

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

AKIM ÇEVİRİCİ STENT İLE TEDAVİ EDİLEN
İNTRAKRANİYAL ANEVRİZMALARIN ASL PERFÜZYON
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ
Dr. NESRİN ERDOĞAN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. ALİ YUSUF ÖNER

ANKARA
TEMMUZ 2019

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

AKIM ÇEVİRİCİ STENT İLE TEDAVİ EDİLEN
İNTRAKRANİYAL ANEVRİZMALARIN ASL PERFÜZYON
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ
Dr. NESRİN ERDOĞAN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. ALİ YUSUF ÖNER

ANKARA
TEMMUZ 2019

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen, asistanı olmaktan gurur ve onur duyduğum hocalarım Prof. Dr. Sedat IŞIK, Prof. Dr. Erhan Turgut ILGIT, Prof. Dr. Emin Turgut TALI, Prof. Dr. Mehmet ARAÇ, Prof. Dr. Öznur Leman BOYUNAĞA, Prof. Dr. Cem YÜCEL, Prof. Dr. Ahmet Baran ÖNAL, Prof. Dr. Suna ÖZHAN OKTAR, Prof. Dr. Nil TOKGÖZ, Prof. Dr. Serap GÜLTEKİN, Doç. Dr. Gonca ERBAŞ, Doç. Dr. Koray Kılıç, Doç. Dr. Murat UÇAR, Doç. Dr. Mehmet Koray AKKAN, Uzm. Dr. Emetullah CİNDİL, Uzm. Dr. Halit Nahit ŞENDUR, Uzm. Dr. Mahinur CERİT'e teşekkürü borç bilirim. Tezimin hazırlanma süreci boyunca yardımlarını benden esirgemeyen MR sekreterleri ve teknisyenlerine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca ilgi, destek ve yardımını hiç esirgemeyen, tüm asistanlığım boyunca bilgi ve deneyimleri ile en iyi şekilde yönlendiren, tez danışmanım sayın Prof. Dr. Ali Yusuf Öner'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca desteğini ve yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Ahmet Baran Önal'a, tüm asistanlığım boyunca hep yol gösteren, bilimsel desteğini daima hissettiğim Prof. Dr. Emin Turgut Talı'ya teşekkürlerimi sunarım.

Desteğini hiç esirgemeyen ev arkadaşım İremgöl Güngör'e, asistanlığımın olmazsa olmazı Dr. Berrak Barutcu'ya, tüm asistan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Beni ben yapan, varlıklarından güç aldığım yıkılmaz kalem, her şeyden önce insan olmayı, nefes alabilmeyi, sevmeyi öğreten canım aileme teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Nesrin ERDOĞAN

ANKARA 2019

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLolar.....	iii
ŞEKİLLER	iv
GRAFİKLER.....	v
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 İntrakraniyal vasküler anatomi	3
2.2. İntrakraniyal anevrizmalar.....	5
2.3.İntrakraniyal anevrizmalara radyolojik yaklaşım	6
2.4.İntrakraniyal anevrizmalara tedavi yaklaşımı.....	7
2.4.1 Koil ile embolizasyon	8
2.4.2 Akım çevirici stent uygulamaları	9
2.4.2.1 İntraarteriyal akım dinamiği ve akım çevirici uygulamalarının etkisi	10
2.5 Perfüzyon Görüntüleme.....	15
2.5.1 Dinamik Kontrastlı Perfüzyon (DKP).....	16
2.5.3 Arterial spin labeling (ASL) Perfüzyon	21
2.6 İskemi ve radyolojik görüntüleme	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1 Çalışma tasarımı ve kapsamı	26
3.2 MR Görüntüleme Tekniği.....	27
3.3 Görüntülerin değerlendirilmesi.....	29
3.4 Verilerin analizi	31
4. BULGULAR.....	33

5. OLGU ÖRNEKLERİ.....	40
6. TARTIŞMA	47
7. SONUÇ	55
8. KAYNAKLAR	56
9. ÖZET	63
10. SUMMARY	65
11. ÖZGEÇMİŞ.....	67
12. ETİK KURUL ONAYI	69

TABLÖLAR

Tablo 1.Perfüzyon görüntüleme teknik parametreleri.....	28
Tablo 2. Çalışma popülasyonu, anevrizma tipi ve tedavi özellikler	34
Tablo 3. Değişkenlere ait Wilcoxon test sonuçları.....	35
Tablo 4.Değişkenler arası korelasyon	38
Tablo 5. Bond ve arkadaşlarının yaptığı metaanaliz çalışması sonuçları.....	51

ŞEKİLLER

Şekil 1. Willis poligonu.....	4
Şekil 2. İKA segmentleri	5
Şekil 3. Sakküler anevrizmanın şematik görünümü	8
Şekil 4. Akım çevirici uygulamalarının anevrizma içi akım dinamiğine etkisi	12
Şekil 5. Akım çevirici örnekleri	13
Şekil 6. DKP semikantitatif değerlendirme, kontrast-zaman grafiği	17
Şekil 7. DDK perfüzyon görüntülemeye sinyal zaman eğrisi ve parametreler	19
Şekil 8. ASL perfüzyon incelemede görüntü oluşturma basamakları	22
Şekil 9. Otomatik olarak oluşturulan renkli pASL CBF haritası	30
Şekil 10. Vasküler sulama alanları	31

GRAFİKLER

Grafik 1. Tedavi öncesi ve sonrası perfüzyon parametre oranları	36
Grafik 2.Tedavi öncesi ve sonrası perfüzyon asimetri indeksi	37
Grafik 3.Oranlara ait saçılım grafiği	39

1. GİRİŞ

İntrakraniyal anevrizmalar otopsi serilerinde % 1-5 sıklıkla görülen, yaşamı tehdit eden lezyonlardır. Anevrizmaların endovasküler yöntemler ile tedavisi günümüzde çok daha güvenilir ve non invaziv olması sebebiyle rutin cerrahi yöntemlerin yerini almaktadır. Akım çevirici stent ile anevrizma tedavisi nispeten yeni bir endovasküler tedavi yöntemi olup kompleks ve geniş boyunlu anevrizma tedavisinde rutin koil ile embolizasyon yöntemine üstündür. Anevrizmanın parent arterine yerleştirilen akım çevirici stent ile anevrizma içerisine olan akım değiştirilmekte, neointimal proliferasyon ve trombozis ile anevrizma oklüzyonu sağlanmaktadır(1, 2).

Akım çevirici stent ile tedavi sonrası tromboembolik iskemik ve hemorajik komplikasyonlar görülebilmektedir. Yan dal, perforan arter tıkanıklığı ile veya stent içi trombüs formasyonu ile iskemi gelişebilir. Nadir olarak erken dönemde işlem esnasında ki müdahaleye ikincil uzak bölge iskemileri de görülebilir(3, 4).

Perfüzyon manyetik rezonans görüntüleme (MRG) hedef dokuda mikrovasküler dolaşım hakkında bilgi veren ileri görüntüleme yöntemi olup iskemi değerlendirmede, glial kitle metabolik aktivitesini değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Rutin pratikte en sık kontrastlı bir yöntem olan dinamik duyarlılık ağırlıklı (DDA) perfüzyon MRG kullanılmaktadır. "Arterial spin labeling " (ASL) MRG ise DDA perfüzyon MRG incelemesinin aksine dışarıdan kontrast madde uygulamasına gerek kalmadan, arteriyel kan içerisindeki suyun

manyetik olarak işaretlenerek serebral kan akımının nisbi olarak ölçülebildiği invaziv olmayan görüntüleme yöntemidir (5).

Bu çalışma ile endovasküler akım çevirici stent ile tedavi edilen intrakraniyal anevrizmaların tedavi öncesi, tedavi sonrası erken ve geç dönem perfüzyon MRG ile incelenmesi, DDA ve ASL perfüzyon bulgularının karşılaştırılması ve ASL perfüzyon yönteminin etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

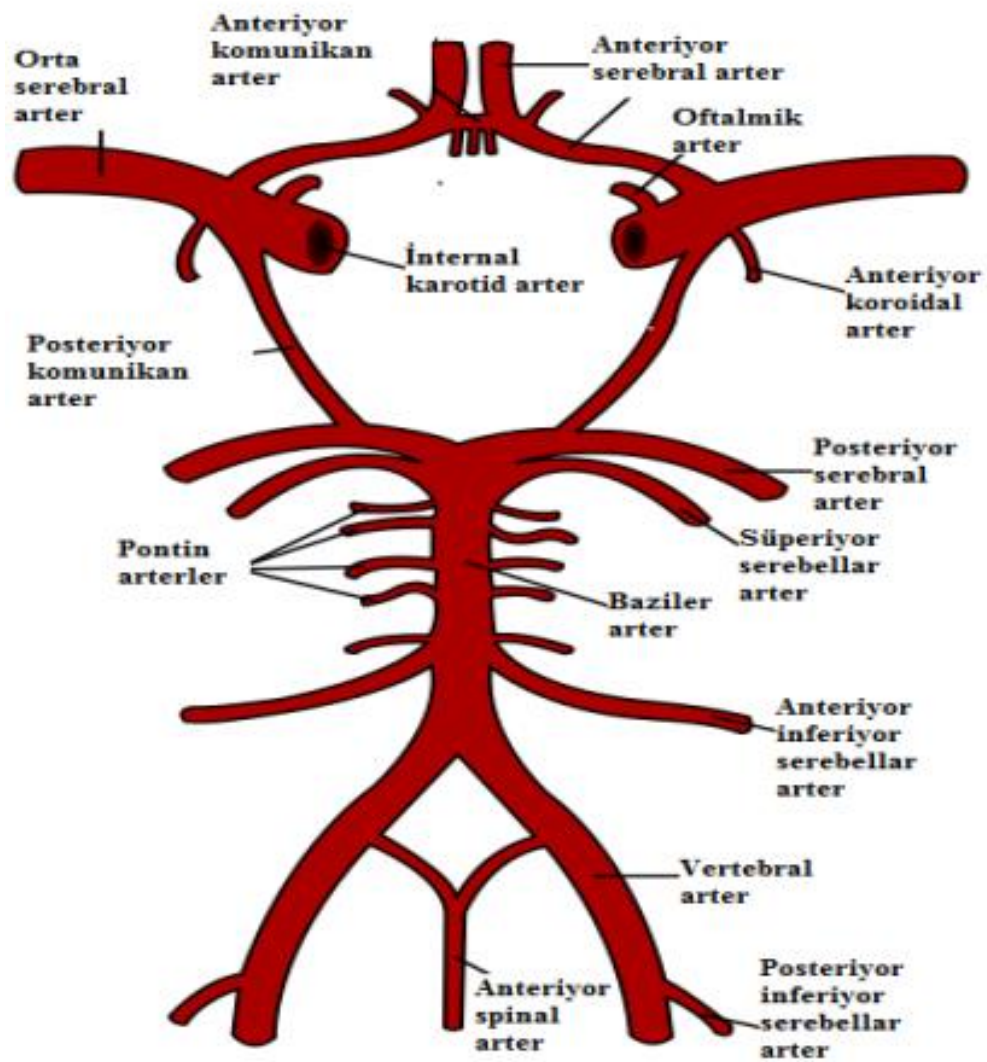
2.1 İntrakraniyal vasküler anatomi

İntrakraniyal vasküler dolaşım internal karotid arterler ve vertabrobasiller arterlerin oluşturduğu Willis poligonundan oluşmaktadır. Willis halkasını oluşturan vasküler yapılar(Şekil 1);

- Her iki internal karotid arter(İKA)
- Her iki Anterior serebral arter A1 dalları
- Anterior komünikan arter
- Her iki posterior komünikan arter
- Her iki posterior serebral arter P1 segmentleri
- Baziller arter

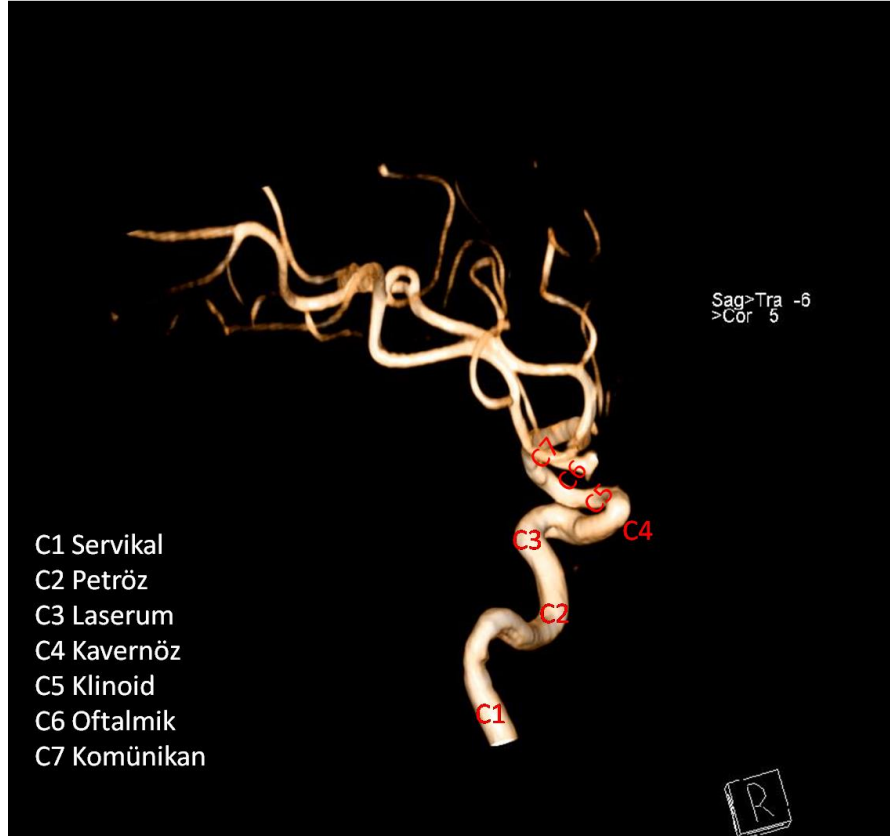
İKA anatomisi için en yaygın olarak Bouthillier sınıflaması kullanılmakta olup İKA 7 segmenti bulunmaktadır (Şekil 2). Servikal (C1) segment dördüncü servikal vertebra, tiroid kıkırdak düzeyinde ana karotid arterden ayrılıp dal vermeden temporal kemik yerleşimli karotid kanala ulaşır. Bu düzeyde C2 petröz segment ve C3 laserum segmentleri ardından kavernöz sinus (C4) içerisine girer. Kavernöz sinus içerisinde ‘S’ şeklinde yaptığı eğriye karotis sifon denilmektedir. Meningohipofizyel trunkus kavernöz segmentten orjin almaktadır. Klinoidsegment, oftalmik segment ve kominikan segmentler ile sonlanmaktadır. İKA suprakavernozal düzeyinden oftalmik arter, anterior koroidal arter, posterior

kominikan arter orjin almakta olup anterior ve orta serebral arterler ise terminal dallarıdır (6).



