coefficient
<b>ASL</b>	Arterial spin labelling
<b>BBT</b>	Bilgisayarlı beyin tomografisi
<b>DSC</b>	Dynamic susceptibility contrast
<b>Gd</b>	Gadolinyum
<b>MRG</b>	Manyetik rezonans görüntüleme
<b>SDH</b>	Subdural hematom
<b>SF</b>	Serum fizyolojik
<b>SPSS</b>	Statistical Packet for the Social Science
<b>YN</b>	Yatarak nötral

**TABLULAR DİZİNİ**

<b><u>Tablo</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.1. Difüzyon MRG, ADC değerlerindeki değişiklikler	20
4.2. Perfüzyon volüm MRG	22
4.3. Perfüzyon akım MRG	23
4.4. Operasyon öncesi ve sonrası, şift kalınlığı ölçüm değerlerini gösteren grafi	24

## RESİMLER DİZİNİ

<b><u>Resim</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
2.1. Meninkslerin anatomik yapısı	4
2.2. Dura mater, araknoidea mater, pia mater ve sinüslerin anatomisi	4
2.3. Dural sinüsler	5
3.1. a. Burr hole drenaj yöntemi uygulanan bir olgunun preoperatif T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü	16
b. Burr hole drenaj yöntemi uygulanan bir olgunun postoperatif erken dönem (ilk 3 gün içinde) T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü	16
c. Burr hole drenaj yöntemi uygulanan bir olgunun postoperatif geç dönem (2. ay) T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü	16
3.2. a. Kraniotomi ile cerrahi tedavi uygulanan bir olgunun preoperatif T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü	17
b. Kraniotomi ile cerrahi tedavi uygulanan bir olgunun postoperatif erken dönem (ilk 3 gün içinde) T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü	17
c. Kraniotomi ile cerrahi tedavi uygulanan bir olgunun postoperatif geç dönem (2. ay) T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü	17
4.1. a. Perfüzyon MRG kan akımı ölçümü	21
b. Perfüzyon zaman akım grafiği	22



## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Intrakranial subdural hematomlar (SDH), beynin dura mater ile araknoid tabakaları arasında gelişen, ciddi mortalite ve morbidite ile sonuçlanabilen kanamalardır. Gelişme zamanına göre, akut, subakut ve kronik olmak üzere üçe ayrılırlar. Klasik olarak subdural hematomun gelişmesinde subdural mesafede seyreden parasagittal köprü venlerinin yırtılması etken olarak gösterilmektedir. SDH'a yol açan nedenler olarak; geçirilmiş travma, koagülopatiler, intrakranial hipotansiyon, kronik alkolizm, vasküler malformasyonlar ve intrakranial kitleler sayılabilir. SDH'lar gelişme zamanına göre; ilk 2 gün içinde gelişenler akut, 3-14 içinde gelişenler subakut ve 14 günden sonra gelişenler kronik SDH olarak sınıflandırılırlar. Kronik SDH'lar, subdural mesafede biriken kanın organizasyonunu yansıtır. Subdural mesafede biriken kan miktarının zamanla yavaş bir şekilde arttığı ve kitle etkisi oluşturduğu bilinmektedir, bu artışın patofizyolojik mekanizmaları arasında, osmotik onkotik basınç farkı teorisi, membran kapillerlerinin kırılmağına bağılı yeniden kanama ve fibrinolitik aktivasyon teorisi yer almaktadır.

Kronik SDH'ların tanısında klinik bulguların yanı sıra radyolojik yöntemler olarak, bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılmaktadır.

MRG teknolojisindeki ilerlemeler sonucunda, geliştirilen perfüzyon ve difüzyon teknikleri bize, hematoma altında kalan beyin parankim dokusu hakkında ilave bilgiler sağlamış ve ortaya çıkan değışiklikler daha detaylı olarak ortaya konabilmiştir.

Bu çalışmada kronik SDH nedeniyle opere edilen 25 hastada, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası erken dönem (ilk 48-72 saat) ve geç dönem (2. ayda) beyin difüzyon ve perfüzyon MRG'ları çekildi ve hematoma komşu beyin parankiminde ortaya çıkan değışiklikler incelendi.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Beyin Zarları (Meninksler)**

#### **2.1.1. Tarihçe**

Meninks terimi, Yunanca ‘membran’ kelimesinden türemiştir. İlk kez İsa’dan önce 3. yüzyılda Erasistaratus tarafından merkezi sinir sistemini saran zar olarak tanımlanmıştır. Galen pacheia ve lepte olarak iki ayrı tabaka tanımını yapmıştır. Arap bilgin Hali Abbas tarafından umm al-dimag (beynin anası) olarak tanımlanmış ve umm al-galia (sert anne), umm al-raqiqa (ince anne) olarak tanımlanmıştır. İtalyan keşiş ve bilim adamı Antioch’lu Stephen tarafından dura (sert) mater ve pia (ince) mater olarak tercüme edilmiş ve literatürde böyle isimlendirilmeye başlamıştır. Araknoidea (örümcek benzeri), mater ise ilk kez İsa’dan önce 3. yüzyılda Herophilus tarafından tanımlanmıştır (49).

#### **2.1.2. Embriyoloji**

Meninks embriyolojisi ilk kez 1816’da Tiedemann ve Münz tarafından Anatomie und Bildungsgeschichte isimli yazı ile tanımlanmış ve 1842’de Bischoff tarafından bu çalışma geliştirilmiştir. Daha sonra Kölliger ve His meninkslerin nöral tüpü saran mezenkimal dokudan köken aldığını buldular. 1908’de meninkslerin çift (dual) kökenli olduğu teorisi Remak, Reicher ve Lillie tarafında ortaya atıldı. 1924’de Harvey ve Lear leptomeninkslerin (pia ve araknoid) ektodermal kökenli olduğunu öne sürdüler. 1986’da insan embriyosu ile yapılan deneysel çalışmalarda Hochstetter ve O’Rahilly insan meninkslerinin skalp ve kafatasından gelen perimeduller mezenkimden geliştiğini buldular. Bu mezenkimal örtü, nöral krest de dahil olmak üzere farklı kaynaklardan farklı hücreler içermekteydi.

Dura; mezensefalik fleksuradan periferik mezenkim ile birlikte gelişmeye başlar ve bu oluşum durayı leptomeninkslerden ve çevrelediği yapılardan ayırır (16,48).

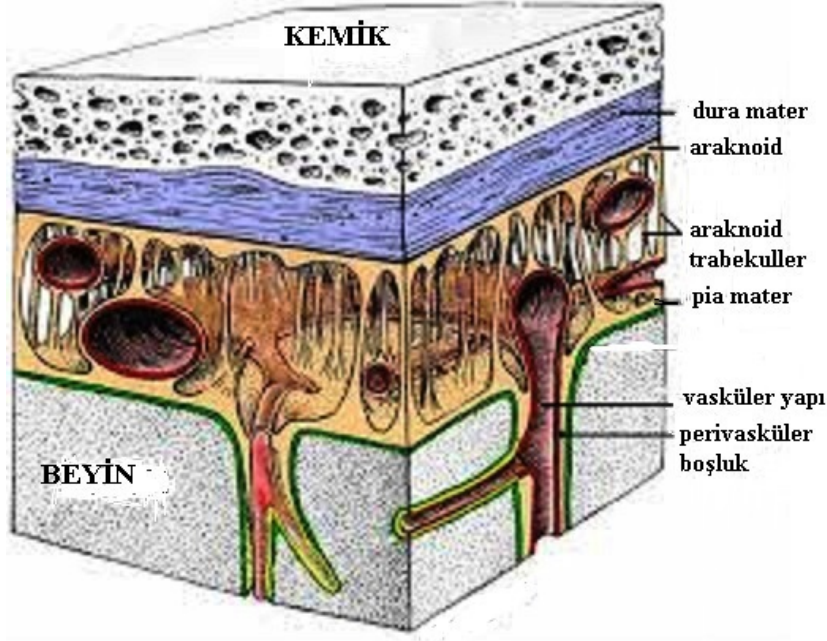
### 2.1.3. Anatomi

Meninksler üç membrandan oluşur. Dura, araknoid ve pia mater. Dura pakimeninks (kalın membran) olarak isimlendirilirken, araknoid ve pia, leptomeninks (ince membran) olarak adlandırılırlar. En yüzeyel olan meninks parçası kalın olan dura materdir. Endosteal (periosteal), meningeal ve border (sınırlayıcı) hücre membranları olarak üç parçadan oluşur. Endosteal membran en dışta bulunan kafatasının iç yüzünde bulunan periost ile ilişkili membrandır. Periosta sıkı yapışık bir membrandır ve spinal kordda bulunan dura ile ilişkili değildir. Foramenlerde ve sütür çizgilerinde, periost ile birleşerek devam eder. Genç yaşlarda durayı sütür çizgilerinden ayırmak zordur. İlerleyen yaşlarda dura sertleşir, kalınlaşır ve ayrılması kolaylaşır. Meningeal yaprak endosteal yaprağa sıkıca tutunmuştur. Sadece dural sinüslerde ve dural refleksiyon alanlarında ayrılırlar. Foramen magnum düzeyinde spinal dura ile de ilişkilidir. Kan damarları ve sinirler de meningeal durayı deler geçerler. Dural sınır hücre membranı en içte bulunan membrandır. Subdural mezotelium, neurotelyum, subdural hücre membranı isimleri ile de anılmıştır (Resim 2.1 ve Resim 2.2).

Dural beslenme karotid (orta meningeal arter), ethmoidal, maxiller, asenden faringeal, lakrimal, oksipital ve vertebral arterler ile olur. En büyükleri orta meningeal arterdir.

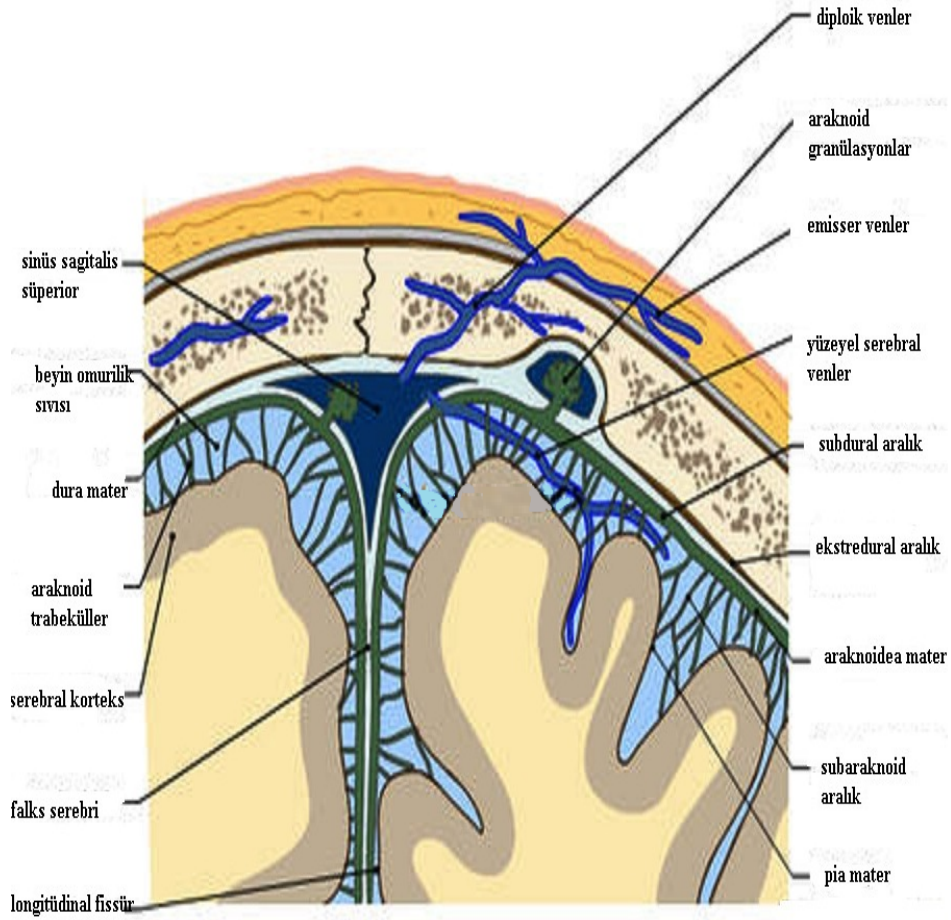
Dural venöz dolaşım dural satellit venler ve dural sinüsler yolu ile olur. Bu sinüsler, endosteal ve meningeal yapraklar arasında bulunurlar. Sinüs sagittalis süperior ve inferior, transvers sinüsler, sigmoid sinüsler, confluens sineum, kavernöz sinüsler, süperior ve inferior petrozal sinüsler, sfenoparietal sinüsler, klival venöz plexus, strait sinüs, juguler bulb bu sinüslerdir. Satellit venler çoğunlukla süperior sagittal sinüs ve transvers sinüslere dökülürler (Resim 2.3).