Şekil 1.Willis poligonu

(Osborn AG. Diagnostic Neuroradiology.1.st ed., London: Mosby 1994)



Şekil 2. İKA segmentleri

2.2. İntrakraniyal anevrizmalar

Anevrizmalar konjenital ve-veya dejeneratif vasküler duvar zayıflıklarından kaynaklanmaktadır. Dört temel anevrizma tipi mevcuttur;

- Sakküler(sıklıkla dallanma bölgelerinde görülür)
- Mikroanevrizma, Charcot-Boucharda anevrizması (<2 mm, sıklıkla kronik hipertansiyon ilişkilidir, mikotik anevrizmalarda çoğunlukla bu gruptadır.)
- Dev anevrizma (>25 mm)

- Fuziform anevrizma(İğ şeklinde genişlemeler, sıklıkla posterior kraniyal dolaşımda)

En sık sakküler tipi görülmekte olup sıklıkla subaraknoid kanama ile tanı alırlar (şekil 3). Daha az sıklıkla rüptüre olmadan tesadüfî olarak veya bası bulguları ile de tanı alabilmektedirler. Dissekan ve dev serpentin anevrizma tipleri daha nadir görülmektedir. İntrakraniyal anevrizmalar Willis poligonunda sıklıkla dallanma noktalarında gelişmekte olup sıklıkla anterior kraniyal dolaşımda yerleşmektedirler. En sık kraniyal anevrizma lokalizasyonu anterior komünikan arterdir. Anevrizmanın lokalizasyonu, boyutu, boyun genişliği, vasküler yapıların seyri, anevrizmanın rüptüre olup olmaması tedavi planını belirlemektedir(1, 7-9).

2.3. İntrakraniyal anevrizmalara radyolojik yaklaşım

Anevrizma tanısı üç temel anjiyografik görüntüleme yöntemi ile konulabilmektedir.

- Bilgisayarlı tomografi anjiyografi(BTA)
- MR anjiyografi
- Dijital substraksiyon anjiyografi(DSA)

Bunlardan duyarlılığı en yüksek olan yöntem DSA olup üç boyutlu görüntüleme ile tanısal doğruluk artmaktadır. Ancak damar duvarı ve anevrizma içi trombüs materyali göstermede BTA veya MRA yöntemleri nispeten üstündür(8, 10).

Tedavi edilmeyen anevrizmalarda spontan rüptür sonucu mortal seyredebilen kanama riski mevcut olup bu risk posterior dolaşım yerleşimli olanlarda, büyük olanlarda, düzensiz lobüle duvar yapısı olanlarda daha fazladır(11, 12).

2.4.İntrakraniyal anevrizmalara tedavi yaklaşımı

Anevrizma tedavisi cerrahi veya endovasküler olarak yapılabilir. Cerrahi olarak anevrizma tedavisi;

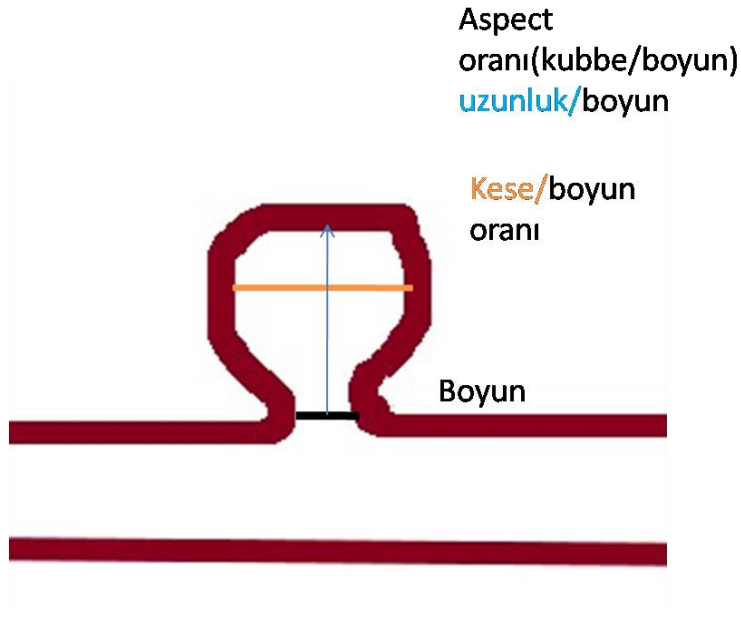
- Klipsleme
- Sarma
- By-pass
- Bipolar koagulasyon şeklinde sınıflandırılabilir.

Endovasküler tedavi yöntemleri;

- Basit koilleme
- Balon destekli koilleme
- Stent destekli koilleme
- Akım çevirici uygulamaları
- İntrasakküler akım çevirme cihazları olarak tanımlanabilir.

Karar yönteminin seçimi hastanın yaşı, eşlik eden hastalıkları, anevrizmasının yeri, boyutu, aspect oranı, kese boyun oranı ve vasküler yapıların anatomisi göz önüne alınarak verilir. Geniş boyunlu anevrizmalarda endovasküler tedavi sonrası nüks daha sık olup ve koil ile embolizasyon sırasında komplikasyon ihtimali daha yüksektir. Aspect oranı yüksek anevrizmalarda rüptür riski artmaktadır (Şekil 3).

Cerrahi yöntem ile morbidite ve mortalite oranları endovasküler yöntemlere göre daha yüksektir(13, 14).



Şekil 3. Sakküler anevrizmanın şematik görünümü

2.4.1 Koil ile embolizasyon

Koil materyali 1991 yılında ilk defa serebral anevrizma tedavisinde kullanılmış olup ilk geliştirilen endovasküler tedavi yöntemidir(15).Koiller iki boyutlu helikal, üç boyutlu veya kompleks yapıda olup anevrizma boyutuna göre değişen ebadlarda kullanılmaktadır. Mikrokater sistemi ile anevrizma kesesi içerisine ulaşılır, uygun boyutlarda koil materyali ile anevrizma kesisi içi doldurulur, koil materyali anevrizmanın şeklini alarak, anevrizmanın kalıcı oklüzyonunu sağlar. İtilebilir veya elektronik ayrılabilir koil tipleri bulunmaktadır. Koil ile embolizasyonda en önemli sorun rekürrenstir.

Basit koil ile embolizasyonda özellikle büyük ve geniş boyunlu anevrizmalarda koil sarkması, işlem sırası anevrizma rüptürü veya yetersiz oklüzyon gibi riskler bulunmaktadır. Bu komplikasyonların üstesinden gelmek için stent veya balon yardımcı koil embolizasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Anevrizmanın parent arterine anevrizma boynu düzeyine geçişi olarak şişirilebilen balon yerleştirilir. Balon koil sarkmasını engellediği gibi, rüptür olasılığı durumunda kanama kontrolüne yardımcı olur. Stent yardımcı koil embolizasyonu ile daha büyük, geniş boyunlu anevrizmalarda ve boyun bölgesinde dallanma gösteren anevrizmalarda balon yardımcı yöntemle daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Özellikle dallanma bölgelerindeki anevrizmalarda ‘Y’ stent ile koil embolizasyon yapılabilmektedir. Ancak stent yardımcı embolizasyon sonrası ömür boyu antiagregan tedavi gerekliliği dezavantaj oluşturmaktadır. Stent yardımcı embolizasyon sonrası rekürrens düşük olmak ile birlikte mortalite oranları basit veya balon yardımcı koil embolizasyona kıyasla yüksektir. Koil embolizasyondaki tüm bu gelişmelere rağmen geniş boyunlu, büyük anevrizmalarda başarı oranı düşük olduğundan yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmuş, akım çeviri stent ve web yöntemleri gibi intrasaküler cihazlar geliştirilmiştir(16).

2.4.2 Akım çevirici stent uygulamaları

Anevrizma gelişiminde ve rüptüründe temel faktör damar duvar yapısı ve hemodinamik faktörlerdir. Stent yardımcı koil embolizasyon sonrası yerleştirilen stent materyalinin anevrizma içerisine olan akımı azalttığı ve anevrizma kesesi içerisinde tromboze olmasını kolaylaştırdığı dikkati çekmiştir. Ancak bu stent

materyallerinin gözenek yapısının geniş olması nedeniyle tek başına yeterli anevrizma oklüzyonu sağlayamadığı görülmüştür. Bu gözlem sonrası in vitro deneyler ile gözenekler küçültülerek oluşturulan stentlerin anevrizma lümeni içerisine olan akımı belirgin azalttığı ve oklüzyon sağladığını gösterilmiş olup akım çevirici uygulamalarının geliştirilmesini sağlamıştır.

2.4.2.1 İntraarteriyal akım dinamiği ve akım çevirici uygulamalarının etkisi

İntravasküler 3 temel akım paterni tanımlanmaktadır;

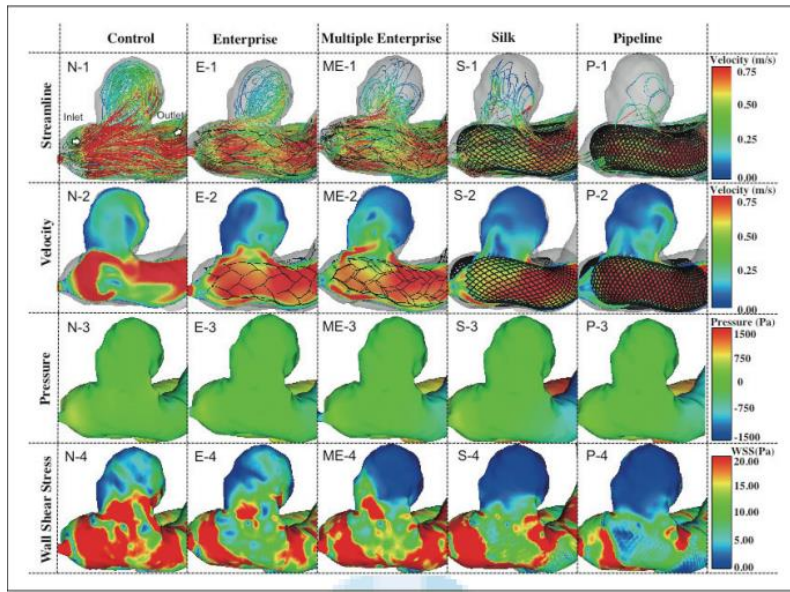
- Laminer akım
- Türbülant akım
- Girdap akım (Vorteks)

Laminer akım damar duvarına paralel, santralde en yüksek akım hızında, damar duvarına yaklaştıkça hızın azaldığı parabolik paterndedir. Damarın elastikiyeti ve akım pulsatilitesinden etkilenmesine rağmen dallanma alanları dışında damar içerisinde laminar akım korunmaktadır. Türbülant akım kaotik bir akım paterni olup damar kalibrasyonunda ani azalmanın görüldüğü sıklıkla dallanma noktalarında ve poststenotik alanlarda görülmektedir. Girdap akım ise sıklıkla ana dolaşımdan uzaklaştığı alanlarda, poststenotik segmentlerde, anevrizma kesesi içerisinde izlenir. Akımda durağanlaşma, saat yönü ve veya tersine girdap akım izlenmektedir. İntrakraniyal vasküler alanda, Willis poligonu içerisinde akım dallanma noktaları, kalibrasyonda azalma izlenen veya tortiyoz alanlarda, değişkenlik göstermektedir. Vasküler varyasyonlarda akım paternini değiştirebilmektedir. Bu alanlarda türbülant akım ve akım hızında değişiklik

nedeniyle anevrizma daha sık görülmektedir. Anevrizma içerisinde akım, anevrizmanın geometrisine, boyun genişliğine, anevrizma lokalizasyonuna göre değişkenlik göstermektedir. Doğrudan parent arterden beslenen alanlarda yüksek akım hızı ve oluşturduğu duvar gerilimi anevrizma büyümesini ve rüptür riskini artırmaktadır. Sakküler anevrizma içerisinde akım normal dolaşımdan uzaklaşarak girdap ve türbülant akıma neden olmaktadır. Akım pulsatilitesine sekonder akım yönü değişmektedir. Boyun genişliği, akım, anevrizma kesesi içerisine giriş yeri ve yönü akım dinamiğini etkilemektedir. Endovasküler tedavilerdeki gelişmeler anevrizma tedavi kararında akım dinamiklerini önemli hale getirmiştir(17-19).

Akım çevirici stentler gözenekli yapısı sayesinde anevrizmanın dolaşımdan uzaklaşmasını sağlamaktadır. Akım hızını azaltıp duvar gerilimini azaltmaktadır. Anevrizma içerisindeki yüksek hızlı, basınçlı ve türbülant akımı durağan hale getirmektedir (Şekil 4). Bu etkiler ile anevrizma içerisinde trombus gelişimini sağlarken, biyolojik etki ile de anevrizma boynunda neointimal proliferasyonu ve endotelizasyonu sağlar. Böylelikle damar duvar tedavisini de sağlamış olur. Yapılan deneyler en önemli parametrenin stent porozitesi, yani gözenek yapısı ve boyun düzeyinde metalik kaplama oranı olduğu gösterilmiştir. Akım çevirme özelliği için temel özellik düşük porozite ve yüksek dansitedir. Akım çevirici stentler kendiliğinden açılan, gözenekli, anevrizma ile birlikte yerleştirildiği damarı da tedavi eden stentlerdir. Düşük porozite ve yüksek dansiteli stentlerin diğer dallarda akım azalmasına yol açmadığı gösterilmiştir. Anevrizmanın köken aldığı parent artere yerleştirilir, anevrizma içine olan akımı azaltır ve modifiye eder. Akım çevirici stent yerleştirilen damar patent kalırken gözenekli yapısı ve

parent arter ile olan basınç gradienti sayesinde parent arterden köken alan damarlarda da akım korunmaktadır. Koil ile embolizasyonun aksine anevrizmanın tamamen kapanması, tromboze olması ortalama 6-12 ay gibi bir sürede gerçekleşmektedir. Akım çevirici stent ile tedavide en önemli faktör stent çap ve boyutunun doğru belirlenmesidir(20-25).



Şekil 4. Akım çevirici uygulamalarının anevrizma içi akım dinamiğine etkisi(21)

Kullanılan akım çevirici cihaz örnekleri(Şekil 5);

- a) Pipeline Embolizasyon cihazı(ev3, Covidien, Irvine, California, USA)
- b) Silk stent (Balt, Montmorency, France)
- c) FRED, 'Flow-redirection endoluminal device' (microVention, Tustin, CA)

Pipeline akım çevirici stent ilk FDA onayı alan Akım çevirici stentdir. %25 platin %75 nikel-kobalt alaşımından yapılmıştır. %30-35 metalik kaplama yüzeyine sahip olup gözenekler 0.002-0.05 mm² boyutlarındadır.

FRED yeni nesil nitinol alaşımından oluşan 2,5-5,5 mm çaplarında, 7-56 mm uzunluğunda yeni nesil akım çevirici stentlerdir. Çift tabakalı olması ile ayrılmaktadır. Bu çift tabaka özelliği görünürlüğünü artırmaktadır(26).



Şekil 5.Akım çevirici örnekleri

PED (A), Silk (B), FRED (C)(27, 28)

Fuziform, geniş boyunlu, koil embolizasyona uygun olmayan, içerisinden kollateral çıkan veya cerrahi/endovasküler tedavi sonrası rekürrens gösteren anevrizmalarda kullanılmaktadır(29, 30).

Akım çevirici stentlerin işlem sonrası oklüzyonunun önlenmesi için ikili antiplatelet tedavisi uygulanmaktadır. Kesin önerilen profilaksi protokolü olmamak ile birlikte bizim kliniğimizde işlemden 5 gün önce 300 mg aspirin, 75 mg klopidoğrel başlanmaktadır. Tedaviye 12-24 ay devam edilmesi

önerilmektedir. Bu nedenle subaraknoid kanaması olan,rüptüre anevrizma olgularında akım çeviri stent kullanılamamaktadır(31).