Dura sempatik ve sensorial innervasyona sahiptir. Sempatik innervasyon servikal sempatik ganglionlardan gelen perivasküler sempatik plexus yolu ile olur. Aynı zamanda kranial sinirlerden gelen dallar da duranın innervasyonuna katılırlar (16,48).



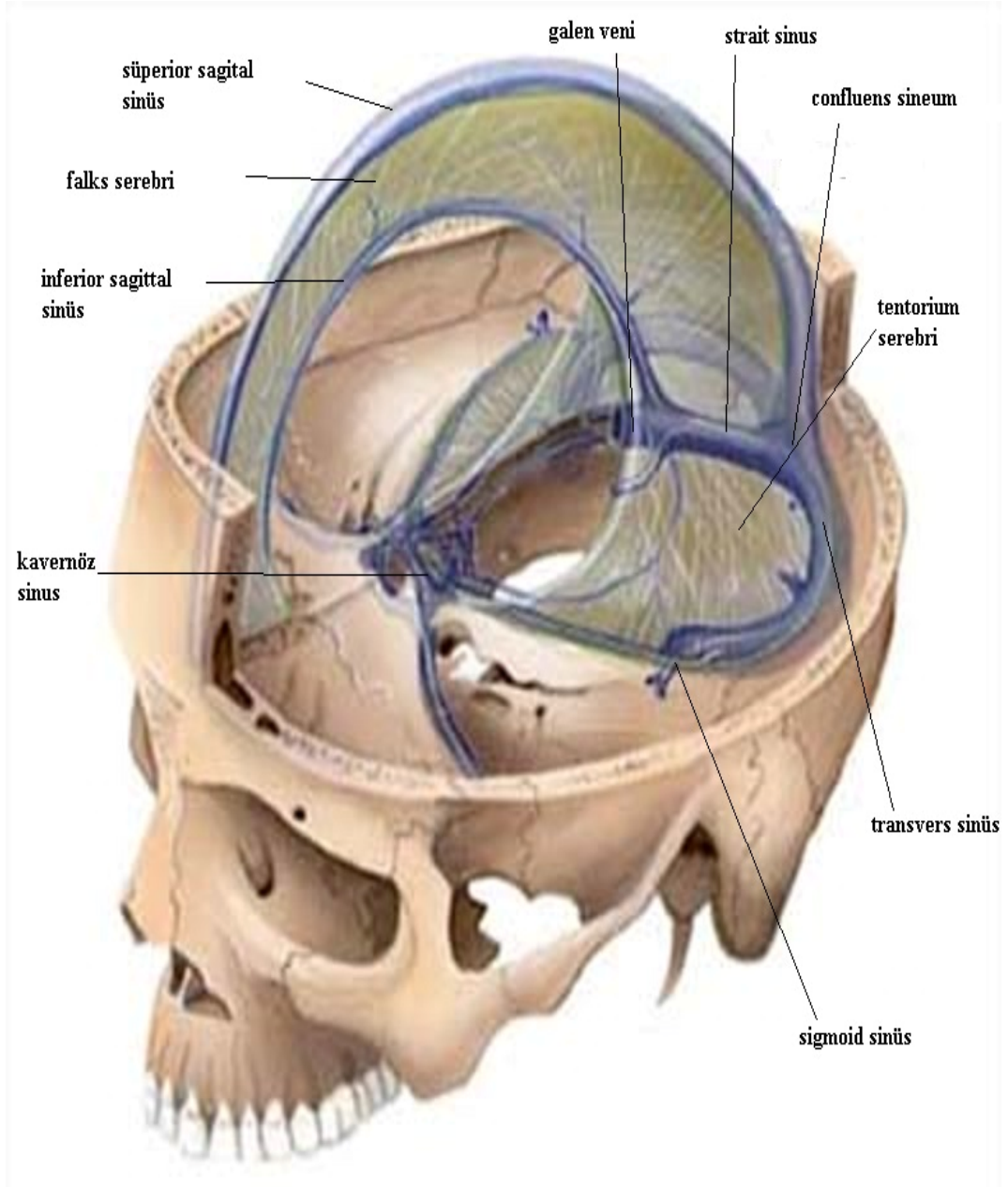
(Resim, Neurohistology atlas 'dan alınmıştır)

**Resim 2.1.** Meninkslerin anatomik yapısı.



(resim, [www.lookfordiagnosis.com](http://www.lookfordiagnosis.com) 'dan alınmıştır.)

**Resim 2.2.** Dura mater, araknoidea mater, pia mater ve sinüslerin anatomisi.



(Resim, *The intracranial venous sinuses* Francis Manson MD 2007 isimli yazısından alınmıştır)

**Resim 2.3.** Dural sinüsler.

## 2.2. Subdural Hematomlar

### 2.2.1. Tanım, tarihçe

İntrakranial subdural hematomlar, dura mater ile araknoid mater tabakaları arasında gelişen kanamalardır. Nöroşirurji kliniklerinde sık görülen ve yaşamsal önemi olan durumlardır. Kafa travmasını takiben semptomların ortaya çıkma süresine göre ilk üç gün içinde olanlar akut, 4-14 gün içinde ortaya çıkanlar subakut, 14. günden sonra ortaya çıkanlar ise kronik olarak tanımlanırlar (21). Bu ayırım subdural hematomların radyolojik görüntüleri, cerrahi tekniğin değişmesi ve patofizyoloji için önemlidir (1).

Kronik subdural hematomlar, ileri yaşlarda (ortalama 63), genellikle unutulmuş, hafif kafa travmasını takiben sık görülen bir nöroşirürjikal hastalıktır (13,31). Erkekler kadınlardan daha fazla etkilenir (32). Subdural alanda yavaş ilerleyen, yer kaplayıcı lezyon oluştururlar. Altta kalan parankim dokusuna ve orta hat yapılarına bası oluşturarak nörolojik semptomlara yol açarlar (15). İnsidansı yılda 100 binde 58'dir (12,14). %5 - %30 arası yüksek rekürrens oranları vardır. %20-25 hastada bilateraldir (12,13,31). Kafa travması hikayesi olan hastaların %33-54'ünde mevcuttur, ancak üzerinden zaman geçmesi sebebiyle genellikle unutulmuştur (14). Klinik semptomları 3 hafta veya daha geç ortaya çıkan subdural hematomlar 'kronik subdural hematomlar' olarak adlandırılır. Hematom, yaşlandıkça oluşan serebral atrofi, düşük intrakranial basınç sebebiyle subdural mesafenin genişlemesi, sonrasında travma sebebiyle veya travma olmaksızın serebral korteks ve dural sinüsler arasındaki venlerden kanama sonucunda subdural mesafeye kan birikmesi ile ortaya çıkar (14,31,33,29,34). Klasik olarak subdural hematomun gelişmesinde subdural mesafede seyreden parasagittal köprü venlerinin yırtılması etken olarak gösterilse de buna sebep olan ana olaylar travma, koagülopatiler, intrakranial hipotansiyon, kronik alkolizm, vasküler malformasyonlar ve intrakranial kitlelerdir (1,2).

İlk kez 1857 de Virchow tarafından tanımlanmıştır. Hematom içindeki pseudomembranın varlığı sebebiyle dura inflamasyonuna bağlı kanama olduğunu düşünerek lezyona 'pakimenenjitis haemorrhagica' ismi verilmiştir (1,2).

### **2.2.2. Patofizyoloji**

Kronik süreç subdural mesafede biriken kanın organizasyonunu yansıtır, biriken kana bağlı olarak subdural mesafede zamanla artış olmasının mekanizması kesinlik kazanmamış olmakla beraber, osmotik onkotik basınç farkı teorisi, membran kapillerlerinin kırılmağına bağılı yeniden kanama ve fibrinolitik aktivasyon teorisi, oluşum mekanizmaları arasında yer almaktadır (2,3).

Patofizyolojisi, henüz tam olarak anlaşılmamış olsa da yaygın teori; beyin yüzeyinden, dural sinüslere drene olan köprü venlerinin travma, serebral atrofi, düşük intrakranial basınç gibi sebeplerle yırtılması veya yaralanması ile subdural alana kanaması sonucu oluşur (14,16,29,34). Subdural boşlukta bulunan kan inflamatuvar bir yanıtı yol açar (25,31,35). Hematom kavitesinde bir iç ve bir dış membran oluşur (17,22). Dış membran dura matere, iç membran ise araknoide yapışır (18). Bu membranların oluşumunda alana giren fibroblastlar ve oluşturdukları granülasyon dokusu sorumlu tutulmuştur. Özellikle dış membran üzerinde oluşan yeni ve frajil damarlanmalardan aralıklı yeni kanamalar, koagülasyon ve artmış fibrinolizis, hematomu büyümesine sebep olan bir döngüye sokar (17,18,19,20). Dış membrandan salınan trombomodülin hematom içindeki kan koagülasyon sistemini inhibe eder. Hematom içerisindeki koagülasyon ve fibrinolitik sistemlerin her ikisinin de aktivasyonu ve tissue type plazminojen aktivatörünün yüksek doz salınımı hematomun koagüle hale gelmemesinin en olası açıklamasıdır (17,18,19,20,24,36). Bu mekanizmalar, osmotik onkotik basınç farkı teorisi, membran kapillerlerinin kırılmağına bağılı yeniden kanama ve fibrinolitik aktivasyon teorisi olarak halen geliştirilmektedir (1,2,16,37,38).

### **2.2.3. Klinik bulgular**

Klinik bulgular hematomun oluş biçimine, kanamanın evresine ve boyutuna bağılı olarak değışiklikler gösterir. Akut subdural hematomlar genellikle travma sonrası geliştikleri için, beyin parankimi, kortikal ven veya arter yaralanması, kemik doku yaralanması, eşlik eden epidural, intraserebral hematomlar veya kontüzyolarla beraber seyredebilirler. Daha gürültülü bir klinik verirler. Kronik subdural hematomlar ise oldukça büyük boyutlara ulaşana kadar belirti vermeden kalabilirler. Evresine ve boyutuna göre değışmekle beraber semptomlar; bulantı,

kusma, baş ağrısı, uykuya meyil, papil stazi, anizokori, dışa bakışta kısıtlılık gibi artmış kafa içi basınca bağlı bulgular ve komşu parankim basısına bağlı motor ve kognitif bozukluklar, üriner inkontinans, solunum değişiklikleri, nöbetler ve hatta koma görülebilir (1,2,3). Hastalar minör kafa travmasını takiben iki hafta veya aylar sonra, genel durumda bozulma (%73), oryantasyon bozukluğu, davranışsal veya bilişsel bozukluklar (%34-55), baş ağrısı (%81), fokal ya da ilerleyici nörolojik defisitler (41), kranial sinir paralizileri, nöbet (%14), bulantı, kusma (%25-50) şikayetleri ile başvururlar (14,23,29).

#### **2.2.4. Tedavi**

Subdural hematomların tedavisinde, medikal ve cerrahi tedavi seçenekleri mevcuttur. Medikal tedavide yatak istirahati, kortikosteroidler, manitol ve/veya diğer hipertonic solüsyonlar kullanılabilir. Özellikle steroidlerin yalancı membran oluşumunu azalttığı düşünülmektedir. Ancak medikal tedaviye bağlı yatak istirahati sonrası, derin ven trombozu ve pulmoner emboli riski, kortikosteroid tedavisine bağlı artmış enfeksiyon riski ve yüksek kan şekeri seviyeleri, gastrointestinal etkilerine bağlı kanama riski, mannitole bağlı elektrolit dengesizlikleri, dehidratasyon ve renal yetmezlik riskleri mevcuttur. Yine de asemptomatik, lokalize pıhtı içermeyen, yüksek cerrahi risk taşıyan başka hastalıkları olan küçük subdural kanamalar, medikal tedaviyle takip edilebilirler (3). Cerrahi tedavi ise kronik ve akut subdural kanamalarda farklılık gösterir. Akut subdural kanamalarda hemen her zaman kraniotomi yapılırken, kronik subdural kanamalarda genellikle burr hole kullanılarak yapılan drenaj tercih edilir. Burr hole ile drenaj sonrası devam eden veya ilk aşamada membran ve septasyon gösteren büyük kronik subdural hematomlarda, kraniotomi uygulanabilir (1,2).