Akım çevirici stent ile anevrizma tedavisi sonrası endovasküler işleme sekonder veya stent ilişkili komplikasyonlar görülebilmektedir. Tedavi sonrası hemorajik olaylar, iskemik tromboembolik olaylar ve hidrosefali görülebilmektedir(4, 32).

Akım çevirici stent ile tedavi sonrası hemoraji aynı tarafta intraparaknoidal olabileceği gibi anevrizma rüptürüne sekonder de olabilir. Tedavi sırasında kullanılan antiplatelet tedavi risk oluşturmaktadır. Tedavi sonrası anevrizma rüptürünün dev anevrizmalarda, tromboze olanlarda proteolitik aktivite nedeniyle daha sık olduğu gösterilmiştir. Geç intraparaknoidal hemoraji mekanizması tam olarak anlaşılamamış olup % 2-3 sıklıkla görülmektedir. Stent yerleştirilen damar sulama alanında görülmekte olup sıklıkla ilk 1 ay içerisinde gelişmektedir. İşlem sırasında kılavuz tel manipülasyonuna sekonder de hemorajik komplikasyon gelişebilir(33-35).

İskemik komplikasyonlar işlem sırasında tromboembolik olaylara sekonder gelişebilmekte olup çoğunlukla klinik olarak sessizdir. Difüzyon ağırlıklı MRG de milimetrik noktasal difüzyon kısıtlayan odaklar şeklinde görülmektedir. Nadiren stent yerleştirilen segmentte yan dal veya perforan oklüzyonuna sekonder, stent içi darlıklar ilede iskemik olaylar gelişebilmektedir(4, 20, 36). Literatürde akım çevirici stent ile anevrizma tedavisi sonrası geç iskemik komplikasyonlarda bildirilmiştir. Sigara, oral kontraseptif kullanımı gibi durumlar riski artırmakta olup ikili antiplatelet tedavisinin doğru kullanımı iskemik

komplifikasyonları azaltmaktadır. Neointimal proliferasyon veya hiperplazi ile de özellikle yan dallarda darlık yaparak veya laminar akımdaki azalmaya ikincil iskemiye neden olabileceği de düşünülmektedir(37, 38).

2.5 Perfüzyon Görüntüleme

Mikrovasküler düzeyde doku beslenmesini sağlayan belirli bir süre zarfında, belirli bir dokudan (ml/100 gr/dk) geçen kan miktarı perfüzyon olarak tanımlanmaktadır. Bölgesel farklılıklar göstermekle birlikte beyin dokusunun normal serebral kan akımı 50-60 ml/100 gr/dk'dır. Perfüzyon görüntüleme yöntemleri ile beyin dokusunda mikrovasküler yatakta olan değişiklikler niteliksel ve niceliksel olarak değerlendirilebilmektedir. Beyin perfüzyon görüntüleme yöntemleri;

- Pozitron emisyon tomografi (PET)
- Single foton emisyon bilgisayarlı tomografi (SPECT)
- Xenon BT perfüzyon
- Dinamik BT perfüzyon
- Dinamik kontrastlı MR perfüzyon (DKP)
- Dinamik duyarlılık ağırlıklı MR perfüzyon (DDA)
- Arteriyel spin labelling (ASL)
- Doppler ultrason

PET, SPECT ve BT perfüzyon yöntemlerinde hasta iyonizan radyasyona maruz kalmaktadır. PET yönteminde işaretleyici olarak O₂, CO₂, H₂O kullanılmakta olup kronik serebrovasküler hastalık, demans, epilepsi de kullanılmaktadır. Radyoaktif işaretli H₂O intravenöz yoldan uygulanırken, CO₂ inhalasyon yoluyla uygulanmaktadır. SPECT yöntemi iskemi, epilepsi odağı belirlenmesinde, nörodejeneratif hastalıkta kullanılmaktadır. BT perfüzyon yöntemleri kolay ulaşılabilir ve hızlı olması nedeniyle acil hasta değerlendirilmesinde üstündür(39, 40).

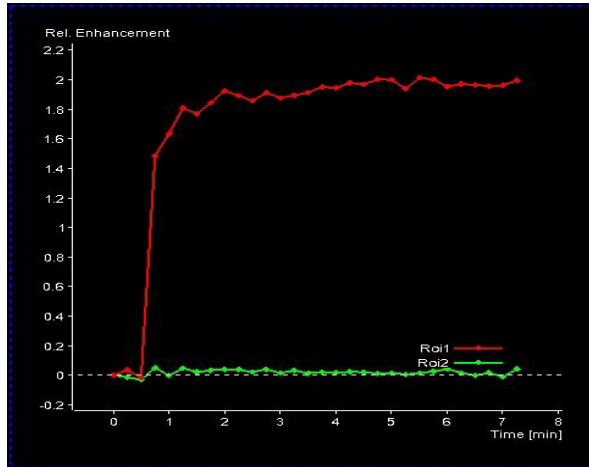
Perfüzyon MR incelemesi serebrovasküler hastalıkta, kraniyal tümör tanısı ve evrelemesinde, tedaviye yanıt değerlendirme, radyasyon nekrozu ile nüks-progresyon ayırımında, biyopsi yapılacak alanı belirlemede kullanılmaktadır. Perfüzyon MRG tekniklerinde endojen veya ekzojen takipçi kullanılarak kan akımı, mikrovasküler yatak değerlendirilmektedir. Endojen takipçi olarak radyofrekans yoluyla işaretlenmiş, satüre edilmiş kan kullanılmaktadır. Ekzojen takipçi olarak intravenöz uygulanan kontrast madde kullanılmakta olup MR perfüzyon incelemede dokuda metabolize olmayan paramanyetik madde yani gadolinyum kullanılmaktadır.

2.5.1 Dinamik Kontrastlı Perfüzyon (DKP)

DKP görüntüleme kararlı durum (steady state) perfüzyon incelemesi olup sabit paramanyetik kontrast madde enjeksiyonu öncesi ve sonrası bir seri T1 ağırlıklı görüntüleme ile T1 değişikliklerinin incelenmesini sağlar. Böylelikle hedef dokunun kontrastlanma ve yıkanma paterni değerlendirilmiş olur. Temel olarak

relaksivite etkiye dayanmaktadır. Kontrast madde enjeksiyonu ile T1 relaksasyon zamanında kısalma, T1 ağırlıklı görüntülerde yüksek sinyal elde edilmesi esasına dayanır. Sinyal zaman ve kontrast zaman eğrileri oluşturulur. Bu perfüzyon dataları ve eğriler diğer görüntüleme yöntemleri ile de elde olunabilmek ile birlikte iyonizan radyasyon içermemesi, güvenilir ve tekrarlanabilir olması MR yöntemini üstün kılmaktadır. Görüntüleme alanına büyük damar da mutlaka dahil edilip hedef doku ve arteriyal giriş fraksiyonu bilgileri ile kontrast madde dağılımı değerlendirilir. Sıklıkla gradient eko sekanslar tercih edilmekte olup üç boyutlu görüntüleme ile daha iyi sinyal gürültü oranı elde edilir(41, 42).

Elde olunan görüntüler semikantitatif veya kantitatif olarak değerlendirilir. Semikantitatif değerlendirmede kontrast zaman eğrisi ile altta kalan alan, kontrastlanma ve yıkanma eğimi, maksimum kontrast tutulum oranına ve erişim süresi gibi parametreler değerlendirilebilir (Şekil 6)(43).

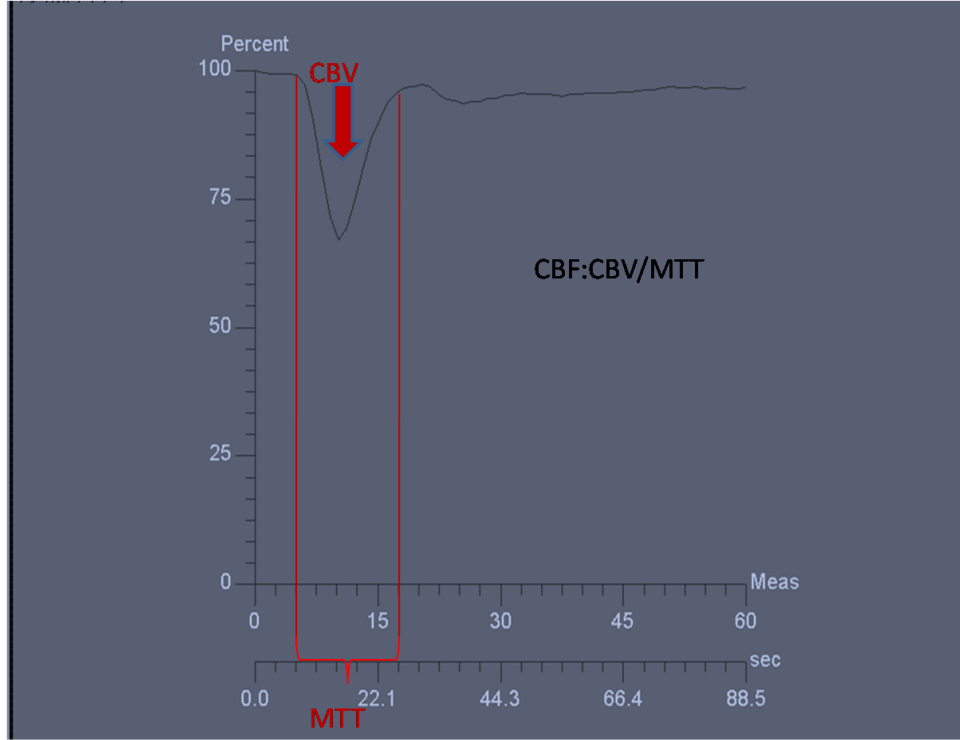


Şekil 6.DKP semikantitatif değerlendirme, kontrast-zaman grafiği

Kantitatif değerlendirmede ise birçok kinetik model geliştirilmiş olup Toft, Brix, Kermode en çok klinik kullanımı olanlardır. Tofts ve arkadaşları tarafından geliştirilen farmokokinetik model ile K_{trans} olarak adlandırılan, kontrastın intravasküler alandan ekstrasellüler mesafeye geçişi ile doku perfüzyonu hesaplanabilmektedir. Permeabilitesi yüksek olan dokuda K_{trans} kan akımını verirken, düşük permeabiliteli alanda permeabiliteyi göstermektedir. Ayrıca ekstrasellüler mesafe volumu V_e , plazma volumu V_p , ekstrasellüler mesafeden intravasküler alana dönüş hızı K_{ep} hesaplanabilmektedir (41, 44-46).

2.5.2 Dinamik Duyarlılık Ağırlıklı Perfüzyon MRG (DDA Perfüzyon MRG)

En yaygın kullanılan perfüzyon yöntemi olup paramanyetik kontrast maddenin (gadolinium, 0,1-0,3 mmol/kg) otomatik enjektörler ile verilmesi sonrası elde olunur. T2 veya T2* ağırlıklı bir görüntüleme olup kontrast madde görüntüde distorsiyon ve sinyal kaybına yol açmaktadır. Esas olarak manyetik suseptibilite etkisinden faydalanılmaktadır. Sinyalin zaman ile değişiminin gösterilmesi ile perfüzyon incelemesi yapılmış olur. T2* yani gradient eko görüntüler duyarlılık etkisine daha duyarlı olup spin eko T2 görüntüleme yapılırsa 2-4 kat daha fazla kontrast madde kullanılması gerekmektedir. Sıklıkla ekoplanar görüntüleme yapılır. Kan beyin bariyeri sağlam iken kontrast madde yalnızca intravasküler mesafede kalmaktadır. Kontrastın bolus enjeksiyonu ardından 5-30 sn sonra ardışık görüntüler alınıp sinyal zaman eğrisi ve bundan da konsantrasyon zaman eğrisi elde edilir(Şekil 7). Bu eğrilerden matematiksel yöntemler ile ortalama kan akımı, kan volümü, ortalama geçiş zamanı, maksimum konsantrasyona ulaşma zamanı elde olunur(47).



Şekil 7.DDK perfüzyon görüntülemeye sinyal zaman eğrisi ve parametreler

-CBV(cerebral brain volume, ortalama serebral kan volümü): Ortalama kan volümünü ifade etmekte olup konsantrasyon zaman eğrisinin altta kalan alanıdır(ml/100 gr beyin dokusu). Doku metabolik aktivitesini göstermekte olup tümör tanısı ve evrelemesinde en çok kullanılan parametredir.

-CBF (cerebral brain flow, ortalama beyin kan akımı): Birim zamanda geçen kan miktarını ifade etmekte olup birimi ml/100 gr/dk'dır.

-MTT(mean transit time, ortalama geçiş zamanı): Kontrast maddenin belirli bir beyin dokusundan geçiş süresi olup saniye ile tanımlanır.

$$MTT = CBV/CBF$$

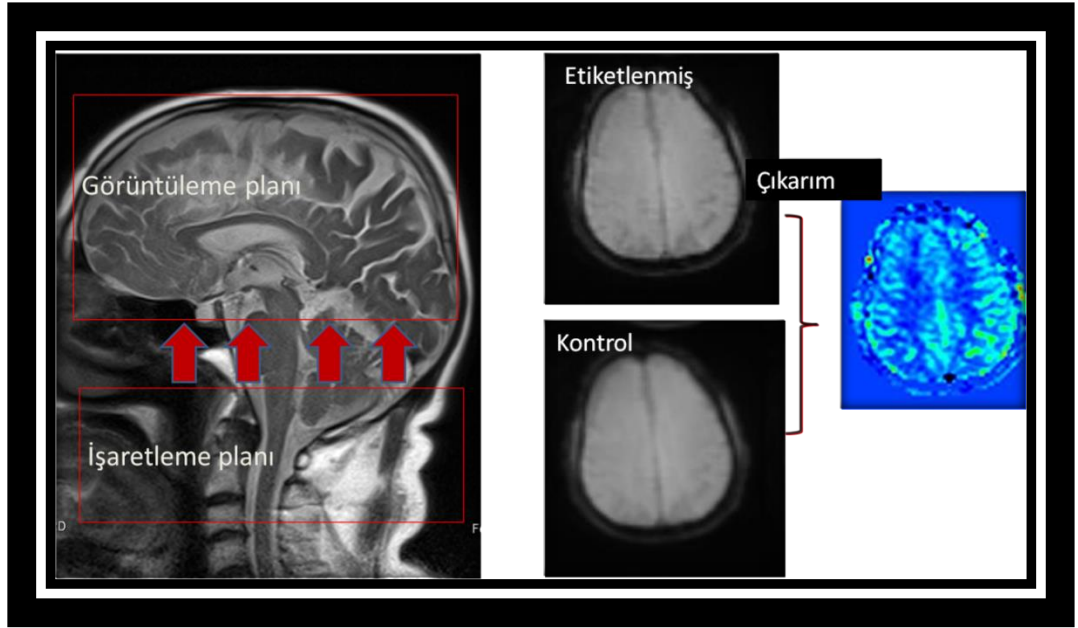
-TTP(time to peak): Kontrast madde enjeksiyonu sonrası en yüksek konsantrasyona ulaşması için geçen süreyi ifade eder.