Cerrahi tedavide üç farklı yöntem denenmiştir (27).

1- Twist drill kraniostomi; ilk kez 1977 de Tabaddor ve Shulman kullanmıştır. Burr hole yardımı ile subdural alana girilir ve bir kateter yerleştirilir. Kraniostomi alanından yaklaşık 20 cm aşağıya, kapalı bir ventrikülostomi torbasına drenaj sağlanır. Kontrol bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) ile hematoma kalınlığı ölçülür, en az %20'si boşaldığında veya klinik düzelmeler görüldüğünde, ortalama 2-3 gün



içinde kateter çekilir. Bu yöntemin daha yavaş ve kontrollü bir boşaltım sağladığı ve ani intrakranial basınç değişikliklerini engellediği, parankim kanaması ve reperfüzyon hasarı gibi komplikasyonları engellediği düşünülmektedir. Yatak başında, lokal anestezi ile uygulanabilme kolaylığı vardır (29,31,40,41,42).

- 2- Burr hole ile tedavi; Klasik olarak frontal ve parietal bölgeye birer adet burr hole açılması ve dura açıldıktan sonra likefiye hematomun boşaltılması, subdural alanın serum fizyolojik (SF) veya diğer fizyolojik solüsyonlarla yıkanması şeklinde uygulanır (13,29,31,43). Yıkamada SF (%0.9 NaCl), %5 dekstroz, lincer laktat, yapay serebrospinal sıvı kullanılan bir çalışmada; yapay serebrospinal sıvı kullanımının diğer solüsyonlara göre ödemi, serebrovasküler permabilitiyi ve hücre hasarını azalttığı, hemostazı daha hızlı sağladığı iddia edilmiştir (13). Kısa operasyon süresi, lokal anestezi ile uygulanabilmesi kolaylıklarıdır. Burr hollerin küçük açılması tavsiye edilmez (>2.5 cm). Dura ve hematom membranının arasının açılması yeni kanamaya sebep olabileceği için önerilmez. Temporal kas altına bir burr hole açılması, bu bölgeye sürekli drenaja ve emilmesine neden olacağı için önerilir (31). Aynı zamanda kapalı drenaj sistemi de kullanılarak subdural alan drenaja alınabilir (29). Bu drenaj sisteminin kullanılması cerrahi girişimin tekrarlanması ihtiyacını %19 dan %10'a düşürmektedir (31,44). Tekrar pıhtı oluşumunu engellemek için, dren içinden ürokinaz verildiğini bildiren çalışmalar vardır (31,45). Subdural hematomların cerrahi tedavisinde, en etkili çözümdür (32).
- 3- Kraniotomi ile subdural hematom boşaltılması ve membranektomi; Cushing'den bu yana kullanılan bir yöntemdir. Tekrarlayan olgularda tercih edilmelidir. Geniş, orta hat şifti fazla olan ve multiple membranlı, klinik durumu kötü, nörolojik defisit varlığı olan olgularda tedavide ilk tercih olabilir. Genel anestezi altında yapılan büyük cerrahidir. Kraniotomiyi takiben dura geniş açılır, subdural hematom boşaltılır ve membranlar agresif olmadan temizlenir. Agresif membran temizliği

adhezyonlar sebebiyle yeni kanamalara ve parankim hasarına neden olabileceği için önerilmez. Subdural dren kullanılabilir. (29,31,46).

Subdural hematomların hızlı boşaltılması, fatal beyin sapı kanamalarına, intraserebral hemorajilere sebep olabilmektedir. Genelde kanamanın %20'si boşalınca klinik iyileşme görülür. Subdural basıncı yüksek olan hastalarda, beyin ekspansiyonu düşük basınçlılara göre daha iyidir, klinik düzelme daha hızlı olur. Radyolojik incelemelerde, sıvı koleksiyonu, ameliyat sonrası 6 aya kadar görülebilir. Klinik kötüleşme olmadığı sürece ya da koleksiyonda artış görülmedikçe takip edilmelidir (31,40,47).

### **2.2.5. Beyin kan akımı**

Beyin kan akımı tanımı; 100 gr doku başına dakikada geçen kan miktarı olup, beyaz cevherde 45-50 ml/dk, gri cevherde 55-65 ml/dk'dır. Beyin kan akımını belirleyen en önemli faktör serebral perfüzyon basıncıdır. Beyin kan akımı, serebral perfüzyon basıncındaki değişikliklere ve beyin dokusunun metabolik gereksinimine göre otheregülasyon (beyin damarlarının vazodilatasyonu veya vazokonstrüksiyonu) ile ayarlanır ve 50-150 mmHg arası tutulur.

İskemi, beyin dokusuna direkt ve indirekt olarak iki etki ile zarar verir. Direkt etkide iskemiye maruz kalan alan beslenemez ve fonksiyon kaybı bu alanda olur. İndirekt etkide ise iskemik alanda oluşan ödem sebebiyle çevre doku beslenmesi bozulur.

### **2.2.6. Görüntüleme yöntemleri**

Subdural hematomların tanı, tedavi ve takip aşamalarında, BBT sıklıkla kullanılan görüntüleme aracıdır (32). Ulaşım kolaylığı, yaygın kullanımda oluşu ve kısa görüntüleme süresi avantajıdır. Ayrıca beyin cerrahi pratiğinde en alışkın olunulan görüntüleme yöntemlerinden biridir. BBT ile hematom kalınlığı, akut kanama varlığı, orta hat şifti net olarak gösterilebilir. Ancak hematom alanı içerisinde kalan septalar ve organize yapı yeterince değerlendirilemez. BBT'nin en önemli dezavantajlarından biri de hematom altında kalan parankimin, fonksiyonel etkilenimi ile ilgili bilgi verememesidir. Ancak BBT genellikle

cerrahi için yeterlidir (17). BBT genellikle, akut kanamalarda hiperdens, subakut ve kronik kanamalarda ise izodens veya hipodens bir görünüm vermektedir (29).

MRG, genellikle ilk tercih olmamakla beraber, BBT ile kombine olarak kullanıldığında oldukça faydalıdır. Tedavi seçeneğini belirlemede oldukça etkilidir (25). BBT'de görülen izodens, septalı lezyonların içeriğinin değerlendirilmesinde; hematoma, higroma, abse veya ampiyem ayırıcı tanısında faydalıdır (4,8,10,17). Hematomun doğası hakkında daha fazla bilgi verir (17). Birçok membran yapısı MRG'da tanımlanabilir. BBT bunların çoğunu görmez (18). BBT'ye göre karşılaştırıldığında MRG'da hematoma daha kalın görülür (18). Subdural higroma, efüzyon, kitleler, abse MRG ile kolayca tanı alır. Ayrıca küçük subdural hematomların tanısında da MRG'ın, BBT'ye üstünlüğü gösterilmiştir (18). BBT'de isodens hematomların parankim ile sınırını ayırmak güçtür. MRG'da ise bu ayırım kolayca yapılabilir (18). MRG'da kronik SDH'lar, kısa T1 ve uzun T2 olmak üzere iki paternde incelenir. Ekstrasellüler methemoglobin izlenerek T1'de izo veya hipo intens görülürken, T2'de hiperintens görüntü alınır (25). Ayrıca, çalışmamızda olduğu gibi hematoma dışında kalan beyin dokusunun yapısal ve fonksiyonel olarak incelenmesinde, çeşitli MRG sekanslarının kullanımını daha etkilidir.

Sekans çeşitliliği ve yüksek rezolüsyon özellikleri nedeniyle, konvansiyonel MRG, difüzyon MRG ve perfüzyon MRG, özellikle ayırıcı tanıda ve beyin parankim dokusunun değerlendirilmesinde daha gelişmiş görüntüleme yöntemleridir (10,11). Hematomun beyin üzerinde oluşturduğu en önemli etkilerden biri iskemidir. İskeminin basıya bağlı mikrosirkülasyon bozukluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. MRG, güçlü bir mıknatıs alanı içinde radyofrekans dalgaları ile etkileşerek salınımına geçen hidrojen protonlarının farklı kimyasal ve fiziksel özelliklerinin görüntüye çevrilmesidir. Özellikle beyaz cevherde ve beyin sapında lezyonu olan hastalar, sıklıkla daha kötü prognoz ve sonuçlarla karşılaşırlar. Bu bölgelerin değerlendirilmesinde, hassasiyeti BBT'den çok daha iyi olan MRG, hastaların fonksiyonel açıdan prognozlarını ve uzun dönem sonuçlarını belirleyebilmekte çok katkısı olan bir görüntüleme yöntemidir. Difüzyon ağırlıklı MRG, 1 dk gibi kısa bir sürede kontrast gerektirmeden görüntü elde etmesi nedeniyle bu konuda çok daha değerlidir. Difüzyon MRG, travma

sonrası ilk 1-2 dk'da su moleküllerindeki proton iyon hareketini görüntüleyebilmektedir. Su moleküllerinin mikroskopik hareketlerindeki değişikliklere son derece hassas olup, özellikle akut serebral iskemilerde, sitotoksik ve vazojenik ödem ayırımında oldukça duyarlıdır (4,5,6). Apparent diffusion coefficient (ADC) değerleri, dokudaki su moleküllerinin difüzyon ağırlığını verir. Sitotoksik ödem, genellikle geri dönüşümsüz hücre hasarının göstergesidir, özellikle akut iskeminin tablosudur. Vazojenik ödemde artan interstisiyel sıvıya bağlı difüzyonda artış görülürken, sitotoksik ödemde ise hücre içi sıvı artar ve azalmış difüzyon gözlenir. Akut iskemide difüzyon kısıtlılığı vardır (4,5,6). İskemi alanındaki difüzyon kısıtlılığı genellikle 5-10 gün içinde normale döner. Kronik dönemde ise nekroza bağlı difüzyon artışı saptanır. Difüzyon MRG sayesinde ödemi ve iskeminin dönemini tanımlayabilmekteyiz (4,8,9,10).

Serebral perfüzyon belli bir süre içinde, 100 gr beyin dokusundan geçen kan miktarı olarak tarif edilir. Perfüzyon ile kan akım hacmi sık sık karıştırılır. Perfüzyon incelemede mikroskopik düzeyde kan akımı görüntülenir. Perfüzyon görüntüleme yapılırken, kanın miktarını ölçmek için kan ile birlikte damar içinde transportu mümkün olan bir takipçiye ihtiyaç vardır. Bu amaçla yayılabilen ajanlar, intravasküler kompartmanda kalan ajanlar, mikrokürecikler kullanılır. Rutinde intravasküler kompartmanda kalan gadolinyum (Gd) kullanımı yaygındır. Perfüzyon MR incelemesinde dynamic susceptibility contrast (DSC) ve arterial spin labelling (ASL) şeklinde iki yöntem kullanılır. Perfüzyon MRG en sık serebrovasküler hastalıkların değerlendirilmesinde, ayrıca tümör görüntülenmesi, efektif beyin hastalıklarında, epilepsilerde, demiyelinizan patolojilerle katkı sağlar. Serebral perfüzyonun azalma derecesi iskemi sonucunda gelişebilecek değişiklikler ile koreledir. Bu nedenle perfüzyon azalmasının derecesinin gösterilebilmesi hastanın tedavisi ve prognozu açısından önemlidir (11).

### **3. MATERYAL VE METOD**

#### **3.1. Hasta Grubu**

Bu çalışmada Mayıs 2013 – Ekim 2014 tarihleri arasında, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniğinde, kronik subdural hematom nedeniyle opere edilen 25 hasta incelendi. Tüm hastaların yaş, cinsiyet, ameliyat öncesi ve sonrası nörolojik durumları, ek sistemik hastalıkları, travma öyküsü, ilaç kullanım öyküsü kaydedildi. Hastaların yaşları 42-89 arasında değişmekteydi. 7'si kadın (%28), 18'i erkek (%72) idi. Hastalara ameliyattan 24 saat önce ve operasyon sonrası erken dönemde ilk 48-72 saat içinde ve 2. ayda beyin difüzyon ve perfüzyon MRG'lar çekildi. Subdural hematom kalınlığı 25 mm üstünde ve septalı görünümde olan hastalar kraniotomi ile, 25 mm altında olan hastalar ise hematom tarafına en az iki adet burr hole (anahtar deliği) açılarak, drenaj yöntemi ile opere edildi.

#### **3.2. Radyolojik Değerlendirme**

General Electric marka 1,5 tesla 8 kanallı nörovasküler özellikli coilli, difüzyon, perfüzyon, spektro, traktografi yapabilecek özellikte MRG cihazı ile çekimler yapıldı. MRG görüntüleri, difüzyon ölçüm ve perfüzyon ölçüm değerleri, radyolog ve beyin cerrahı tarafından birlikte değerlendirildi. Çalışmanın temel amacı, hematoma bağlı kronik bası sonucunda komşu parankim dokuda gelişebilecek mikrosirkülatuar bulguların, bası kalktıktan sonra erken ve geç dönemdeki değişikliklerini tanımlayabilmektir. Hematom yerleşimi ve kalınlığı, şift (orta hat kayması) varlığı, hematom altında kalan parankim dokusunun difüzyon ve perfüzyon ölçüm değerleri (volüm ve akım ölçüm değerleri ayrı incelenmiştir), operasyon öncesi, postoperatif ilk üç gün ve postoperatif 2. ayda incelendi. Hematomun boşaltılmasını takiben, altta kalan beyin parankim dokusundaki difüzyon ve perfüzyon ölçüm değerleri, şift ölçüm değerleri ve subdural mesafenin kalınlık ölçüm değerlerindeki değişiklikler karşılaştırıldı.

### **3.3. Etik**

Çalışmanın detayları, hasta veya hastanın yasal temsilcilerine anlatıldı. Hazırlanmış olduğumuz “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” imzalandıktan sonra seçilmiş olan hastalar çalışmaya alındı. Ayrıca, subdural hematoma boşaltılması cerrahisi uygulanacak olan hastaların yasal temsilcileri, operasyon öncesi anabilim dalı başkanlığımızca hazırlanan ve rutin olarak opere edilecek tüm hastalar için geçmişten bu yana kullanılan "Hematoma boşaltılması Ameliyatı Aydınlatılmış Hasta Onam Formu" okutularak, olası tüm riskler açısından detaylı bir şekilde bilgilendirildi.

### **3.4. Cerrahi Tedavi**

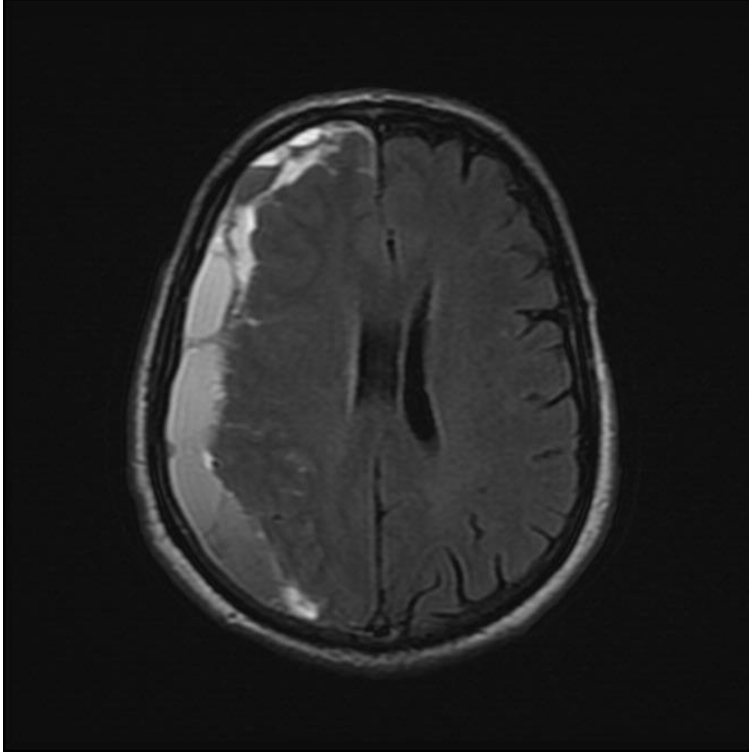
Hastalara iki tip cerrahi tedavi uygulandı;

- 1- Burr hole drenaj yöntemi
- 2- Kraniotomi ile hematoma boşaltılması

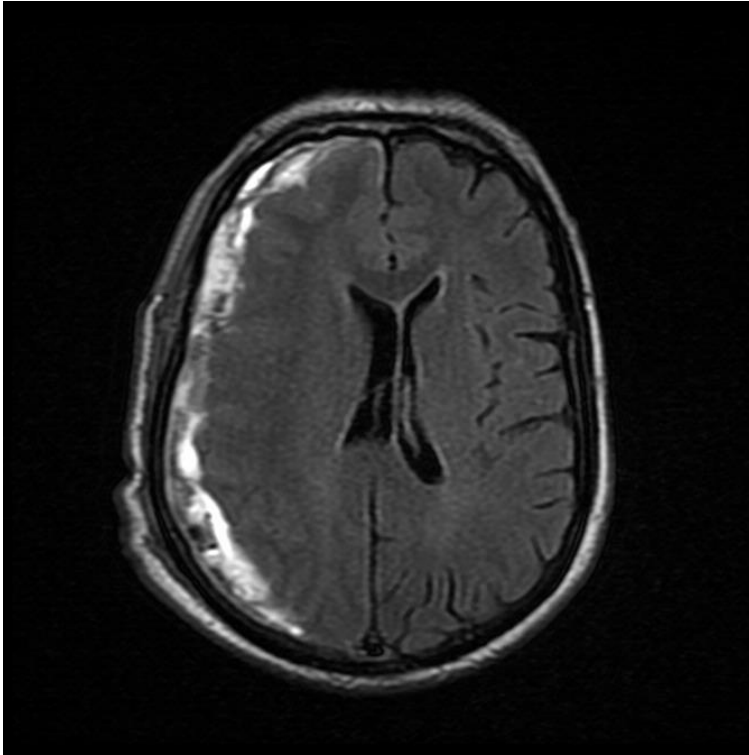
Her iki yöntemde de hematoma boşaltıldı ve beyin parankim basısı ortadan kaldırıldı. Operasyonlar genel anestezi altında yapıldı. Hastalara operasyon öncesi en erken 24. saatte, operasyon sonrası erken dönem (ilk 3 gün) ve operasyon sonrası en erken 2. ayda olmak üzere geç dönem, toplam 3 kez Beyin MRG çekimi yapıldı. Difüzyon ve perfüzyon MRG sekansları çekilerek, hematoma komşuluğunda bulunan parankim dokusundaki değişiklikler incelendi.

#### **3.4.1. Burr hole drenaj yöntemi ile cerrahi tedavi**

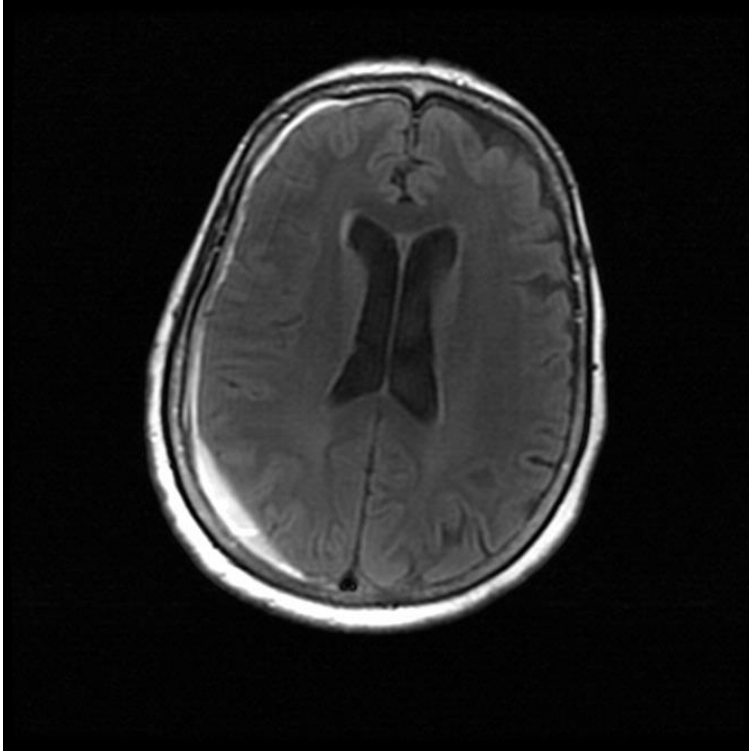
Hematoma kalınlığı 25 mm altında olan, hematoma içeriği mikst ve septalı olmayan, orta hat şifti 5 mm altında olan hastalara genel anestezi altında burr hole açılarak cerrahi tedavi uygulandı. Hematoma tarafında, ön ve arka sınırlarına yakın olacak şekilde, önce frontal sonra parietal alana olacak şekilde toplam iki adet yaklaşık 2 cm cilt kesisi yapıldı. Bu kesilerin altında kafatası, el perforatörü veya Synthes Anspach tur kullanılarak, 2 yerden burr hole açılarak geçildi. Subdural mesafede bulunan hematoma boşaltıldı. Alan normotermik serum fizyolojik kullanılarak yıkandı. Subdural mesafeden gelen sıvı rengi açılarak berraklaşmaya kadar yıkama uygulandı. Burr holeler, spongostanlar ile kapatıldı (Resim 3.1a, b, c).



**Resim 3.1-a.** Burr hole drenaj yöntemi uygulanan bir olgunun preoperatif T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü.



**Resim 3.1-b.** Burr hole drenaj yöntemi uygulanan bir olgunun postoperatif erken dönem (ilk 3 gün içinde) T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü.

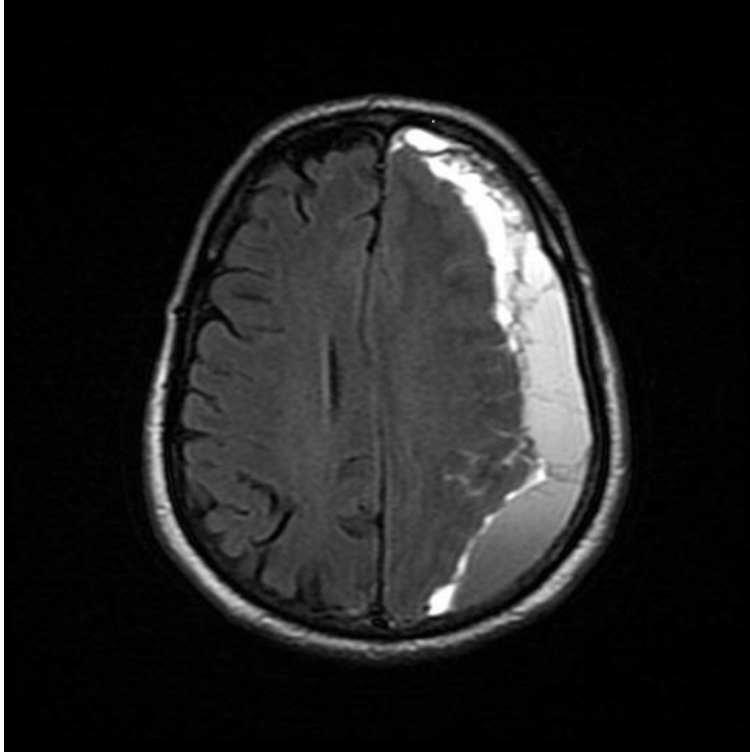


**Resim 3.1-c.** Burr hole drenaj yöntemi uygulanan bir olgunun postoperatif geç dönem (2. ay) T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü.

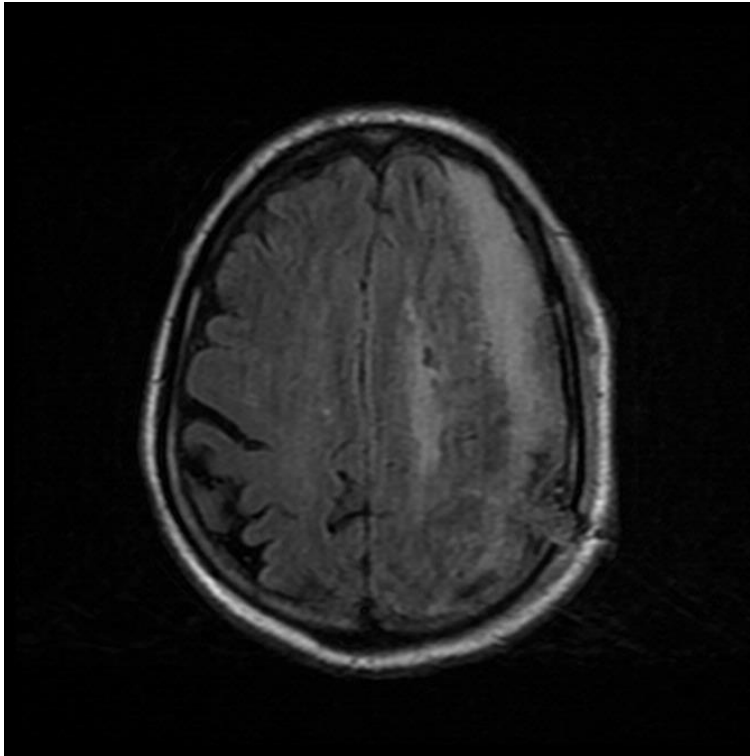
#### **3.4.2. Kraniotomi yöntemi ile cerrahi tedavi**

Hematom kalınlığı 25 mm üstünde olan, içeriğinde multiple septalar bulunan, orta hat şifti 5 mm üstünde olan hastalara, genel anestezi altında kraniotomi ile cerrahi tedavi uygulandı. Hematom tarafında, sınırları hematomun en derin yerinin kapsayacak şekilde, at nalı flep veya travma flebi kullanılarak cilt geçildi. Kemik flep, en az iki burrhole kullanılarak, Synthes Anspach tur yardımı ile kraniotomi ile kaldırıldı. Dura insize dilerek açıldı, hematom boşaltıldı. Subdural mesafe normotermik serum fizyolojik kullanılarak yıkandı. Subdural hematom içeriğinde bulunan membran ve septalar dikkatli diseksiyonlarla temizlendi. Ardından dura mater primer suture edilerek kapatıldı. Subdural mesafe normotermik serum fizyolojik ile pnömosefaliyi engellemek için dolduruldu. Kemik flep yerine kondu ve ipek sutureler ile tespit edildi (Resim 3.2a, b, c).