Bu parametreler verilen kontrast miktarı, veriliş hızı, arteriyel giriş fraksiyonu, kontrast maddenin paramanyetik özellikleri, hastanın hemodinamik parametrelerine bağlıdır. DDK ile kantitatif olarak serebral kan akımı hesaplanamamaktadır. Dolayısıyla farklı hastaların sonuçları veya aynı hastanın farklı zamanlarda yapılan perfüzyon görüntülemesi doğrudan karşılaştırılmaz. Relatif olarak ve referans olarak kabul bir bölge ile elde olunan oransal değerler ile karşılaştırma mümkün olabilmektedir(48-50). rCBV (relative cerebral brain volume) sıklıkla malign glial tümörlerin tanı ve radyolojik evrelemesinde kullanılmaktadır. İskemi değerlendirilmesinde ise tüm parametreler kullanılmakta olup enfarkt ile penumbra ayrımı yapılmaktadır. Enfarkte dokuda rCBV, rCBF değerlerinde azalma, MTT de uzama görülürken, penumbra alanında rCBF'de azalma, MTT ' de uzama olup rCBV korunmaktadır(51).

DDA perfüzyon incelemesinin temel limitasyonlarından biri duyarlılık etkisinden yararlanıldığı için görüntüleme alanında duyarlılık etkisine yol açabilecek kan ürünleri, kalsiyum, metal veya orta ve anterior kranial fossada olduğu gibi kemik hava ara yüzü olan alanlarda yanlış sonuçlara yol açabilir. Kesit kalınlığı artırılarak bu etki azaltılabilir. Ayrıca kan beyin bariyerinin bozulduğu alanlarda rCBV ölçümleri yanıltıcı olabilir(52).

2.5.3 Arterial spin labeling (ASL) Perfüzyon

Bu teknik noninvaziv olup endojen kontrast madde kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Arteriyel kan içerisindeki suyun hidrojen atomları kullanılmaktadır. Görüntüleme alanına girmeden radyofrekans dalgaları ile su molekülleri işaretlenmektedir. Beyin görüntülemeye sıklıkla boyun bölgesinde işaretleme gerçekleştirilir. İşaretlenmiş hidrojen atomları kapiller yatağa, sonrasında da ekstrasellüler kompartmana geçmektedir. İşaretlenmiş kan görüntüleme alanına ulaştıktan sonra görüntüleme yapılır(Şekil 8). Elde edilen görüntü kontrol görüntüsünden çıkarılarak sinyal farklılığı ile ASL perfüzyon görüntüleme, serebral kan akımı(CBF) haritası elde olunur. İşaretlenmiş hidrojen atomunun görüntü alanına ulaşması için belli bir zaman geçmesi gerekmektedir. Bu süre "Arteriyel transit time" (ATT) olarak adlandırılmakta olup görüntü alım zamanı, inversiyon zamanı (TI, inversion time, postlabelling delay) buna göre belirlenmelidir. TI seçilen ASL tekniğine, manyetik alan gücüne ve hastanın beklenen akım hızına göre değişmektedir. Temel olarak arteriyel transit zamanı olarak adlandırılan işaretli hidrojen atomunun hedef dokuya ulaşma süresi ve işaretli kanın-dokunun T1 relaksasyon süresine bağlıdır. Bu sürenin kısa seçilmesi görüntüleme alanına ulaşmadan görüntü elde edilmesine sebep olurken, uzun seçilmesi durumunda longitudinal relaksasyon sonrası spinlerin normal haline geri dönmesine sebep olur. Her iki durumda sinyal gürültü oranında (SNR, signal noise ratio) kayba neden olmaktadır(49, 53).



Şekil 8.ASL perfüzyon incelemede görüntü oluşturma basamakları

İşaretleme yöntemine göre 4 tip ASL yöntemi mevcuttur.

1. Tek puls ile işaretleme (puls labeling, PASL)
2. Sürekli işaretleme (continuous ASL, CASL)
3. Yalancı sürekli işaretleme (pseudocontinuous ASL, pCASL)
4. Hız seçici ASL(velocity selective ASL, VS-ASL)

CASL ilk tanımlanan işaretleme metodu olup boyun bölgesinde ince bir kesit alanında 2-4 sn süre ile sürekli RF sinyali gönderilerek elde olunur. Yüksek SNR oranına sahip olmak ile birlikte klinik kullanımı cihaz donanımı nedeniyle kısıtlıdır. PCASL de ise kısa aralıklarla ardışık işaretleme yapılarak elde olunur. MR cihazında ekstra donanım ihtiyacı duymamakta olup SAR(Specific absorption rate) değeri daha düşüktür.

PASL yönteminde geniş bir işaretleme zonunda kısa süreli RF pulsu gönderilerek işaretleme yapılır. SAR değeri CASL ve PCASL yöntemlerine kıyasla düşük olmak ile birlikte SNR da düşüktür. Ancak günlük klinik pratikte en sık kullanılan yöntemdir(54,55).Sıklıkla EPISTAR(Eko planar görüntüleme ve alternatif radyofrekans yöntemi ile sinyal hedefleme)olarak adlandırılan yöntem ile etiketlenmiş görüntü için görüntüleme alanının inferioruna, kontrol görüntü elde etmek için kesit süperioruna inversiyon pulsu uygulanmaktadır(56, 57).

VS-ASL rutin pratikte kullanılmayan bir yöntem olup görüntü alınan kesit dahil her yerden arteriyel spinler işaretlenir ve satüre olmayan spinlerden sinyal alınarak perfüzyon haritası oluşturulur. Dolayısıyla ATT'den bağımsızdır (58).

ASL perfüzyon incelemesi hareket artefaktlarına oldukça duyarlıdır. Bu nedenle hızlı görüntüleme ile daha iyi bir SNR sağlayacağından EPI sekansı tercih edilir. Ayrıca yeni 3D gradient ve spin eko ağırlıklı bir sekans olan GRASE sekansında avantaj sağladığı gösterilmiştir. Görüntülemenin ortalama 4-5 dakikada tamamlanması önerilir. Görüntüleme sonrasında çeşitli uygulamalar ile hareket artefaktları azaltılabilir. Manyetik alan gücü artıkça görüntü kalitesi, SNR artmaktadır. Zayıf ve yavaş akımı olan yaşlı hastalarda daha belirgin izlenen bu etki nedeniyle 3T tercih edilmelidir. İşaretleme planı metal, dental dolgu veya hava gibi duyarlılık artefaktlarına neden olacak alanlardan uzak olarak seçilmelidir. 3D görüntüleme 2D multikesit görüntülemeye göre PLD zamanı sabit olması ve yüksek SNR nedeniyle üstündür. PLD zamanı hasta hemodinamisine göre değişmek ile birlikte yenidoğanda 2,000 msn, çocukta 1,500

msn, 70yaş altı erişkinde 1,800 msn,70 üstü erişkinde 2,000 msn olarak ayarlanması önerilmektedir(53, 59).

ASL perfüzyon yönteminin temel avantajları dışarıdan kontrast madde verilmesine ihtiyaç duyulmayıp noninvaziv olması, arteriyel giriş fraksiyonuna bağımlı olmayıp kantitatif CBF değerlerini vermesi, tekrarlanabilir olması, kan beyin bariyeri değişikliklerine daha az duyarlı olmasıdır. Temel dezavantajı ise etiketlenmiş ve kontrol görüntü arasında sinyal farkının az olması nedeniyle SNR'nin düşük olması, işaretlenen kan T1 zamanının kısaltılması nedeniyle görüntüleme zamanının tam ayarlanamayıp CBF değerlendirmede yanıltıcı sonuçlara neden olabilmektedir. Özellikle iskemik dokuda uzamış transit zamanı nedeniyle bu etki belirginleşmektedir(60). Günümüzde iskemi değerlendirmede kullanılabilmekte olup diğer metabolik durumlar ve tümör değerlendirme de kullanımı ve standartizasyonu için çalışmalar devam etmektedir.

2.6 İskemi ve radyolojik görüntüleme

Beyin dokusunda normal kan akımı 60-100 ml/100 gr doku/dk olup kan akımı 20 ml/100 gr doku/dk altına düşünce disfonksiyon gelişir. 10-12 ml/100 gr doku/dk altına düşünce enfarkt meydana gelmektedir. Kan akımı azalan alanda santralde geri döndürülemez nekrotik alan oluşurken bu alan periferinde öncelikle foksiyonu azalmış ancak canlı doku bulunmaktadır. Bu alan penumbra olarak tanımlanmakta olup, kurtarılabılır iskemik doku alanıdır. Bu alanın tespiti önemlidir. Enfarkte kor dokuda sitotoksik ödem gelişmekte olup bu DWI MR ile kolaylıkla tanınır. Sitotoksik ödem alanında difüzyon kısıtlanması, düşük ADC

değerleri görülmekte olup bu alan geri döndürülemez dokudur. Bu alan çevresindeki penumbra bölgesi tedavide hedef alan olup tedaviye bu dokunun varlığına göre karar verilmektedir. Dolayısıyla radyolojik olarak bu dokunun gösterilmesi önemlidir. İskemik dokuda azalan kan akımını(CBF'de azalma) tolere etmek için mikrovasküler yatakta arteriyel alanda vazodilatasyon gelişmektedir. Bu o bölgede kan göllenmesine (CBV'de artış) yol açarken, kanın hedef dokudan uzaklaşmasını geciktirmektedir (MTT'de uzama). Dolayısıyla DWI ve perfüzyon arasındaki uyumsuzluk bize penumbra dokusunu göstermektedir (61-63).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Çalışma tasarımı ve kapsamı

Çalışma prospektif olarak tasarlanmış olup Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu 10.09.2018 tarihli, 592 sayılı onayı almıştır. Çalışmaya Temmuz 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalına başvurarak intrakraniyal anevrizma tanısı alan veya tanı ile başvurup multidisipliner nörolojik bilimler konsey kararı ile endovasküler akım çevirici stent ile anevrizma tedavisi planlanan olgular dahil edilmiştir. Çalışmaya hasta alımına halen devam edilmektedir. Hastaların öncelikle tanısal DSA görüntülemeleri yapılmış, sonrasında tedavi planlanmıştır. Tüm hastaların tedavi sırasında anjiyografik görüntüleri mevcuttur. Hastalar rutin olarak tedavi sonrası 6. ayda anjiyografi kontrolüne çağırılmaktadır. Çalışma protokolü dahilinde hastalarda işlem öncesi, işlem sonrası erken dönem (ilk 1 hafta), işlem sonrası geç dönem (6. Ay) olmak üzere perfüzyon ağırlıklı görüntülemeyi de içeren MR incelemesi yapılmış olup, geç dönem MRG kontrolleri halen devam etmektedir.

Hastalar çalışmaya dahil edilmeden önce MRG kontrendikasyonları ve böbrek fonksiyonları açısından değerlendirilmiş, uyumsuz olan olgular çalışmaya dahil edilmemiştir.

İşlem öncesi tüm hastalara dual antiplatelet tedavi başlanmıştır. Tedaviden en az 7 gün önce 300-600 mgr yükleme dozu, ardından işleme kadar 75 mgr/gün klopidoğrel başlanmıştır. İşlemden 2 gün önce 100 mgr/gün aspirin başlanmıştır.

Klopidogrel tedavisine işlem sonrası 75 mgr/gün dozunda 12 ay devam edilmesi, aspirin tedavisine ise 100 mgr/gün dozunda ömür boyu devam edilmesi önerilmiştir.

3.2 MR Görüntüleme Tekniği

Tüm olgularda rutin beyin MR incelemesine ek olarak ‘time of flight’ (TOF) 3D MRA, DDK perfüzyon MRG ve pASL kontrastsız perfüzyon görüntüleme gerçekleştirilmiştir.

Tüm MRG görüntüleri 3T manyetik alan gücündeki cihazda (Siemens Magnetom Verio, Erlangen, Almanya) standart 8 kanallı kafa sargıları kullanılarak supin pozisyonda elde olunmuştur.

Tüm hastalara rutin beyin görüntülemelerde aksiyel plan T2(turbo spine eko), aksiyel plan yağ baskılı kontrast öncesi ve sonrası T1 ağırlıklı görüntüler, difüzyon ağırlıklı görüntüleme (b:0-1000 s/mm²) gerçekleştirilmiştir. Difüzyon ağırlıklı görüntülemeye karşılık gelen ADC haritaları (apparent diffusion coefficient, görünür difüzyon katsayısı) oluşturulmuştur.

Tüm olgularda DDK ve pASL olmak üzere iki perfüzyon metodu birlikte uygulanmış olup parametreler ekte sunulmaktadır (Tablo 1). Perfüzyon görüntülemelerde kullanılan kesit konumlamaları, rutin beyin MRG de alınan aksiyel T2 ağırlıklı görüntülerden kopyalanmıştır.

pASL görüntülemelerde kanın etiketlendiği ve etiketlenmediği her voksel için 101 Eko-PlanarGörüntüleme (EPI) serisinden meydana gelmektedir. ASL perfüzyon

MR inceleme süresi 4 dk 22 sn'dir. pASL ise, 6,0 mm kesit kalınlığı, 0,75 mm kesit aralığı, TR/TE/TI1/TI2: 2500/11/600/1500 ms, FA: 90°, matriks 64x64 ve FOV 192x192 mm parametreleri ile elde olunmuştur.

DDA perfüzyon incelemesinde antekübital fossada intravenöz damar yolundan, MR uyumlu otomatik enjektör yardımıyla 0,1 mmol/kg dozunda ve 5 ml/sn enjeksiyon hızıyla Gadoterik asit (Dotarem®, Guerbet) bolusu ve ardından yine aynı enjeksiyon hızı ile 15 cc serum fizyolojik verilmiştir. T2* relaksasyon zamanındaki değişimleri gözlemleyebilmek için kontrast öncesi, sırası ve sonrasında, her vokselle için 60 seriden oluşan EPI sekansı ile seri görüntüler elde edilmiştir. Kontrastlı duyarlılık ağırlıklı perfüzyon görüntüleme için tetkik süresi 1 dakika 38 saniye olup bu sürede 5,0 mm kesit kalınlığı, 0,75 mm kesit aralığında, TR/TE:1500/30 ms, FA:90°, matriks 128x128 mm, vokselle boyutu 1,8x1,8x3,0 mm parametreleri ile elde olmuştur.