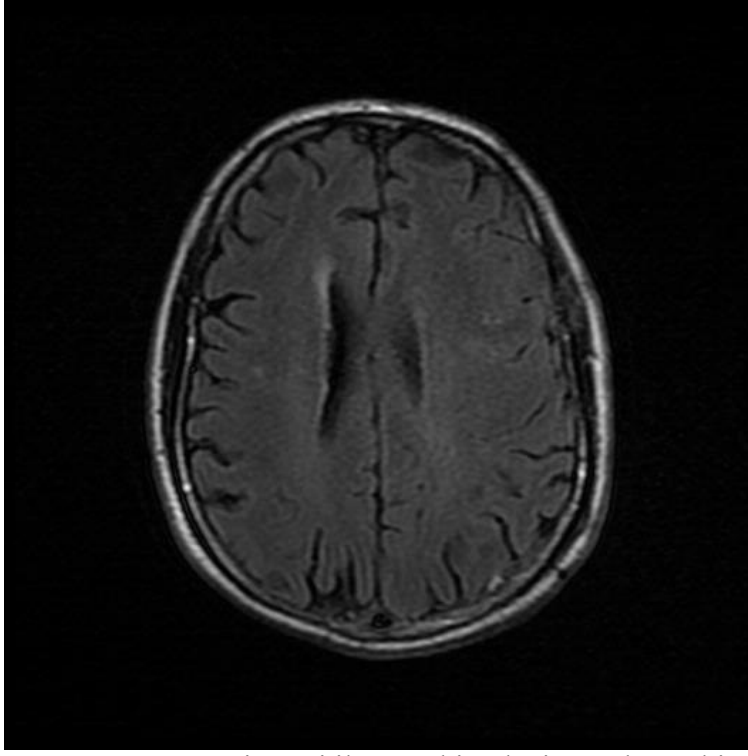




**Resim 3.2-a** Kraniotomi ile cerrahi tedavi uygulanan bir olgunun preoperatif T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü.



**Resim 3.2-b.** Kraniotomi ile cerrahi tedavi uygulanan bir olgunun postoperatif erken dönem (ilk 3 gün içinde) T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü.



**Resim 3.2-c.** Kraniotomi ile cerrahi tedavi uygulanan bir olgunun postoperatif geç dönem (2. ay) T1A aksiyel MRG kesit görüntüsü.

### **3.5. İstatistiksel Analiz**

Hastalardan elde edilen verilerin istatistiksel çözümlenmeleri SPSS (*Statistical Packet for the Social Science*) 17.0 istatistik paket programında yapıldı. Verilerin istatistiksel çözümlenmelerinde, Mauchly's test, Bonferonni-Dunn test, Friedman test, Mann-Whitney U, Wilcoxon test, Z test uygulandı. İstatistiksel anlamlılık olarak  $p < 0.05$  kabul edildi.

## 4. BULGULAR

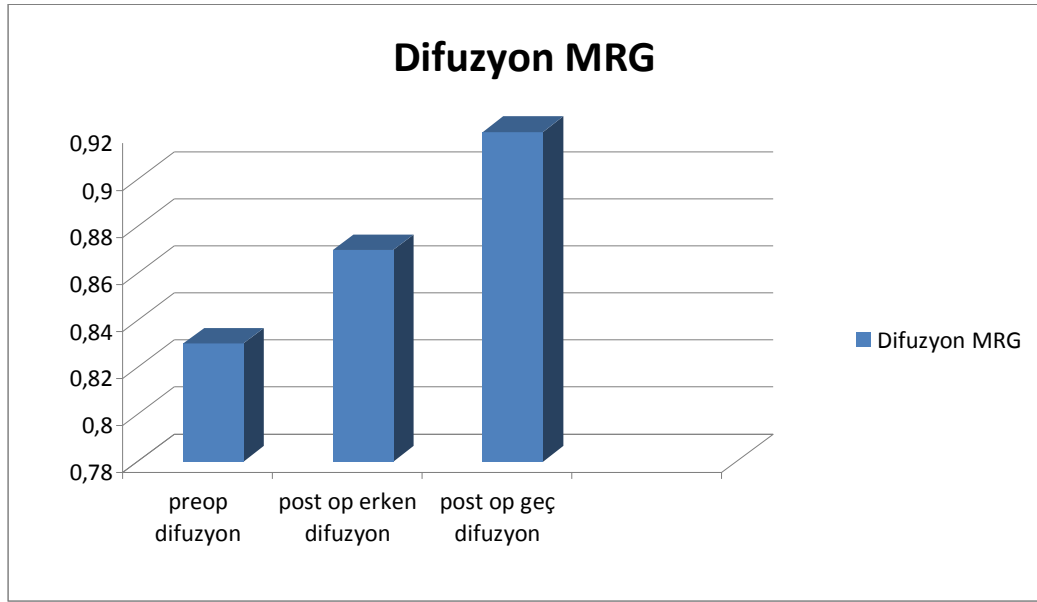
Çalışmaya alınan 25 hastanın, preoperatif, postoperatif erken dönem (ilk üç gün) ve postoperatif 2. ay'da beyin difüzyon ve perfüzyon MRG ölçüm değerleri incelendi. Hastaların 7'si kadın (%28), 18'i erkek (%72) idi. En genci 42, en yaşlısı 89 yaşındaydı.

### 4.1. Difüzyon Ölçüm Değerleri Karşılaştırması

Difüzyon MRG değerleri kendi içinde karşılaştırıldı; preoperatif apparent difusion coefficient (ADC) değerleri ortalaması  $0.8324 \pm 0.067 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ , postoperatif erken dönem ADC değerleri ortalaması  $0.8704 \pm 0.062 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$ , postoperatif 2 ay ADC değerleri ortalaması  $0.9232 \pm 0.78 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{sn}$  bulundu. Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda (Bonferonni test) ilk ölçüm değerleri ile postoperatif erken dönem yapılan ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p=0,003$ ). İlk ölçüm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0,001$ ). Postoperatif erken dönem yapılan ölçüm değerleri ile 2. ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında da yine istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0,001$ ). (ADC değerleri, dokudaki su moleküllerinin difüzyon değerini verir.)

Ölçüm değerleri ortalamaları zamana göre artış göstermiştir (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1.** Difüzyon MRG, ADC değerlerindeki değişiklikler.



Zamana göre değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ( $p<0,001$ ).

#### **4.2. Perfüzyon Ölçüm Değerleri Karşılaştırılması**

Perfüzyon MRG ölçümleri iki farklı parametre ile ölçüldü. Perfüzyon volüm ve perfüzyon akım (flow) değerleri ayrı ayrı ölçüldü. Her iki parametre kendi içinde değerlendirmeye alındı. Hangi parametrenin daha anlamlı olduğunun tespiti için birbirleri ile de karşılaştırıldı. Volüm ve akım arasında anlamlı fark bulunmadı.

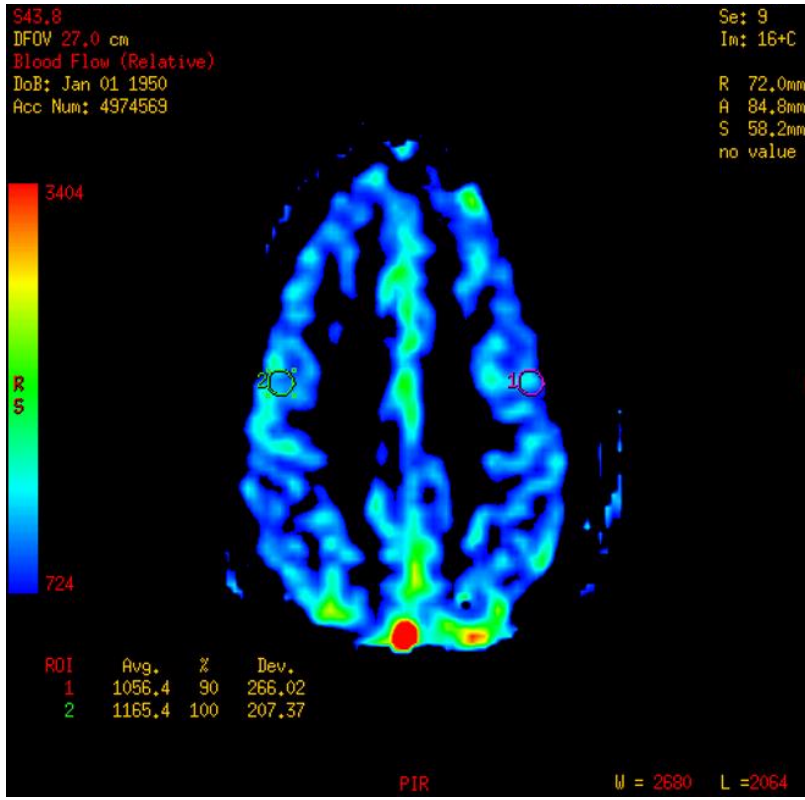
##### **4.2.1. Perfüzyon volüm ölçüm değerleri**

Perfüzyon volüm MRG ölçüm değerleri kendi içinde karşılaştırıldığında preoperatif volüm değerleri ortalaması  $172,9183\pm 50.01$  ml/100 gr beyin dokusu, postoperatif erken dönem volüm değerleri ortalaması  $153.2716\pm 42.04$  ml/100 gr beyin dokusu, postoperatif 2. ay volüm değerleri ortalaması  $213.49614\pm 74.99$  ml/100 gr beyin dokusu bulundu. Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda (Bonferonni test) ilk ölçüm değerleri ile 24 saat sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p=0,279$ ).

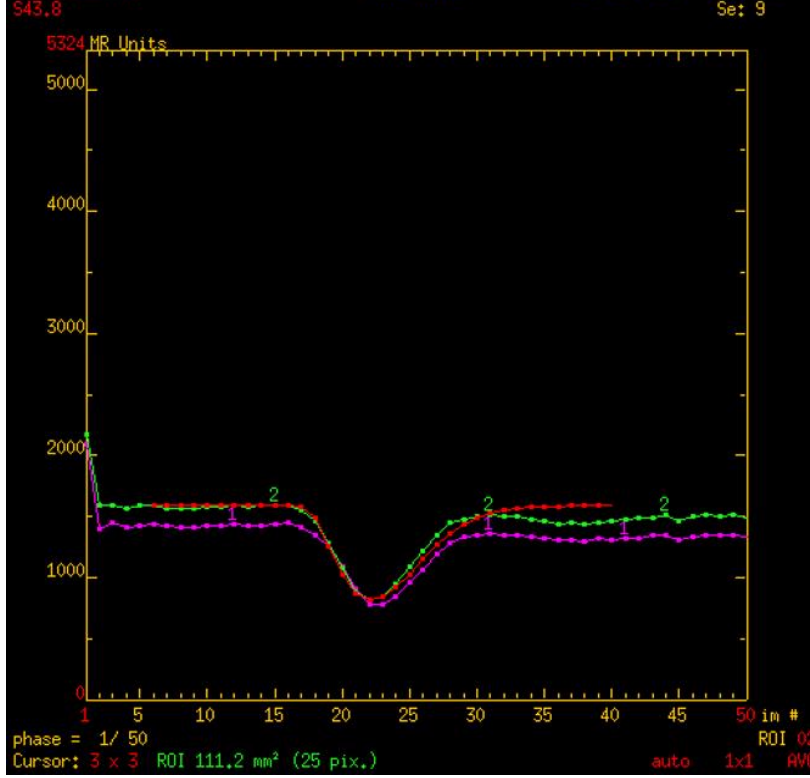
İlk ölçüm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p=0,029$ ).