Tablo 1. Perfüzyon görüntüleme teknik parametreleri

	DDK perfüzyon	pASL
Süre	1 dk 38 sn	4 dk 22 sn
Sekans	EPI	EPI
FOV	230x230 mm	192x192 mm
TRxTE (msn)	1500/30 msn	2500/11 msn
FA (flip angle)	90°	90°
Kesit kalınlığı	5 mm	6 mm
Matriks	128x128	64x64

3.3 Görüntülerin değerlendirilmesi

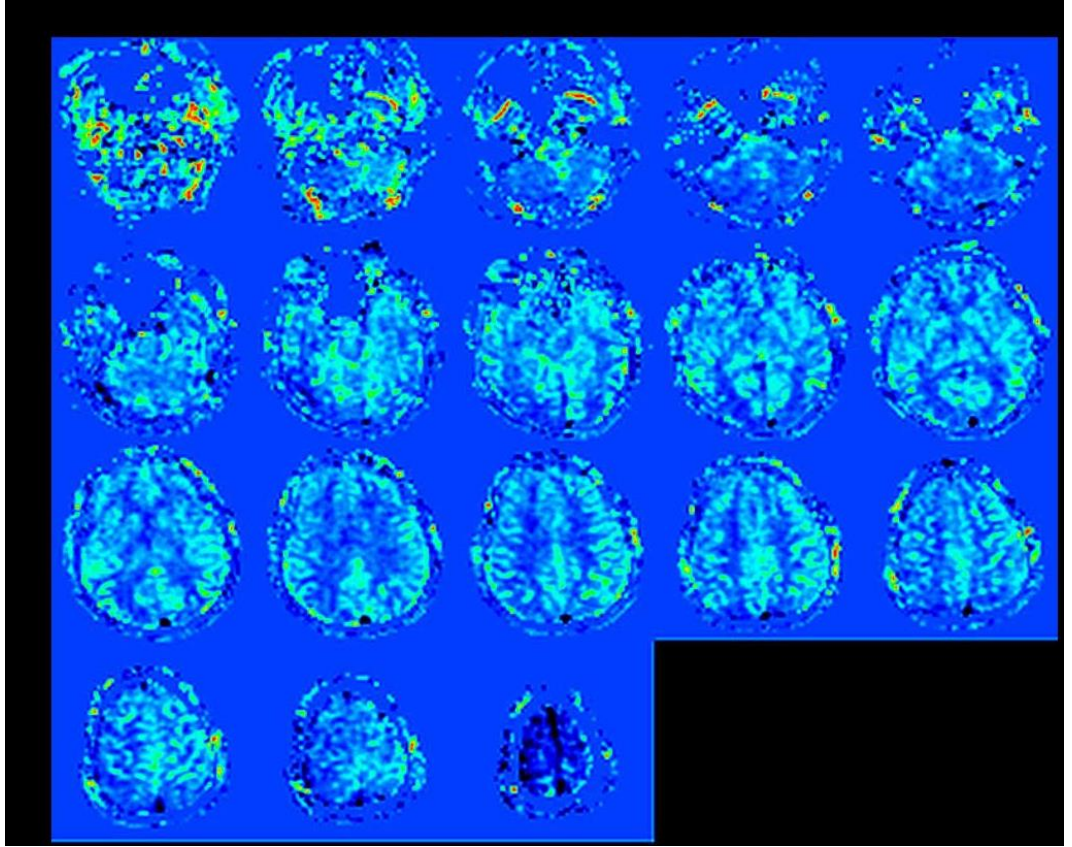
MR görüntülemenin tamamlanmasının ardından görüntü setleri ana çalışma istasyonuna aktarılmıştır. Rutin seri, difüzyon ve MR anjiografinin değerlendirilmesinin ardından perfüzyon verilerinin işlenmesi aşamasına geçilmiştir. Veri işlenmesi üretici firmanın temin ettiği yazılım programı (Siemens Satellite Consol, Syngo MR B17, Siemens, Almanya) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

pASL görüntüleri yazılım programı tarafından otomatik olarak oluşturulan renkli CBF haritaları ile değerlendirilmiştir(Şekil 9). Oluşturulan perfüzyon haritaları öncelikle kalitatif amaçla görsel olarak değerlendirilmiştir. Ardından tüm vasküler sulama alanlarından, her iki serebral hemisferden simetrik belirlenen standart lokalizasyonlardan ve standart boyutlarda "region of interest(ROI)" ile kantitatif ölçüm yapılmıştır. Ölçümler derin beyaz cevherden yapılmış olup korteksten uzak alanlar tercih edilmiştir. Böylelikle tüm sulama alanlarından serebral kan akımı değerleri elde olunmuştur. Stent yerleştirilen parent arterin sulama alanından elde olunan akım değerlerinden simetrik sulama alanları arasındaki farkın toplamına oranının yüz ile çarpımı ile 'Asimetri indeksi' (AI) hesaplanmıştır.

$$\text{Asimetri indeksi} = [(Sağ-sol)/(Sağ+sol)]*100$$

Bunun dışında, stent yerleştirilen parent arter distal lokalizasyonundan yapılan ölçümler de kaydedilerek, simetrik hemisferden elde olunan ölçüm ile

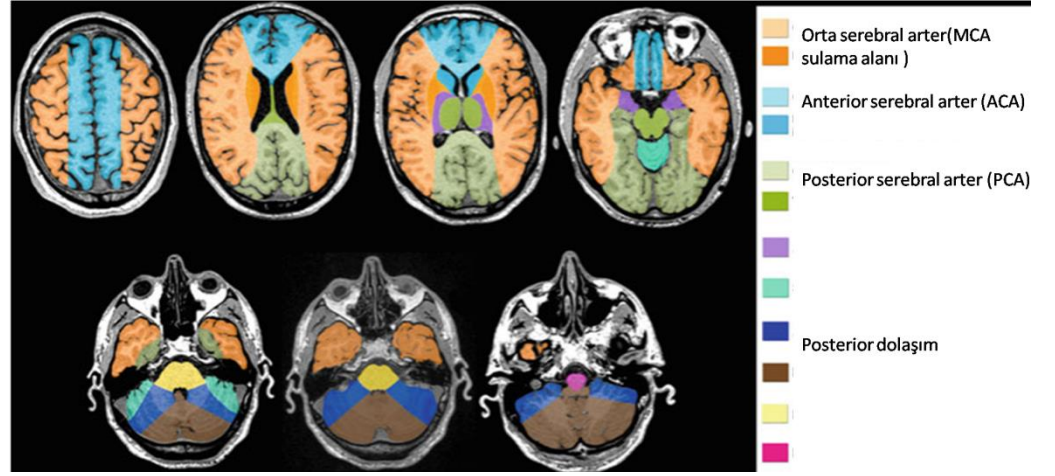
oranlanmıştır. Difüzyon ağırlıklı görüntülemeye kısıtlama tespit edilen olgularda, karşılık gelen sulama alanlarından ayrıca ölçüm yapılmıştır.



Şekil 9. Otomatik olarak oluşturulan renkli pASL CBF haritası

Sulama alanları (Şekil 10)

- Anterior serebral arter sulama alanı(ACA)
- Orta serebral arter sulama alanı(MCA)
- Posterior serebral arter sulama alanı(PCA)
- Anterior (ACA-MCA arası)–posterior(MCA-PCA arası) ve internal sınır sahadır(64).



Şekil 10. Vasküler sulama alanları

(Referans 65'den değiştirilerek alınmıştır.)

DDA perfüzyon görüntülemesi aynı çalışma istasyonunda işlenmiştir. Perfüzyon yazılım programı ile arteriyel girdi işlevi kontrast madde enjeksiyonu sonrası elde edilmesinin ardından otomatik olarak rCBF, rCBV, MTT ve TTP haritaları elde olunmuştur. Elde olunan tüm haritalar öncelikle kalitatif olarak görsel değerlendirilmiştir. Ardından tüm haritalardan her iki serebral hemisferden tüm vasküler sulama alanlarından, sınır sahadan simetrik, aynı boyutta ROI yardımıyla kantitatif ölçümler yapılmıştır. Ortalama değerler kaydedilmiştir. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme kısıtlama tespiti edilen olgularda, karşılık gelen sulama alanlarından ayrıca ölçüm yapılmıştır.

3.4 Verilerin analizi

Çalışmadan elde olunan veriler SPSS 21.0 paket programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve istatistiksel analizlerin tümü bu program yardımıyla

gerçekleştirilmiştir. Aynı hastanın endovasküler tedavi öncesi ve sonrası elde olunan perfüzyon değişimi WilcoxonMatchedPairSignedRank Testi kullanılarak yapılmıştır. $P<0.05$ anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Ayrıca Spearman rho kat sayısı kullanılarak DDA perfüzyon incelemesinden elde olunan rCBF, rCBV, MTT ve TTP değerleri ile ASL CBF değeri arasında korelasyon araştırılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmaya 4 erkek, 7 kadın olmak üzere toplam 11 hastaya ait, 14 anevrizma olgusudâhil edilmiştir. Hastaların yaşları 28-70 arasında değişmekte olup yaş ortalaması 51 idi. 11 hastanın tedavi öncesi ve tedavi sonrası erken dönem MR görüntülemesi mevcut olup istatistiksel analiz bu 11 hasta ile yapılmıştır. Hastaların geç dönem(6.ay) kontrol MRG ve anjiyografi görüntüleme çalışmaları devam etmekte olup 6. ay veri analizi bu aşamada yapılmamıştır. İstatistiksel olarak çalışmaya dahil edilen 14 anevrizma olgusunun tümü ön dolaşım kaynaklı olup, 2 tanesi orta serebral arter yerleşimli, 5 tanesi anterior serebral arter, 7 tanesi İKA yerleşimlidir. Anevrizmalardan 7 tanesi ‘Pipeline’, 7 tanesi ‘FRED’ akım çevirici uygulaması ile tedavi edilmiştir(Tablo 2).

Çalışmaya dahil edilen tüm olguların her bir perfüzyon parametresine simetrik hemisfer ile hesaplanan bağıl oran ve asimetri indeks (AI) değerlerinin endovasküler tedavi öncesi ve sonrası değerleri arasında farklılık olup olmadığı Wilcoxon Matched Pair Signed Rank testi ile analiz edilmiştir. Tablo 3’de kişilerin ilk ve son ölçümlerine ait ortalama, standart sapma, en küçük ve enbüyük değer gibi tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. 11 kişiye ait perfüzyon indeksi oranı ve asimetrik indeks değerlerinin dağılımı iki grupta da benzer bulunmuş olup, istatistiksel anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır($p>0.05$).

Tablo 2. Çalışma popülasyonu, anevrizma tipi ve tedavi özellikler

	Yaş	Cinsiyet	Lokalizasyon	Tip	Boyut	Akım çevirici
1	70	E	Sol MCA bifurkasyon	Sakküler	3,5 mm	Pipeline
2	68	K	Sol ACA A2	Sakküler	3 mm	Pipeline
3	58	K	Sol İCA C4 , Sol ACA A2	Sakküler	2 mm 4 mm	Pipeline
4	28	K	Sağ İCA C6	Sakküler	4 mm	Pipeline
5	53	E	Sağ MCA	Sakküler	5 mm	FRED
6	47	E	SOL İCA C6	Sakküler 2 adet	6 mm ve 2,5 mm	Pipeline
7	35	K	Sağ ACA A2	Sakküler	1,5 mm	FRED
8	32	K	Sol ACA A2	Fusiform	2,5 mm	FRED
9	53	E	Sağ İCA C6	Sakküler	2 mm	FRED
10	63	K	Sol ACA A2	Sakküler 2 adet	2,5 mm ve 2 mm	FRED
11	57	K	Sol İCA C6	Sakküler 2 adet	2 mm ve 3 mm	Pipeline

İCA: İnternal karotid arter, MCA: Orta serebral arter, ACA:Anterior serebral arter, E:erkek, K:kadın

Tablo 3. Değişkenlere ait Wilcoxon test sonuçları.

	$\bar{X} \pm SD$	Minimum	Maksimum	p
pre_f_r	1.0452 $\pm$ 0.06	0.96	1.16	0.347
post_f_r	1.0271 $\pm$ 0.04	0.96	1.09	
pre_asl_r	1.0284 $\pm$ 0.05	0.94	1.09	0.583
post_asl_r	1.0155 $\pm$ 0.05	0.93	1.12	
pre_ttp_r	0.9979 $\pm$ 0.01	0.98	1.00	0.465
post_ttp_r	0.9990 $\pm$ 0.001	1.00	1.00	
pre_v_r	0.9937 $\pm$ 0.02	0.93	1.02	0.695
post_v_r	0.9948 $\pm$ 0.03	0.91	1.03	
pre_mtt_r	0.9858 $\pm$ 0.05	0.94	1.08	0.754
post_mtt_r	0.9923 $\pm$ 0.06	0.92	1.13	
pre_f_a1	2.3187 $\pm$ 2.57	-2.18	7.22	0.695
post_f_a1	2.1820 $\pm$ 1.21	0.46	4.11	
pre_asl_a1	2.3926 $\pm$ 1.17	0.63	4.50	0.530
post_asl_a1	2.0586 $\pm$ 1.59	0.41	5.65	
pre_ttp_a1	0.1061 $\pm$ 0.25	0.00	0.87	0.465
post_ttp_a1	0.0512 $\pm$ 0.09	0.00	0.22	
pre_mtt_a1	1.9782 $\pm$ 1.12	0.00	4.04	0.814
post_mtt_a1	2.0840 $\pm$ 1.77	0.27	6.25	
pre_v_a1	0.8185 $\pm$ 0.87	0.11	3.39	0.347
post_v_a1	1.0121 $\pm$ 1.19	0.16	4.70	

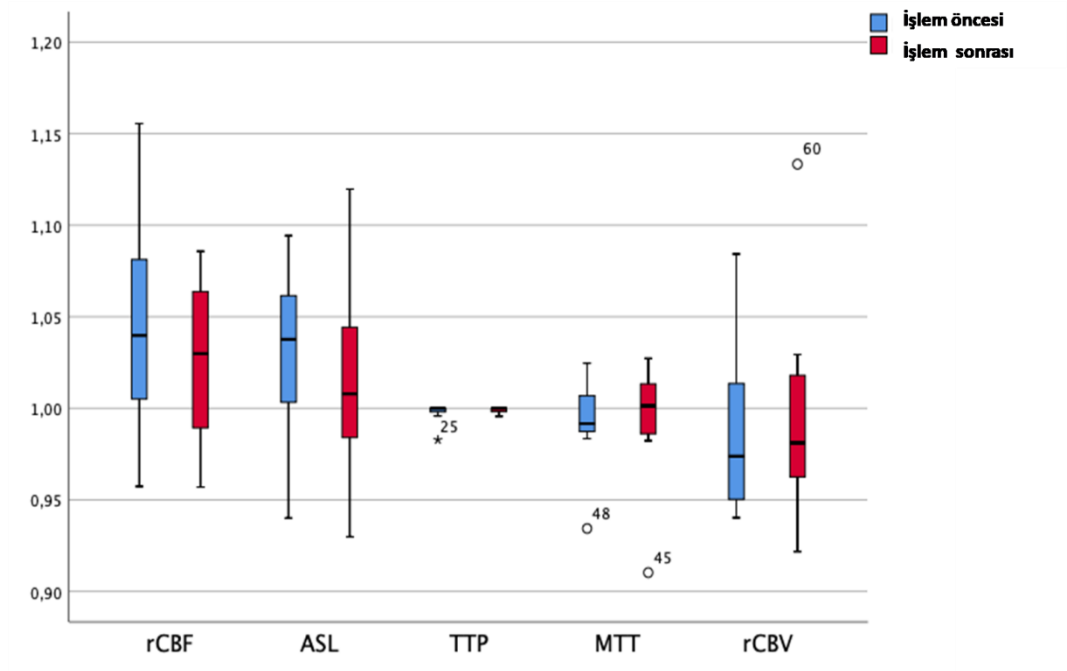
̄x: Ortalama; SD: Standart sapma; n:11

f :CBF, v: CBV değerlerine karşılık gelmekte olup r bağıl oran, a1 ise asimetri indeks değerlerini göstermektedir. Pre ile işlem öncesi değerleri, post ile işlem sonrası erken dönem değerleri göstermektedir.