24 saat sonunda yapılan ölçüm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında da yine istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0,001$ ).

Operasyon öncesine göre postoperatif erken dönem değerleri ortalamasında azalma görülmüştür. 2. ay ölçüm değerleri ortalaması 24 saate ve operasyon öncesine göre daha yüksektir (Tablo 4.2) (Resim 4.1a, b).

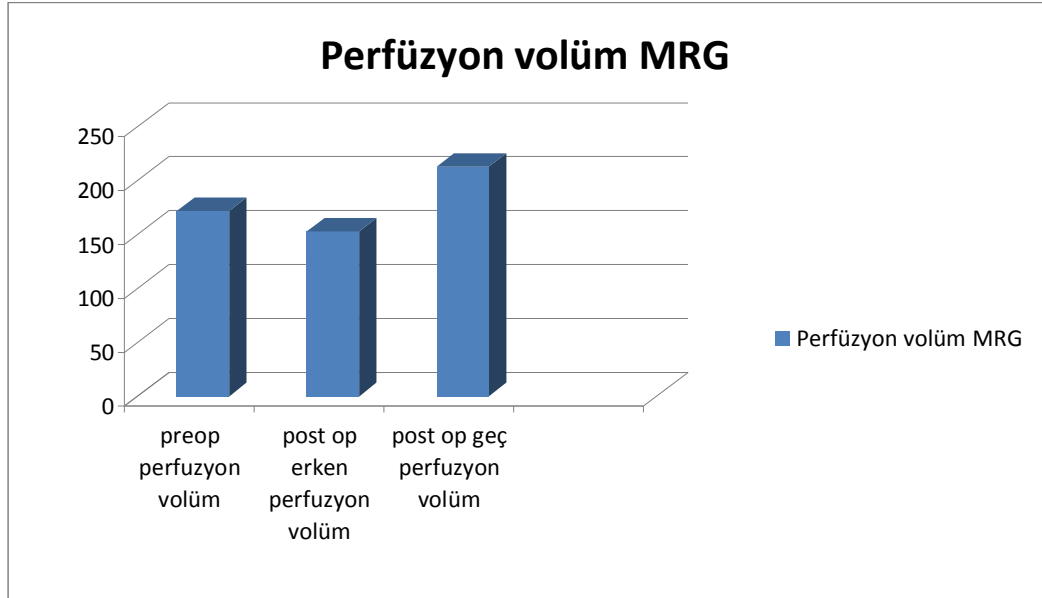


**Resim 4.1-a.** Perfüzyon MRG kan akımı ölçümü.



**Resim 4.1-b.** Perfüzyon zaman akım grafiği.

**Tablo 4.2.** Perfüzyon volüm MRG.

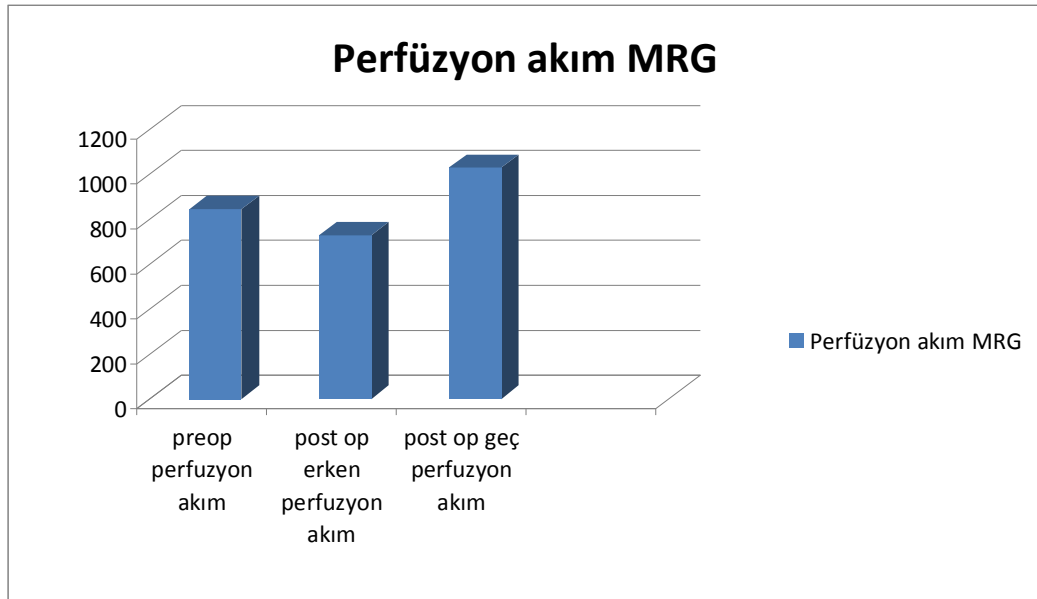


Küresellik varsayımı sağlandığı için Sphericity Assumed değeri kullanılmıştır. Zamana göre değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ( $p < 0,001$ ).

#### 4.2.2. Perfüzyon akım (flow) ölçüm değerleri

Perfüzyon akım (flow) MRG ölçüm değerleri kendi içinde karşılaştırıldığında preoperatif akım değerleri ortalaması  $844,4592 \pm 300,53$  ml/100 gr beyin dokusu/dk, postoperatif erken dönem akım değerleri ortalaması  $728,2156 \pm 242,47$  ml/100 gr beyin dokusu/dk, postoperatif 2 ay akım değerleri ortalaması  $1028,7448 \pm 304,39$  ml/100 gr beyin dokusu/dk bulundu. Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda (Bonferonni test) da ilk ölçüm değerleri ile 24 saat sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p=0,097$ ). İlk ölçüm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p=0,025$ ). 24 saat sonunda yapılan ölçüm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p<0,001$ ). 2. ay ölçüm değerleri ortalaması 24 saate ve operasyon öncesine göre daha yüksektir (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3.** Perfüzyon akım MRG.



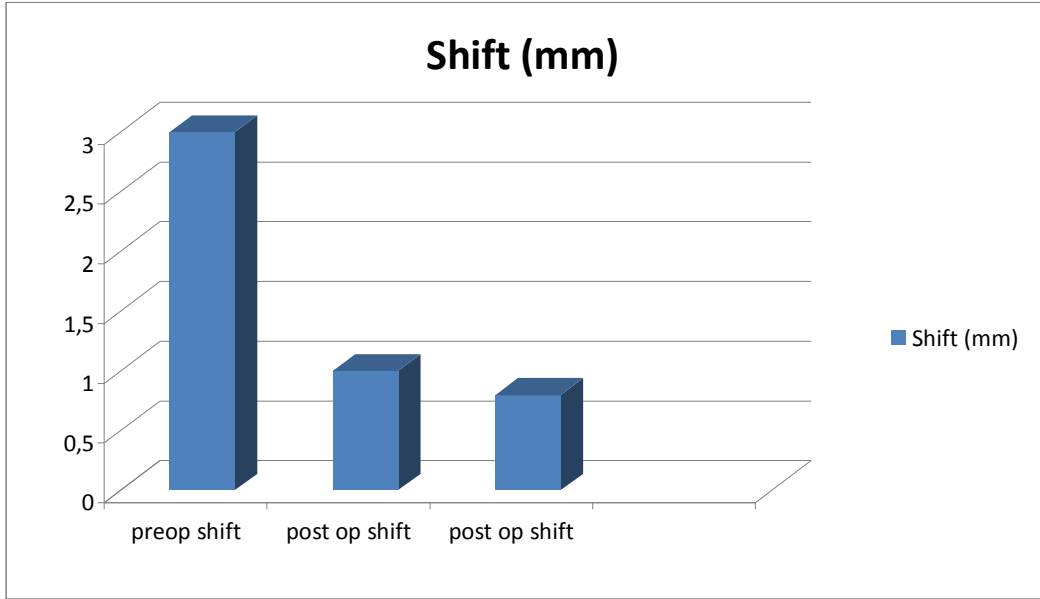
Küresellik varsayımı sağlanmadığı için Greenhouse-Geisser değeri kullanılmıştır. Zamana göre değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ( $p<0,001$ ).

### 4.3. Şift (Orta Hat Kayma)

Şift değerleri kendi içinde karşılaştırıldığında preop değerleri ortalaması  $3,00 \pm 0,361$  mm, postop erken dönem değerleri ortalaması  $1,32 \pm 0,189$  mm, post op 2 ay değerleri ortalaması  $0,08 \pm 0,055$  mm olarak bulundu ( $P < 0,001$ ).

Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda (Bonferonni-Dunn) ilk ölçüm değerleri ile 24 saat sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p = 0,004$ ). İlk ölçüm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p < 0,001$ ). 24 saat sonunda yapılan ölçüm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında da yine istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p = 0,004$ ). Ölçüm değerleri zamana göre azalmıştır. Şiftin düzeldiği görülmüştür (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4.** Operasyon öncesi ve sonrası, şift kalınlığı ölçüm değerlerini gösteren grafi.





#### **4.4. Subdural Hematom Kalınlığı**

Subdural kanama kalınlığı değerleri kendi içinde karşılaştırıldığında preoperatif değerlerin ortalaması  $16,36\pm 1.306$  mm, postoperatif erken dönem değerlerin ortalaması  $10,80\pm 1.102$  mm, postoperatif 2. ay değerlerinin ortalaması  $3,08\pm 0.346$  mm olarak bulundu ( $P<0,001$ ). Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda (Bonferonni-Dunn) da ilk ölçüm değerleri ile 24 saat sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p=0,001$ ). İlk lm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p<0,001$ ). 24 saat sonunda yapılan ölçüm değerleri ile 2 ay sonunda yapılan ölçüm değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p=0,001$ ). lm değerleri zamana göre azalmıştır. Kanama kalınlığında azalma görülmüştür.

#### **4.5. Cerrahi Teknik**

Uygulanan cerrahi yöntemler; burr hole ve kraniotomi teknikleri arasındaki ilişki, orta hat yapılarında yer değiştirme (şift) ve kanama kalınlığı ölçümleri yönünden karşılaştırıldı. Operasyon türüne göre kanama kalınlığı ölçüm değerleri ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p<0,001$ ). Burrhole grubunun kanama kalınlığı ölçüm değerleri ortalamaları arasındaki fark daha yüksektir. Operasyon türüne göre şift kalınlığı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ( $p<0,001$ ). Burr hole grubunun şift kalınlığı ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak daha yüksektir ( $p=0,001$ ). Burr hole ile opere edilen hastaların, orta hat yer değiştirme ve kanama kalınlığında azalma değerleri, kraniotomi ile opere edilenlere göre daha fazla azalmıştır.

#### **4.6. Lokalizasyon**

Subdural kanama yeri olarak sağ ve sol yan kanamaları, şift ve kanama kalınlığı sonuçları ile değerlendirildi. Gruplar arası her iki değişken için de istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

#### **4.7. Yaş**

Yaş aralığı, şift ve kanama kalınlığı sonuçları ile değerlendirildi. İstatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmadı.

#### **4.8. Klinik Değerlendirme**

Baş ağrısı, burr hole ile opere edilen hastaların hepsinde postoperatif 72 saat içinde düzelmesine rağmen, kraniotomi yapılan 6 hastanın 2'sinde baş ağrısı, azalmakla beraber devam etmiş, 4'ünde insizyon yerinde ağrı gelişmiştir. Bulantı, kusma, postoperatif tüm hastalarda ortadan kalkmıştır. Mental yavaşlama şikayeti olan 1 hastanın kliniğinde, postoperatif ilk 72 saat içinde değişiklik olmamış, 2. ay kontrolünde işlevlerin düzeldiği görülmüştür.

## 5. TARTIŞMA

İntrakranial subdural hematomlar, beyni saran dura mater ile araknoid tabakaları arasında gelişen kanamalardır. Kafa travmasını takiben semptomların ortaya çıkma süresine göre, ilk iki gün içinde olanlar akut, 3-14 gün içinde ortaya çıkanlar subakut, 14 günden sonra ortaya çıkanlar kronik olarak tanımlanırlar (21). Bu ayırım subdural hematomların, klinik tabloları, radyolojik bulguları, cerrahi tekniğin değişmesi, patofizyolojisi ve prognozu yönünden önemlidir (1). Kronik subdural hematomlarda, subdural mesafede zamanla artış olmasının mekanizması kesinlik kazanmamış olmakla beraber, osmotik onkotik basınç farkı teorisi, membran kapillerlerinin kırılabilirliğine bağlı yeniden kanama ve fibrinolitik aktivasyon teorisi patofizyolojik mekanizmalar arasında yer almaktadır (2,3).