Tedavi öncesi ve sonrası perfüzyon parametre oranlarının değişiminin grafiksel gösterimi grafik 1 ve 2 de verilmiştir. 5 parametreye ait değişimler de benzer dağılım göstermektedir. rCBF değerleri ve ASL CBF değerleri tedavi öncesi grupta daha büyük olarak bulunmuştur. TTP değerlerinde işlem öncesi ve sonrasında ortancadan büyük değer olmadığı ve iki grupta oranların benzerlik gösterdiği görülmektedir. rCBV değerlerinin tedavi sonrası grupta dağılımının

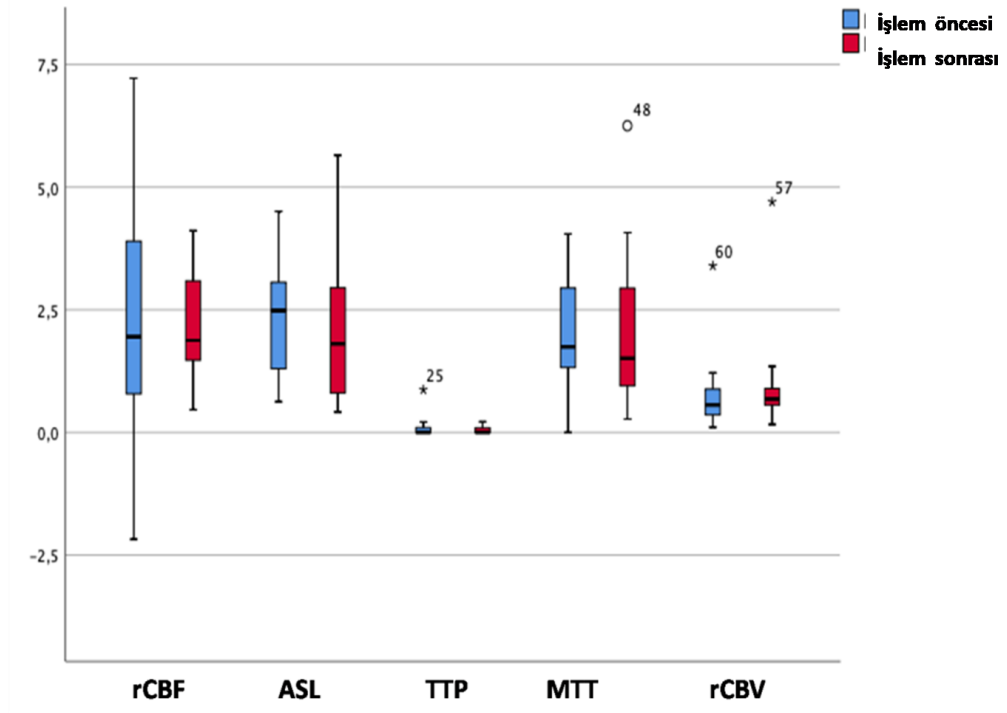
biraz daha arttığı görülmektedir. Son parametre olan MTT için ise tedavi öncesi grubunda sonrası gruba göre daha büyük değerlerin olduğu görülmektedir.

Grafik 1. Tedavi öncesi ve sonrası perfüzyon parametre oranları



rCBF: relatif serebral kan akımı, ASL: Arteriyel spin labeling, TTP: en yüksek konsantrasyona ulaşım zamanı, MTT: Ortalama geçiş zamanı, rCBV: Relatif serebral kan volümü

Grafik 2. Tedavi öncesi ve sonrası perfüzyon asimetri indeksi



rCBF: relatif serebral kan akımı, ASL: Arteriyel spin labeling, TTP: en yüksek konsantrasyona ulaşım zamanı, MTT: Ortalama geçiş zamanı, rCBV: Relatif serebral kan volümü

Tablo 4’de çalışmada bulunan parametrelerin kendi aralarındaki korelasyon derecesini bulmak için Spearman rho kat sayısı kullanılmıştır. Bu katsayılara göre DDK görüntü setinden elde olunan rCBF değişkeninin, ASL ve MTT değişkenleri ile arasında istatistiksel anlamlı korelasyon olduğu bulunmuştur. ASL değişkeni yine MTT ve rCBV değişkeni ile istatistiksel anlamalı korelasyona sahiptir. Son olarak MTT ile rCBV değişkenleri arasında anlamlı korelasyon vardır($p<0.05$). Anlamlı bulunan korelasyonlar içerisinde ASL CBF ve DDK rCBF pozitif yönlü orta şiddette korelasyona sahiptir(0.478). MTT ve DDK rCBF arasında negatif yönlü orta şiddette korelasyon vardır(-0.556). ASL CBF değişkeni ile MTT

arasında negatif yönlü yüksek korelasyon bulunurken (-0.656), rCBV ile pozitif yönlü orta şiddetli korelasyon bulunmuştur (0.411). Son olarak da rCBV ve MTT arasında negatif yönlü orta şiddette bir korelasyon bulunmuştur (-0.490).

Tablo 4. Değişkenler arası korelasyon

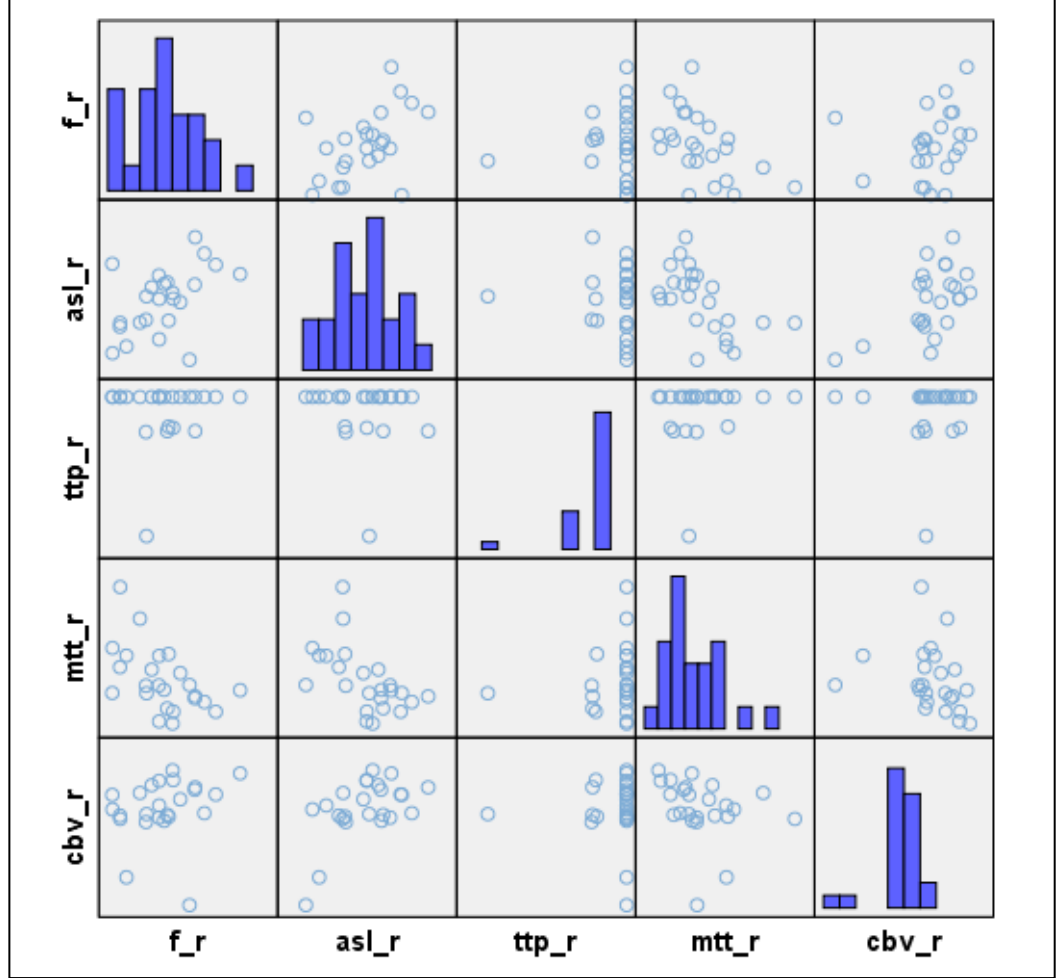
Değişkenler	1	2	3	4	5
1. DSC_CBF	-				
2. ASL	.478*	-			
3. MTT	-.556**	-.656**	-		
4. TTP	-.055	-.129	.226	-	
5. CBV	.357	.411*	-.490*	.098	-

*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$

Perfüzyon indeksi oranlarına ait değerlerin saçılımı Grafik 1’de verilmiştir. TTP değerlerinin diğer değerlerle saçılımına bakıldığında olguların genel olarak benzer değerlere sahip olduğu görülmektedir. Kişilerin TTP ve diğer oranları genel olarak en yüksek değerlerde yoğunluk göstermektedir. Diğer oranlar ise kişilerde farklılıklar göstermiştir, saçılım grafikleri dağınık şekilde bulunmuştur(Grafik 3).

DWI görüntülemeye toplam 11 olgunun 6’sında işlem uygulanan tarafta, 1 tanesinde her iki serebral hemisferde ağırlıklı kortikal yerleşimli olmak üzere noktasal iskemik süreç ile uyumlu difüzyon kısıtlama odakları mevcuttur. Kortikal yerleşim nedeniyle duyarlılık düşük olmak ile birlikte bu alanlarda görsel değerlendirmede perfüzyon değişikliği saptanmamıştır

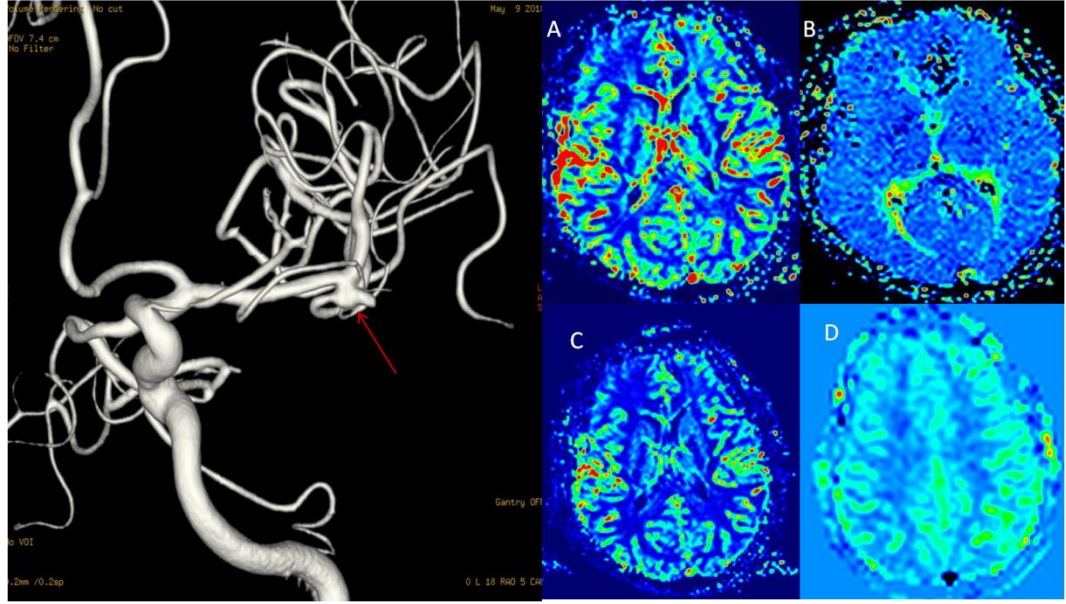
Grafik 3.Oranlara ait saçılım grafiği



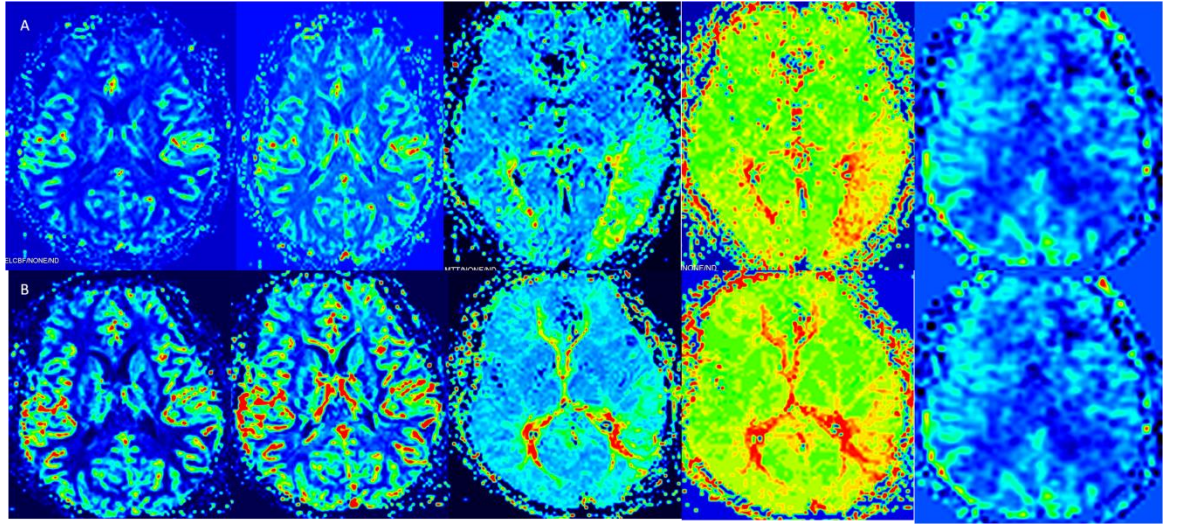
f_r: Ortalama serebral kan akımı, r:oran, ASL: Arteriyel spin labeling, TTP: en yüksek konsantrasyona ulaşım zamanı, MTT: Ortalama geçiş zamanı, rCBV: Relatif serebral kan volümü

5. OLGU ÖRNEKLERİ

Olgu 1. 70 yaşında erkek hasta, tanısal DSA incelemesinde sol orta serebral arter bifurkasyo düzeyinde 3,5 mm çapında sakküler anevrizma(Resim1) saptanmıştır. Hastanın tedavi öncesi DDK perfüzyon incelemesinden elde olunan CBF, CBV, MTT, TTP ve ASLrenkli haritalarda görsel olarak ve kantitatif olarak simetriğe kıyasla anlamlı perfüzyon parametre değişikliği saptanmamıştır. Hastaya konsey kararı ile akım çevirici stent(‘Pipeline’) ile tedavi kararı verilmiştir. İşlem sonrası erken dönem(ilk 24 saat, Resim 2 A) ve geç dönem(6. Ay, Resim 2 B) elde olunan her iki perfüzyon MRG incelemesinde akım çevirici stent konulan alan distalinde perfüzyon parametrelerinde işlem öncesi ile karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ancak sol temporoparietal bölgede, posterior sınır saha alanında işlem öncesi görüntülemelerde izlenmeyen, görsel ve kantitatif değerlendirmede rCBF, ASL CBF değerlerinde azalma, MTT ve TTP de uzama dikkati çekmiştir. Bilateral karotis stentleme öyküsü bulunan hastada görünüm kronik aterosklerotik damar hastalığı ile ilişkilendirilmiştir(Resim 2). İşlem sonrası erken dönem elde olunan DWI görüntülemelerde sol parietal lobda milimetrik kortikal yerleşimli iki odakta difüzyon kısıtlanması izlenmiştir. Bu alanda perfüzyon MR görüntülemelerde kalitatif ve kantitatif değerlendirmede perfüzyon parametre değişikliği saptanmamıştır.



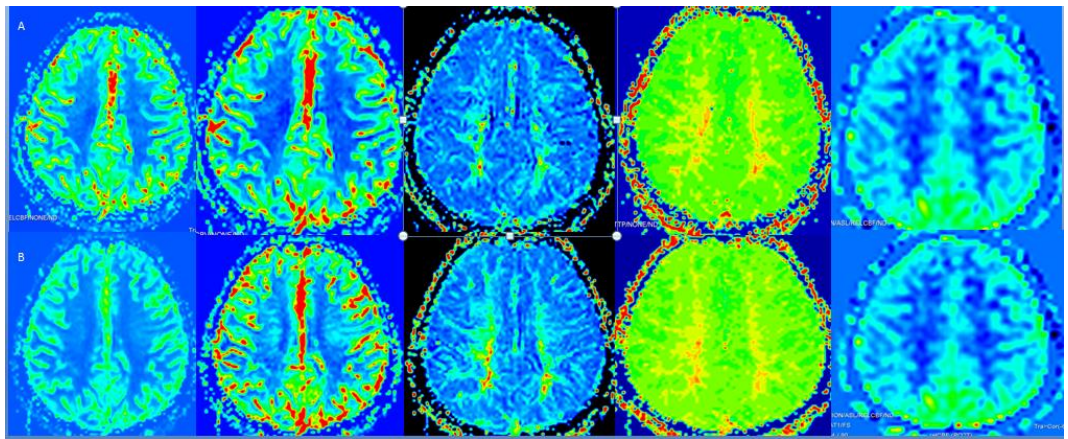
Resim 1.1. olgunun işlem öncesi 3D DSA ile anevrizması ve renkli perfüzyon MR haritaları (A, rCBV; B,MTT; C,rCBF; D,ASL CBF renkli haritaları)



Resim 2.1. olgunun işlem sonrası erken(A) ve geç dönem(B) perfüzyon haritaları, sırasıyla rCBF, CBV, MTT, TTP ve ASL CBF görüntüleri

Olgu 2

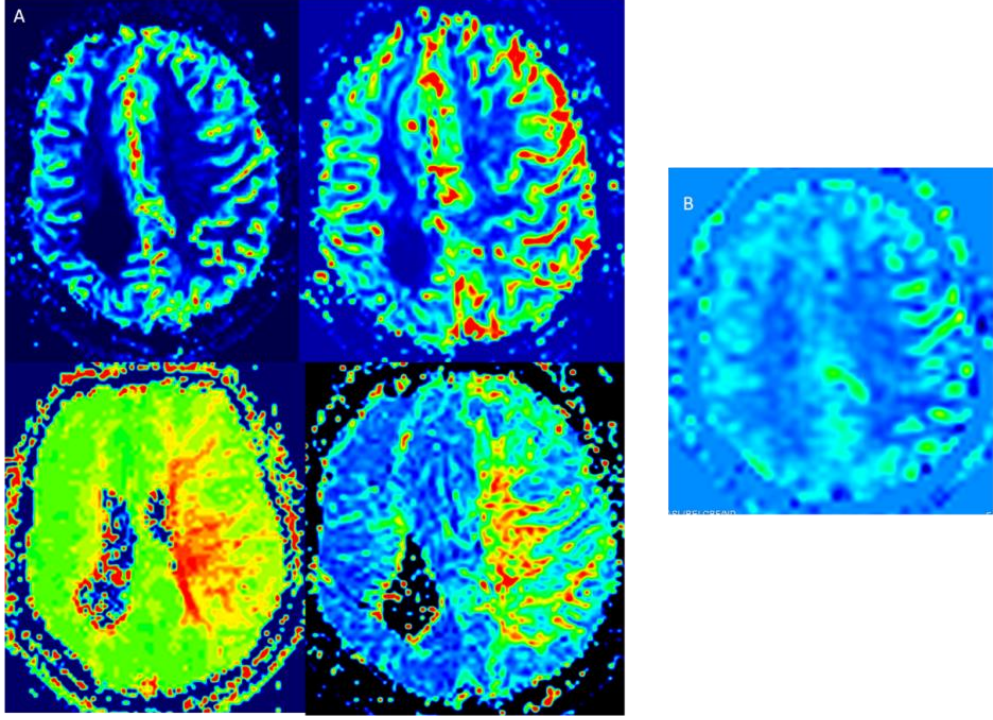
36 yaşında kadın hasta,sağ karotis sistem anjiyografisinde anterior serebral arter A2 segmentinde frontopolar arter ayrışım düzeyinde 1,5 mm çapında sakküler anevrizma izlenmiştir. Hastanın daha önce sol karotis sistemde ve posterior dolaşımda stent yardımcı koil embolizasyon ile tedavi edilen anevrizmaları mevcuttur. Konsey ile hastaya akım çevirici (FRED) uygulanmasına karar verilmiştir. Hastanın tedavi öncesi (resim 3A) ve tedavi sonrası (Resim 3B) elde olunan perfüzyon haritalarında her iki anterior serebral arter sulama alanında perfüzyon parametrelerinde görsel veya kantitatif değerlendirmede fark saptanmamıştır. İşlem sonrası DWI görüntülemesinde verteks düzleminde sol frontalde milimetrik bir odakta kortikal yerleşimli difüzyon kısıtlanması mevcut olmak ile birlikte bu alanda perfüzyon değişikliği saptanmamıştır.



Resim 3. İkinci olgunun tedavi öncesi (A) ve sonrası(B) sırasıyla rCBF, rCBV, MTT, TTP ve ASL CBF renkli perfüzyon haritaları

Olgu 3

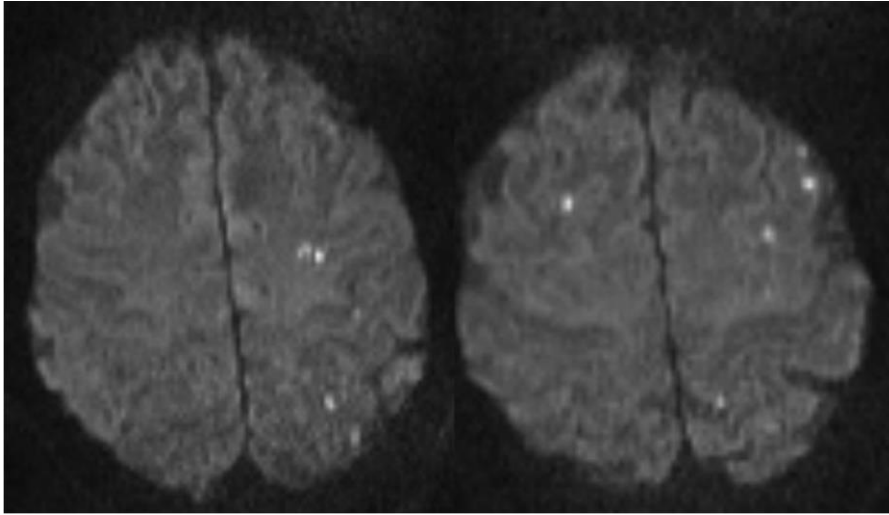
46 yaşında kadın hasta, sol internal karotid arter komünikan segmentte yaklaşık 3 mm çapında anevrizma akım çevirici stent uygulaması ile tedavi edilmiştir. Asemptomatik olan hasta 6. Ay anjiyografi ve MR kontrolü için başvurmuştur. Komünikan segmentteki anevrizmada dolum saptanmamıştır. Sol internal karotid arter servikal segment düşük kalibrede olup akım çevirisi olan segment ileri derecede daralmıştır(ileri derecede stent içi stenoz). İntrakranial dağılım ön komünikan arter aracılığıyla sağ karotis sistemden sağlanmaktadır. DWI görüntülemesinde difüzyon patolojisi saptanmamıştır. Perfüzyon görüntülemesinde sol anterior sulama alanında iskemi ile uyumlu rCBF ve ASL CBF değerlerinde azalma, MTT ve TTP de uzama saptanmıştır. Bu olguda akım çevirici uygulaması sonrası geç dönem stent iç stenoz örneği olgumuz sorgulandığında hastanın kendi inisiyatifi ile antiplatelet medikasyonunu bıraktığı öğrenilmiştir.



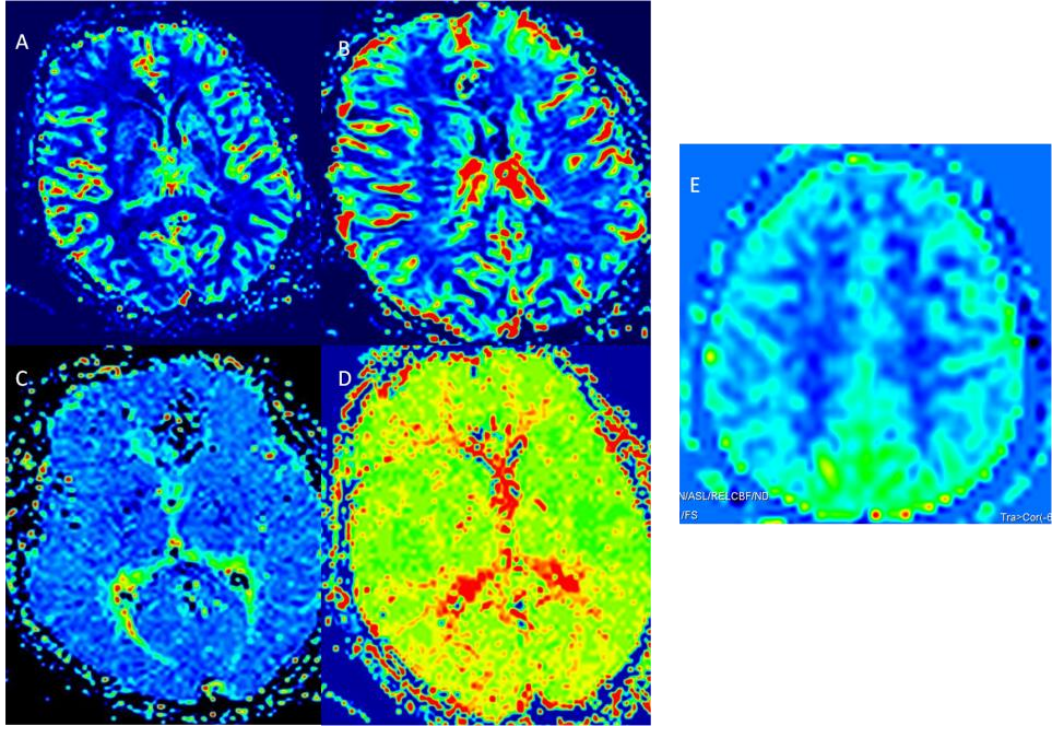
Resim 4. 3. Olgunun renkli perfüzyon haritaları (A, sırasıyla rCBF, rCBV,TTP, MTT) ve ASL CBF (B) perfüzyon MR haritaları

Olgu 4

59 yaşında kadın hasta, sol İKA kavernöz segmentte(C4) 2 mm çapında sakküler anevrizma ve sol anterior serebral arter perikallosal arter ayrışım düzeyinde 4 mm çapında sakküler anevrizmalar aynı seansta ‘Pipeline’ akım çevirici uygulaması ile tedavi edilmiştir. Olgunun işlem sonrası erken dönem elde olunan DWI görüntülemesinde her iki serebral hemisferde ağırlıklı kortikal yerleşimli difüzyon kısıtlama odakları izlenmiştir(Resim5). Her iki perfüzyon yönteminde sol anterior dolaşımı temsilen orta serebral arterden yapılan kantitatif ölçümlerde ve sol anterior serebral arter distal sulama alanından yapılan ölçümlerde ve görsel değerlendirmede anlamlı perfüzyon değişikliği saptanmamıştır(Resim 6).



Resim 5.DWI MR görüntülemesinde her iki serebral hemisferde kortikal yerleşimli noktasal iskemik odaklar



Resim 6. 4. Olgunun perfüzyon MR görüntüleri (A,rCBF; B,rCBV; C,MTT;D, TTP; E,ASL CBF)

6. TARTIŞMA

İntrakraniyal anevrizmalar spontan subaraknoid kanamaların en sık nedeni olup ruptüre-nonruptüre vakalarda günümüzde endovasküler yaklaşım öncelikle tercih edilmektedir. Temel ve en sık kullanılan cerrahi yaklaşım anevrizma boynuna anevrizma klipsi yerleştirilerek anevrizmanın dolaşımdan uzaklaşması sağlamaktadır. Klipslemenin rekürrens oranı düşük, başarı oranı yüksek olmak ile birlikte hastanede kalış süresi uzun olup, mortalitesi yüksektir.

ISAT(international subarachnoid aneurysm trial) verilerine göre ruptüre anevrizmalarda her iki yönteminde kullanılabileceğini, koil ile tedavinin cerrahi yöntemle kıyasla mortalite ve morbitide oranlarının daha düşük olduğunu göstermiştir. Yeniden kanama oranı her iki yöntemde de düşük olmak ile birlikte koil ile embolizasyonda daha yüksek olduğu gösterilmiştir(65-68).

Balon yardımcı koil embolizasyonda parent arterde geçici balon şişirilerek yapılmakta olup bu yöntemde tromboembolik olaylar ve mortalitenin daha yüksek olduğu bildirilmiştir(69). Stent yardımcı koil embolizasyon ruptüre anevrizmalarda da kullanılmakta olup başarı oranı yüksektir(70).

Endovasküler anevrizma tedavi yöntemleri artan sıklıkla kullanılmak ile birlikte tam olmayan oklüzyon veya rekürrens nedeniyle esas sorunu dev, geniş boyunlu, koil embolizasyona uygun olmayan fuziform veya milimetrik boyutlu anevrizmalar oluşturmaktadır. Bizim çalışmamızadâhil olan tüm anevrizmalar 6 mm' den daha küçük boyuttadır. Bu anevrizmaların tedavisi için nispeten yeni bir

yöntem olan akım çevirisi stent ile parent arterden anevrizma lümenine olan akımı modifiye eden sistemler kullanılmaktadır(71).

Akım çevirici stent ile tedavi sonrası yetersiz antiplatelet tedavisine sekonder, işlem esnasında stenttin tam açılmamasına bağlı, yan dal oklüzyonuna bağlı veya stent içi stenoza sekonder iskemik komplikasyonlar görülebilmektedir(72).

Beyinde iskemi görüntüleme ve değerlendirme temel olarak DWI ve perfüzyon MRG ile yapılmaktadır. Perfüzyon MR incelemesi kontrastlı veya kontrastsız olarak elde olunabilen temel kullanım alanı iskemi ve glial tümör gradeleme, intrakraniyal kitle ayırıcı tanısı, tedaviye yanıt değerlendirilmesidir(73, 74).

ASL perfüzyon görüntülemeye egzojen kontrast maddeye gerek olmadan noninvaziv olarak serebral kan akımını göstermekte ve iskemi görüntülemeye kullanılmaktadır. Arteriyel giriş fraksiyonu bilinmediğinden DDK perfüzyonda kantitatif CBF hesaplanamazken, ASL kantitatif değerlendirmeye olanak tanır. Yapılan çalışmalar iskemi değerlendirmede ASL perfüzyonun da etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Akut iskemik değerlendirmede DDK ve ASL yöntemini karşılaştıran çalışmada rCBF değerleri ve ASL arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca ASL değerleri ile DDK inceleme MTT değerlerinde daha yüksek negatif korelasyon olduğunu gösteren çalışmalarda mevcuttur(75-77). Bizim çalışmamızda da oran kullanılarak yapılan Spearman korelasyon analizinde ASL ile en iyi korelasyon DDK inceleme rCBF ile MTT oranları arasında olduğu görülmüştür. Dolayısıyla iskemi değerlendirmede ASL perfüzyon etkin şekilde kullanılabilmektedir.