Çalışmamızda, kronik subdural hematomu olan 25 hastada, hematom altında kalan parankim dokusunu operasyon öncesi ve sonrası difüzyon ve perfüzyon MRG bulguları ile değerlendirdik. Konvansiyonel MRG, difüzyon MRG ve perfüzyon MRG gibi sekans çeşitliliği ve yüksek rezolüsyon özellikleri nedeniyle MRG, BBT'ye göre özellikle ayırıcı tanıda ve beyin parankim dokusunun değerlendirilmesinde daha gelişmiş bir görüntüleme yöntemidir (10,11). MRG güçlü bir mıknatıs alanı içinde radyofrekans dalgaları ile etkileşerek salınımına geçen hidrojen protonlarının farklı kimyasal ve fiziksel özelliklerinin görüntüye çevrilmesidir. Difüzyon MRG, travma sonrası ilk 1-2 dk'da su moleküllerindeki proton iyon hareketini görüntüleyebilmektedir. Su moleküllerinin mikroskopik hareketlerindeki değişikliklere son derece hassas olup, özellikle akut serebral iskemilerde, sitotoksik ve vazojenik ödem ayırımında oldukça duyarlıdır (4,5,6). Apparent diffusion coefficient (ADC) değerleri, dokudaki su moleküllerinin difüzyon değerini verir. Serebral perfüzyon belli bir süre içinde, 100 gr beyin dokusundan geçen kan miktarı olarak tarif edilir. Perfüzyon ile kan akım hacmi sık karıştırılır. Perfüzyon incelemede mikroskopik düzeyde kan akımı görüntülenir. Serebral perfüzyonun azalma derecesi iskemi sonucunda gelişebilecek değişiklikler ile koreledir. Bu nedenle perfüzyon azalmasının

derecesinin gösterilebilmesi hastanın tedavisi ve prognozu açısından önemlidir (11).

Subdural hematomları ve içerdiği membranları MRG yardımı ile inceleyen çalışmalar yapılmıştır (20,28,30). Ancak komşu parankim dokusundaki değişiklere etkisini inceleyen bir MRG çalışmasına literatürde rastlanmamıştır. Difüzyon ve perfüzyon MRG teknikleri yardımı ile postoperatif dönemde basının kalkmasının, beyin difüzyonunu hemen düzelttiği fakat perfüzyonun (beyin kan akımı ve hacmi ölçülerek) hemen cerrahi sonrası değil, uzun dönemde düzeldiğini bulduk.

Çalışmaya alınan 25 hastanın, preoperatif, postoperatif erken dönem (ilk üç gün) ve postoperatif 2. ay beyin MRG görüntüleme yöntemi ile difüzyon ve perfüzyon MRG görüntüleri alındı. Hastaların 7'si kadın (%28),18'i erkek (%72) idi. En genci 42, en yaşlısı 89 yaşındaydı. Operasyon öncesi Glasgow koma skalası değerleri 15'di. 14 hasta (%56) antiagregan veya antitrombolitik tedavi alıyordu. Hiçbir hastada rekürrens olmadı. İkinci bir cerrahi girişim uygulanmadı.

Ölçülen difüzyon değerleri kendi içinde karşılaştırıldı. Preoperatif değerlere göre hem postoperatif erken dönem, hem de postoperatif 2. ay değerlerinde artış görüldü. Ayrıca postoperatif 2. ay değerleri postoperatif erken döneme göre daha yüksek bulundu. Bu da hastaların cerrahi tedaviden gördükleri faydanın postoperatif dönemde zaman ilerledikçe arttığını göstermiştir.

Ölçülen perfüzyon değerleri kendi içinde karşılaştırıldı. Perfüzyon ölçümleri birbirinden bağımsız iki parametre kullanılarak yapıldı; Perfüzyon volüm ve perfüzyon flow.

Postoperatif 2. ay perfüzyon değerleri hem preoperatif, hem de postoperatif erken dönem değerlere göre artmıştı. Geç dönemde beyin perfüzyonunun cerrahiden fayda gördüğü bulundu. Her iki perfüzyon parametresinde de postoperatif erken dönem perfüzyon değerinin preoperatif döneme göre düştüğü yani beyin perfüzyonunun azaldığı görüldü, ki bu beklenmedik bir bulguydu. BBT perfüzyon ile yapılan başka çalışmalarda böyle bir bulguya rastlanmamıştır (49). Üzerinden bası etkisi kalkan, orta hat şifti düzelen, klinik bulguları gerileyen hastalarda preoperatif erken dönem beyin perfüzyonunun azalmasının, anestezi ajanlarla veya hipotansif anestezi ile ilgili olabileceğini veya serebral perfüzyon

basıncını düzenleyen otonöregülasyon mekanizmasının, reperfüzyon hasarını önlemek için vazokonstriksiyon ile serebral kan akım ve volümünü düşürebileceğini düşünüyoruz. Bu bulgunun ve mekanizmalarının, daha sonra yapılacak çalışmalar ile incelenmesi, aydınlatıcı sonuçlara ulaşmamızı sağlayabilir.

Orta hat şiftinin değerlendirilmesinde, şift değerleri kendi içinde karşılaştırıldığında; cerrahi sonrası erken dönem ve 2. ayda şift miktarının anlamlı ölçüde düzeldiği görüldü. Literatürdeki çalışmalarda da benzer bulgular vardı (27,30,40,50).

Cerrahi sonrası beyin ekspansiyonuna kadar geçen süre yaklaşık 6 ayı bulabilmektedir. Preoperatif ve postoperatif erken dönem ve ikinci ayda subdural aralıkta belirgin azalma görüldü.

Yaş aralığı ve sağ - sol yan subdural hematomlarının arasında bir fark bulunamadı. Sol taraf hematomlarının dominant hemisferde olmalarına karşın, beyin parankim dokusu difüzyon akım, volüm perfüzyon değerleri arasında, orta hat şifti düzelmesinde veya hematom kalınlığında azalma değerleri için sağ tarafa göre anlamlı bir fark bulunamadı. Yaptığımız literatür taramasında, sağ ve sol yan subdural hematomların farkları ile ilgili bir çalışmaya rastlanmadı.

Uygulanan cerrahi yöntemler; burr hole ve kraniotomi teknikleri arasındaki ilişki için şift ve kanama kalınlığı ölçümleri karşılaştırıldı. Bu sonuçlara göre burr hole tekniği ile yapılan cerrahi girişimlerin daha başarılı olduğu sonucu çıktı. Ama bu verilerde kraniotomi uygulanan hastaların hematom çaplarının ve şiftlerinin daha fazla olmasının etkilerinin de olabileceği akılda tutulmalıdır (49). Bu konuda literatür araştırmalarımız da bizim sonuçlarımızı desteklemektedir (50).

SDH'ların patofizyolojisi, henüz tam olarak anlaşılamamıştır. En sık kabul edilen teori; beyin yüzeyinden, dural sinüslere drene olan köprü venlerinin yırtılması veya zedelenmesi ile subdural alana kanama sonucu, subdural boşlukta bulunan kanın inflamatuvar bir yanıtı yol açmasıdır (26,31,35). Hematom kavitesinde bir iç ve bir dış membran oluşur (17,22). Bu membranların oluşumunda alana giren fibroblastlar ve oluşturdukları granülasyon dokusu sorumlu tutulmuştur. Özellikle dış membran üzerinde oluşan yeni ve fragil neovaskülarizasyondan aralıklı yeni kanamalar, koagülasyon, artmış fibrinolizis

hematomun büyümesine sebep olan bir siklus oluşturur (17,18,19,20). Bu mekanizmalar, osmotik onkotik basınç farkı teorisi, membran kapillerlerinin kırılabilirliğine bağlı yeniden kanama ve fibrinolitik aktivasyon teorisi olarak halen geliştirilmektedir (1,2,16,37,38).

Çalışmamızda; beyin dokusunun subdural hematoma boşaltılmasından nasıl etkilendiğinin MRG ile incelenmesinde; cerrahi boşaltmanın hematoma altındaki beyin dokusunun difüzyonunu arttırdığını bulduk. Perfüzyon ise postoperatif erken dönem düşmüş, fakat postoperatif geç dönemde artmıştır. MRG gerekliliği olduğunda kısa çekim süresi ve perfüzyon MRG'daki gibi kontrast gereksinimi olmadığı için difüzyon MRG kullanılması yeterli olacaktır. Aynı zamanda beyin dokusu değerlendirilirken hematoma yapısı hakkında cerrahi teknik seçimini etkileyecek MRG bulgularının elde edilmesi, radyasyon olmaması BBT'den üstünlüğü olarak göze çarpmaktadır. Klinik olarak SDH'dan şüphelenildiğinde, ek inceleme yöntemi olarak, difüzyon MRG kullanılması subdural hematoma tanınmasında, evresinin belirlenmesinde, ayırıcı tanısında (abse, tümör) diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha avantajlıdır. Ayrıca çalışmamızda da gösterildiği gibi hematoma komşu parankim dokusundaki iskemik değişikliklerin değerlendirilmesinde de difüzyon MRG değerlidir.

Cerrahi yöntem belirlenmesinde, bizim sonuçlarımıza göre; burr hole drenaj yöntemi ile cerrahi uygulanmasının, kraniyotomiye göre, kısa cerrahi süresi, lokal anestezi ile uygulanabilirlikleri ve iyi sonuçları nedeniyle tercih edilebilir. Bu konuda literatür araştırmalarımız da sonuçlarımızı desteklemektedir (50).

Sonuç olarak; bu çalışmada, subdural hematomların etyolojisi ne olursa olsun, tanıda ve tedavi sonrası takiplerde MRG yöntemlerinin büyük katkısı vardır ve cerrahi yöntemlerle basıyı ortadan kaldırmanın, klinik faydaları bilinmektedir. Özellikle ameliyat sonrası erken dönem şift ve kanama kalınlığında azalma ve difüzyon MRG değerlerindeki artış, klinik bulguların düzelmesi, SDH'larda cerrahi tedavinin üstünlüğünü ve etkinliğini gösterir.

## 6. SONUÇLAR

1. Kronik subdural hematom, genellikle unutulmuş bir kafa travmasını takiben ileri yaşlarda gelişen bir hastalıktır.
2. Tanıda sıklıkla BBT kullanılmakta ve operasyon buna göre yapılmaktadır.
3. Tanı yöntemi ve tedavi takibinde, MRG'nin kullanımı yaygın değildir. Ancak hematomun doğasının anlaşılmasında, septasyonların ve ayırıcı tanı belirlenmesinde MRG kullanımı BBT ye göre daha üstündür. Ayrıca BBT çekimlerinde olan yüksek radyasyon oranı MRG'da yoktur.
4. MRG difüzyon ve perfüzyon yöntemleri kullanılması, cerrahi teknik seçiminde, hastaların kanama altında kalan parankim dokusunun optimal değerlendirilmesinde, ayırıcı tanıda kitle, abse gibi sürprizlerle cerrahi sırasında karşılaşmadan, ön bilgi sahibi olunması cerrahın ve hastanın yararına yararlıdır.
5. Kısa çekim süreli Difüzyon MRG kullanılarak hem tanı, hem altta kalan parankim dokusunun değerlendirilmesinin, rutin kullanıma girmesi faydalı olacağı düşüncesindeyiz.
6. Burr hole drenaj yöntemi ile tedavinin, kraniotomi ile tedavi yöntemine göre daha hızlı ve daha etkili bir cerrahi yöntem olduğunu bulduk.

## 7. ÖZET

### **Kronik Subdural Hematomlu Olgularda Hematoma Komşu Beyin Parankiminde Operasyon Öncesi Ve Sonrası Difüzyon Ve Perfüzyon Manyetik Rezonans Görüntüleme Bulgularının Değerlendirilmesi**

**Amaç:** Bu çalışmada, kronik subdural hematomlu olgularında, hematoma bağlı kronik bası sonucunda komşu parankim dokuda gelişebilecek mikrosirkülatuar bulguların bası kalktıktan sonra erken ve geç dönemdeki radyolojik ve klinik düzelme eğrisinin değişikliklerini tanımlamak amaçlandı.

**Metod:** 2013 –2014 tarihleri arasında kronik subdural hematom nedeniyle opere edilen 25 hasta incelendi. Olgularda MRG difüzyon, perfüzyon akım ve volüm çekimleri General Electric marka 8 tesla MRG cihazı ile yapıldı.

**Bulgular:** Hematomlar, burr hole ve kraniotomi olarak iki farklı cerrahi teknikte boşaltıldı. Hastaların, difüzyon, perfüzyon, şift, kanama kalınlığı, yaş, cinsiyet, sağ ve sol ayrımı, cerrahi teknik parametreleri incelenmiştir. Her iki teknikte de, kanama, şift, difüzyon ve perfüzyon MRG değerleri postoperatif geç dönemde, preoperatif ve postoperatif erken döneme göre düzelme göstermiştir. Postoperatif erken dönem değerleri preoperatif değerlere göre düzelme göstermiştir. Burr hole ile drenaj yöntemi uygulanan olgularda, düzelmenin daha hızlı ve etkin olduğu gözlenmiştir. Sadece perfüzyon MRG ölçümlerinde postoperatif erken dönem değerleri preoperatif değerlere göre düşme göstermiştir.

**Sonuç:** Hematomun cerrahi boşaltılması sonucu, tüm hastalar klinik ve radyolojik değerlendirme olarak fayda görmüştür. MRG görüntülemenin subdural hematomlarda kullanımı özellikle ayırıcı tanıda sürprizler yaşamamak için ve hastaların klinik takipleri için BBT'den değerlidir.

**Anahtar kelimeler:** kronik subdural hematom, MRG perfüzyon, MRG difüzyon.



## 8. ABSTRACT

### **Preoperative and Postoperative Diffusion and Perfusion Magnetic Resonance Imaging Findings of The Patients with Chronic Subdural Hematoma in Evaluation of The Brain Parenchyma next to Hematoma**

**Objective:** In this study we aim to find changes on adjacent parenchymal brain tissue microcirculation improvement curve on clinical and radiological of early and late stage, after the hematoma removed.

**Method:** In this study we included 25 patients who operated with chronic subdural hematoma admitted to our facility during 2013-2014. Patients with MRI diffusion, perfusion flow and volume shooting was done with General Electric brand 8 tesla MRI device.

**Findings:** The hematoma removed with two different surgical procedure as burr hole drainage and craniotomy. The patients diffusion and perfusion MRI values, shift and hematoma thickness, ages, left and right side difference, surgical technic differences parameters were examined. In the both surgical technics, diffusion and perfusion MRI values, shift and hematoma thickness in the late postoperative period showed improvement compared to preoperative and early postoperative period. Early postoperative values showed improvement compared to preoperative values. In patients who underwent burr hole drainage method, improvement was observed to be faster and more effective. Only early postoperative values in perfusion MRI measurements showed decrease compared to preoperative values.

**Results:** All patients showed clinical and radiographic benefits from the removal of hematoma. Using MRI is more valuable than CT, especially if you don't want surprises of differential diagnosis and clinical follow up to subdural hematomas. However, the diagnose and follow up with MRI needs more times.

**Key word:** chronic subdural hematoma, perfusion magnetic resonance imaging, diffusion magnetic resonance imaging

## 9. KAYNAKLAR

- 1- Korfalı E, Zileli M. Türk Nöroşirurji Derneği Temel Nöroşirurji Kitabı; 605-6.
- 2- Chen JCT, Levy ML. Causes, epidemiology, and risk factors of chronic subdural hematoma. Neurosurgery Clinics of North America 2000; 11: 3.
- 3- Joseph L, Voelker N. Non operative treatment of chronic subdural hematoma. Neurosurgery Clinics of North America 2000; 11: 3.
- 4- Sundgren PC, Reinstrup P, Romner BP. Value of conventional, and diffusion-and perfusion weighted MRI in the management of patients with unclear cerebral pathology, admitted to the intensive care unit. Neuroradiology 2002; 44: 674-80.
- 5- Romero JM, Schaefer PW, Grant PE. Diffusion MR imaging of acute ischemic stroke. Neuroimaging Clin North Am 2002; 12(1): 35-53.
- 6- Bademci G, Ünlü A, Batay F. Diffüz Aksonal Yaralanmanın Erken Tanısında Difüzyon MR'nin Önemi. Türk Nöroşirurji Dergisi 2003; 13: 152-6.
- 7- Coles JP. Imaging after brain injury. Br J Anaesth 2007; 99: 49-60.
- 8- Korfalı E, Zileli M. Türk Nöroşirurji Derneği Temel Nöroşirurji Kitabı; 293-4.
- 9- Schaefer PW, Grant PE, Gonzales RG. Diffusion – weighted MR imaging of the brain. Radiology 2000; 217: 331-45.
- 10- Erden İ, Gelal F. Nöroradyoloji manyetik rezonans uygulamaları; 205-13.
- 11- Erden İ, Çallı E. Nöroradyoloji manyetik rezonans uygulamaları; 222-8.
- 12- Weiming L, Nicolaas AB, Rob JMG. Chronic subdural hematoma: a systematic review and meta-analysis of surgical procedures. J Neurosurg 2014; 121: 665-73.

- 13- Akihiko A, Yoshinori H, Atsushi F, Toshio M, Shigeo S, Kenichi H, Junichi O, Naokatsu S. Risk factors in chronic subdural hematoma: comparison of irrigation with artificial cerebrospinal fluid and normal saline in a cohort analysis. 2014; 9(8): E103703.
- 14- Teale EA, Lliffe S, Young JB. Subdural haematoma in elderly. *BMJ* 2014; 348: g1682.
- 15- Kuwahara S, Kawada M, Uga S. Chronic subdural hematoma with vasogenic edema in the cerebral hemisphere. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2001; 41, 196-200.
- 16- Squer W, Mack J. The neuropathology of infant subdural haemorrhage. *Forensic Science International* 2009; 187: 6-13.
- 17- Fujisawa H, Nomura S, Kajiwara K, Kato K, Fujii M, Suzuki M. Various magnetic resonance imaging patterns of chronic subdural hematomas: indicators of the pathogenesis. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2006; 46: 333-9.
- 18- Şentürk S, Güzel A, Bilici A, Takmaz İ, Güzel E, Aluclu MU, Ceviz A. CT and MR imaging of chronic subdural haematomas: a comparative study. *Swiss Med Wkly* 2010; 140(23-24): 335-40.
- 19- Kuwara S, Fukuoka M, Koan Y, Miyake H, Ono Y, Moriki A, et al. Subdural hyperintense band on diffusion-weighted imaging of chronic subdural hematoma indicates bleeding from outer membrane. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2005; 45: 125-31.
- 20- Yokoyama K, Matsuki M, Shimano H, Sumioka S, Ikegana T, Hanabusa K, et al. Diffusion tensor imaging in chronic subdural hematoma: correlation between clinical signs and fractional anisotropy in the pyramidal tract. *Am J Neuroradiol* 2008; 29: 1159-63.
- 21- Kuwara S, Fukuoka M, Koan Y, Miyake H, Ono Y, Moriki A, et al. Diffusion-weighted imaging of traumatic subdural hematoma in the subacute stage. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2005; 45: 464-9.

- 22- Rocchi G, Caroli E, Salvati M, Delfini R. Membranectomy in organized chronic subdural hematomas: indications and technical notes. *Surgical Neurology* 2007; 67: 374-80.
- 23- Matsuda R, Hironaka Y, Kawai H, Park Y, Taoka T, Nakase H. Unilateral oculomotor nerve palsy as an initial presentation of bilateral chronic subdural hematoma: case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2013; 53: 616-9.
- 24- Ito H, Komai T, Yamamoto S. Fibrinolytic enzyme in the lining walls of chronic subdural hematoma. *J Neurosurg* 1978; Vol 48.
- 25- Kuwara S, Miyake H, Fukuoka M, Koan Y, Ono Y, Moriki A, et al. Diffusion – weighted magnetic resonance imaging of organized subdural hematoma. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2004; 44: 376-9.
- 26- Labadie EL. Fibrinolysis in the formation and growth of chronic subdural hematomas. *Hanley and Belfus Philadelphia* 1990; 141-8.
- 27- Chari A, Koliaş AG, Santarius T, Bond S, Hutchinson PJ. Twist-drill craniostomy with hollow screws for evacuation of chronic subdural hematoma. *J Neurosurg* 2014; 121: 176-83.
- 28- Kretz A, Preul C, Fricke HJ, Witte OW, Terborg C. Unilateral optic neuropathy following subdural hematoma: a case report. *Journal of Medical Case Reports* 2010; 4: 19.
- 29- Türk Nöroşirurji Derneği Temel Nöroşirurji Kitabı, 1. Cilt; 328-9.
- 30- Moon SK, Lee JK, Joo SP, Kim TS, Jung S, Kim JH, Kim SH, Kang SS. Kernohan's notch phenomenon in chronic subdural hematoma MRI findings. *Journal of Clinical Neuroscience* 2007; 14: 989-92.
- 31- Greenberg MS. Nöroşirurji El Kitabı, 6. Baskı; 674-5.
- 32- Carvalho DD, Lozej M, Noble H, Almenaver S, Murty NK. Spontaneous chronic Subdural hematoma in a 22 year old healthy woman. *World Neurosurgery* 2013.
- 33- Fogelholm R, Heiskanen O, Waltimo O. Influence of patient's age on symptoms, signs, and thickness of hematoma. *J Neurosurg* 1975; 42: 43-6.

- 34- Munro D, Meritt HH. Surgical pathology of subdural hematoma. Based on study of one hundred and five cases. *Arch Neurol Psych* 1936; 35: 64-78.
- 35- Drapkin AJ. Chronic subdural hematoma: pathophysiological basis of treatment. *Br J Neurosurg* 1991; 5: 467-73.
- 36- Ito H, Saito K, Yamamoto S, Hasegawa T. Tissue – type plasminogen activator in the chronic subdural hematoma. *Surg Neurol* 1988; 30: 175-9.
- 37- Markwalder TM. Chronic subdural hematomas: a review. *J Neurosurg* 1981; 54(5): 637-45.
- 38- Feng JF, Jilang JY, Bao YH, Liang YM, Pan YH. Traumatic subdural effusion evolves in to chronic subdural hematoma: two stages of the same inflammatory reaction? *Med Hypotheses* 2008; 70(6): 1147-9.
- 39- Saul T, Ducker T, Salman M. Steroids in severe head injury: a prospective randomized clinical trial. *J Neurosurg* 1981; 54: 596-600.
- 40- Camel M, Grubb RL. Treatment of chronic subdural hematoma by twist-drill craniostomy with continuous catheter drainage. *J Neurosurg* 1986; 65: 183-7.
- 41- Tabbador K, Shulman K. Definitive, treatment of chronic subdural hematoma by twist-drill craniostomy and closed system drainage. *J Neurosurg* 1977; 46: 220-6.
- 42- Grisoli F, Graziani N, Peragur JC. Perioperative lumbar injection of ringer lactate solution in chronic subdural hematomas: a series of 100 cases. *Neurosurgery* 1988; 23: 616-21.
- 43- Ramamurthi B, Ganapathi K, Ramamurthi R. Intracerebral hematoma following evacuation of chronic subdural hematoma. *Neurosurg Rev* 1989; 12 (suppl.1): 225-7.
- 44- Lind CR, Lind CJ, Mee EW. Reduction in the number of repeated operations for the treatment of subacute and chronic subdural hematomas by placement of subdural drains. *J Neurosurg* 2003; 99: 44-6.

- 45- Arginteanu MS, Byun H, King W. Treatment of a recurrent subdural hematoma using urokinase. *J Neurotrauma* 1999; 16: 1235-9.
- 46- Hamilton MG, Frizzel JB, Tranmer BI. Chronic subdural hematoma: the role for craniotomy reevaluated. *Neurosurgery* 1993; 33: 67-72.
- 47- Markwalder TM, Steinsiepe KF, Rohner M. The course of chronic subdural hematomas after burr hole craniostomy and closed system drainage. *J Neurosurg* 1981; 55: 390-3.
- 48- Nimer A, Martin MM, Tubbs RS, Cohen Gadol AA. The cranial dura mater: a review of its history, embryology and anatomy. *Childs Nerv Syst* 2012; 28: 827-37.
- 49- Slotty PJ, Kamp MA, Steiger SH, Cornelius JF, Macht S, Strummer W, Turowski B. Cerebral perfusion changes in chronic subdural hematoma. *J Neurotrauma* 2013 Mar 1; 30(5): 347-51
- 50- Regan JM, Worley E, Shelburne C, Pullarkat R, Watson JS. Burr hole washout versus craniotomy for chronic subdural hematoma: patient outcome and cost analysis. DOI: 10.1371/journal.pone.0115085