Akım çevirici stent ile tedavi sonrası stent içi stenoz %33 oranında bildirilmiştir. Stent içi stenoz hafif, orta, ileri (<%25, %25-50, >%50) olarak derecelendirilmekte olup fokal, multifokal, segmental veya diffüz olabilir. Dual antiplatelet tedavi uygulaması stent içi stenoz ve iskemik komplikasyonları önlemektedir. Stent içi stenozlar çoğunlukla asemptomatik olup tedavisinde uygulanan antiplatelet medikasyonunda doz artımına gidilmektedir(37, 72, 78, 79). Literatürde klopidoğrel dirençli olan hastanın aspirin tedavisinin klopidoğrel ile değiştirilmesi sonrası bildirilen geç tromboz vakaları mevcuttur(80). Bizim çalışmamızda da sol internal karotid arter komünikan segmentte akım çevirici stent ile tedavi edilen 3 mm çapında sakküler asemptomatik anevrizma olgusunun 6. Ay kontrolünde stentte belirgin kalibrasyon azalması ve ileri derecede stent içi stenoz olduğu görülmüştür(Olgu 3). İntrakraniyal dolaşımın anterior komünikan arter aracılığıyla sağ karotis sisteminden sağlandığı izlenmiştir. Protokol dahili elde olunan MR görüntülerde, kranial TOF MR anjiyografi incelemesinde sol internal karotid arterin komünikan segmentte belirgin ince kalibrasyonda olup kontur düzensizliği göstermektedir. Distalde akım saptanmamıştır. DWI görüntülemesinde difüzyon kısıtlaması saptanmamıştır. ASL perfüzyon görüntülemesinde sol serebral hemisferde anterior dolaşımda rCBF değerlerinde simetriğine kıyasla belirgin azalma izlenmiştir. DDK perfüzyon incelemesinde de ASL ile korele şekilde rCBF, rCBV değerlerinde azalma ve MTT değerlerinde uzama dikkati çekmiştir. Olgunun işlem sırasında elde olunan anjiyografi görüntüleri normaldir. Hastanın öyküsü sorgulandığında antiplatelet tedavisini

kendi insiyatifi ile bıraktığı öğrenilmiştir.Bu olgu bazında da görüldüğü üzere, DDK ve ASL görüntüleme etkin şekilde iskemik dokuyu göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda koil ile embolizasyon sonrası endovasküler işleme sekonder semptomatik tromboembolik olay sıklığı %2,5-21 olarak bildirilmiştir. Bu oranlar klinik semptomatik olguları temsil etmekte olup, olguların pek çoğunun klinik olarak sessiz olduğu bilinmektedir. Asemptomatik olguları da tanımlayabilmek için DWI ile değerlendirilen gruplarda sıklık %10-69 olarak bildirilmiştir. Çoğunluğu asemptomatik olsa da sessiz enfarktların kognitif bozukluk ve serebrovasküler hastalık için risk faktörü olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Ancak sessiz mikroembolik iskemilerin uzun dönem etkileri için geniş serili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır(81, 82).

Endovasküler tedavi sonrası milimetrik iskemik odaklar lezyon ile ipsilateral, kontralateral tarafta veya bilateral olabilmektedir(olgu 4,bilateral noktasal iskemik odaklar). Bu iskemik odaklara fragil plak formasyonları, yetersiz antikoagülasyon, hava embolisi, kateter kaynaklı pıhtıların neden olduğu düşünülmektedir. Endovasküler işlem sonrası mikroembolilerin hastanın vasküler risk faktörü ile ilişkili olduğunu, balon yardımcı koil embolizasyon risk faktörü olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur(81, 83). Anevrizmanın boyutu, boyun genişliği, işlem sırasında koil materyalinin parent artere uzanımının da riski artırdığını bildiren yayınlar mevcuttur(84).

Bond ve arkadaşlarının yaptığı meta-analiz çalışmasında endovasküler anevrizma tedavisi sonrası DWI pozitifliği %42-56 olarak bulunmuştur. Basit koil

embolizasyon ile balon veya stent yardımcı arasında fark olmadığı gösterilmiştir. Anevrizma lokalizasyonu, boyutu, rüptüre olup olmaması ile ilişkili olmadığı gösterilmiştir. Akım çevirici ile tedavisi sonrası DWI pozitif tromboembolik olay sıklığının daha fazla olduğu gösterilmiştir(Tablo5). Akım çevirici stent ile daha sık görülmesi yüksek dansiteli metalik içeriği ve endolüminal yüzey ile daha geniş temasının olması ile ilişkilendirilmiştir(85). Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak % 64 olguda milimetrik odakta difüzyon kısıtlaması saptanmış olup, tüm olgular asemptomatiktir.

Tablo 5. Bond ve arkadaşlarının yaptığı metaanaliz çalışması sonuçları

	DWI+(%)
Basit coil embolizasyon	45 (33-56)
Stent yardımcı coil embolizasyon	44 (29-60)
Balon yardımcı coil embolizasyon	43 (24-63)
Akım çevirici stent ile tedavi	67 (46-85)

Bifurkasyon anevrizmalarının tedavisinde de akım çevirici stentler etkin olarak kullanılmaktadır. Bifurkasyon lokalizasyonuna yerleştirilen stent materyalinin yan dallarda stenoz ve trombozise neden olabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur.

Salame ve arkadaşlarının yaptığı akım çevirici uygulaması ile tedavi edilen bifurkusyon anevrizmalarında yan dal akım değişimlerinin kollateral desteğe bağlı olduğunu göstermiştir. Yeterli kollateral akım olan alanda yan dalda akım yavaşlamasına sekonder stenoz, oklüzyon gelişebilirken, yalnızca kortikal pial zayıf kollaterali olan alanda yan dal akımının korunduğunu göstermiştir. Bu alanda klinik olarak asemptomatik tedavi takip gerektirmeyen noktasal difüzyon kısıtlama odakları görülebilmektedir. Bu konuda geniş olgu serili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır(86).

Distal yerleşimli anevrizmaların tedavisi de klinik bir sorundur. Parent arter kalibrasyonu ve distal yerleşim endovasküler ulaşımı, koil ile embolizasyonu veya cerrahi yaklaşımı güçleştirmektedir. Cagnozzo ve arkadaşlarının 2018 yılında tek merkezli akım çevirici ile tedavi edilen distal anterior serebral arter anevrizma takibine yönelik yaptıkları çalışma ile akım çevirici stentlerin bu lokalizasyon için etkin bir tedavi yöntemi olduğu gösterilmiş, işleme bağlı iskemik komplikasyonların %13 oranında bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda 5 olgu (hastaların %35'i) distal anterior serebral arter yerleşimli olup işlem sırasında komplikasyon saptanmamıştır. İşlem sonrası ilk 24 saatte alınan kontrol MRG incelemelerinde bu 5 hastanın 4'ünde (%80, toplam difüzyon kısıtlaması gösteren olguların %50' si) herhangi klinik bir semptoma yol açmayan ipsilateral hemisferde ağırlıklı olarak kortikal yerleşimli, milimetrik boyutlu difüzyon kısıtlama odakları saptanmıştır. Bu hasta grubunda perfüzyon MR incelemelerinde, DDK ve ASL perfüzyon parametrelerinde anlamlı değişiklik, iskemi düşündürür görsel veya kantitatif bulgu saptanmamıştır.

Çalışmamız ile elde edilen verilerden akım çevirci stent ile tedavi sonrası her iki perfüzyon metodu ile de doğrulanan erken dönem perfüzyon parametre değişikliği olmamaktadır. Geç dönem değişiklikler için çalışmamız devam etmektedir. Akım çevirici, yerleştirilen segmentte anevrizma içine olan akım dinamiğini değiştirerek anevrizma tedavisi sağlarken, yan dallara olan akım korunmaktadır. Akım çevirici uygulanan damar sulama alanında perfüzyon parametre değişikliği saptanmamıştır. Asemptomatik noktasal iskemik odaklar izlenebilmekle birlikte bu alanlarda perfüzyon değişikliği saptanmamıştır. Literatürde akım çevirici uygulamaları sonrası serebral perfüzyon değişikliklerinin değerlendirilmesine yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle araştırmamız, intrakranial anevrizma tedavisinde giderek artan sıklıkta kullanılan akım çeviricilerin beyin perfüzyonuna etkilerini aydınlatmakta büyük önem taşımaktadır.

Çalışmamızda pASL tekniği kullanılmış, sonuçlar DDK perfüzyon yöntemi ile de karşılaştırılmıştır. pASL yönteminin en temel üstünlüğü kontrast madde kullanımına ihtiyaç duyulmamasıdır. Dolayısıyla noninvaziv bir yöntem olup, kontrast madde kontredikasyonu olan durumlarda da rahatlıkla kullanılabilir. En önemli dezavantajı düşük sinyal gürültü oranına sahip olmasıdır. Çalışmamız ile olgu sayımız yetersiz olmak ile birlikte pASL yöntemi sonuçları DDK sonuçları ile benzer ve korele olarak bulunmuştur. ASL CBF değerleri ile DDK CBF ve MTT değerleri anlamlı korelasyon göstermektedir. Normalize değerler ile korelasyon daha iyi sağlanabilmektedir. pASL tekniği ile yalnızca serebral kan akımının değerlendirilebiliyor olması, özellikle glial kitle evreleme, tedaviye yanıt

değerlendirmede bu tekniğin yaygın kullanımına sınırlamalar getirmek ile birlikte, vasküler lezyon ve iskemi değerlendirmede DDK gibi etkin bir yöntemdir.

Çalışmamızdaki en önemli kısıtlama hasta sayısının yetersiz oluşu, anevrizma lokalizasyonu ve segmentti açısından homojenizasyonun sağlanmamasıdır. Ayrıca yaş grubunun homojenizasyonunun sağlanamaması, eşlik eden aterosklerotik hastalık olması bir diğer kısıtlılığı oluşturmaktadır.

7. SONUÇ

İntrakranial anevrizmaların akım çevirici stent ile tedavi sonrası iskemik komplikasyonların değerlendirilmesinde pASL yöntemi DDA ile benzer şekilde etkin bir yöntemdir. Akım çevirici stent ile tedavi sonrası erken dönemde DDA perfüzyon ve pASL yöntemiyle anlamlı parametre değişiklik saptanmamış olmak ile birlikte erken dönemde asemptomatik noktasal iskemik odaklar bilinen komplikasyondur.

8. KAYNAKLAR

1. Brisman JL, Song JK, Newell DW. Cerebral aneurysms. *New England journal of medicine*. 2006;355(9):928-39.
2. Briganti F, Leone G, Marseglia M, Mariniello G, Caranci F, Brunetti A, et al. Endovascular treatment of cerebral aneurysms using flow-diverter devices: a systematic review. *The neuroradiology journal*. 2015;28(4):365-75.
3. Alderazi YJ, Shastri D, Kass-Hout T, Prestigiacomo CJ, Gandhi CD. Flow diverters for intracranial aneurysms. *Stroke research and treatment*. 2014;2014:415653.
4. Briganti F, Napoli M, Tortora F, Solari D, Bergui M, Boccardi E, et al. Italian multicenter experience with flow-diverter devices for intracranial unruptured aneurysm treatment with periprocedural complications—a retrospective data analysis. *Neuroradiology*. 2012;54(10):1145-52.
5. Van Laar PJ, van der Grond J, Hendrikse J. Brain perfusion territory imaging: methods and clinical applications of selective arterial spin-labeling MR imaging. *Radiology*. 2008;246(2):354-64.
6. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. *Neurosurgery*. 1996;38(3):425-32.
7. Gasparotti R, Liserre R. Intracranial aneurysms. *European radiology*. 2005;15(3):441-7.
8. Keedy A. An overview of intracranial aneurysms. *McGill journal of medicine : MJM : An international forum for the advancement of medical sciences by students*. 2006;9(2):141-6.
9. Zhao J, Lin H, Summers R, Yang M, Cousins BG, Tsui J. Current treatment strategies for intracranial aneurysms: An overview. *Angiology*. 2018;69(1):17-30.
10. Kouskouras C, Charitanti A, Giavroglou C, Foroglou N, Selviaridis P, Kontopoulos V, et al. Intracranial aneurysms: evaluation using CTA and MRA. Correlation with DSA and intraoperative findings. *Neuroradiology*. 2004;46(10):842-50.
11. Morita A, Kirino T, Hashi K, Aoki N, Fukuhara S, Hashimoto N, et al. The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *The New England journal of medicine*. 2012;366(26):2474-82.
12. Toth G, Cerejo R. Intracranial aneurysms: Review of current science and management. *Vascular medicine (London, England)*. 2018;23(3):276-88.
13. Wiebers DO, Investigators ISoUIA. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *The Lancet*. 2003;362(9378):103-10.
14. Byrne JV. *Tutorials in endovascular neurosurgery and interventional neuroradiology*: Springer; Berlin/New York: Springer, 2012;97-107.
15. Guglielmi G, Viñuela F, Duckwiler G, Dion J, Lylyk P, Berenstein A, et al. Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by

electrothrombosis using electrically detachable coils. *Journal of neurosurgery*. 1992;77(4):515-24.

16. Piotin M, Blanc R, Spelle L, Mounayer C, Piantino R, Schmidt PJ, et al. Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms: clinical and angiographic results in 216 consecutive aneurysms. *Stroke*. 2010;41(1):110-5.

17. Sforza DM, Putman CM, Cebal JR. Hemodynamics of cerebral aneurysms. *Annual review of fluid mechanics*. 2009;41:91-107.

18. Ku DN. Blood flow in arteries. *Annual review of fluid mechanics*. 1997;29(1):399-434.

19. Hashimoto T. Dynamic measurement of pressure and flow velocities in glass and silastic model berry aneurysms. *Neurological research*. 1984;6(1-2):22-8.

20. Kadirvel R, Ding Y-H, Dai D, Rezek I, Lewis DA, Kallmes DF. Cellular mechanisms of aneurysm occlusion after treatment with a flow diverter. *Radiology*. 2014;270(2):394-9.

21. Kojima M, Irie K, Fukuda T, Arai F, Hirose Y, Negoro M. The study of flow diversion effects on aneurysm using multiple enterprise stents and two flow diverters. *Asian journal of neurosurgery*. 2012;7(4):159.

22. Szikora I, Turányi E, Marosfoi M. Evolution of flow-diverter endothelialization and thrombus organization in giant fusiform aneurysms after flow diversion: a histopathologic study. *American journal of neuroradiology*. 2015;36(9):1716-20.

23. Wong GK, Kwan MC, Ng RY, Simon C, Poon W. Flow diverters for treatment of intracranial aneurysms: current status and ongoing clinical trials. *Journal of clinical neuroscience*. 2011;18(6):737-40.

24. Zhang Y, Chong W, Qian Y. Investigation of intracranial aneurysm hemodynamics following flow diverter stent treatment. *Medical engineering & physics*. 2013;35(5):608-15.

25. Chong W, Zhang Y, Qian Y, Lai L, Parker G, Mitchell K. Computational hemodynamics analysis of intracranial aneurysms treated with flow diverters: correlation with clinical outcomes. *American journal of neuroradiology*. 2014;35(1):136-42.

26. Möhlenbruch M, Herweh C, Jestaedt L, Stampfl S, Schöenberger S, Ringleb P, et al. The FRED flow-diverter stent for intracranial aneurysms: clinical study to assess safety and efficacy. *American journal of neuroradiology*. 2015;36(6):1155-61.

27. Poncyljusz W, Sagan L, Safranow K, Rać M. Initial experience with implantation of novel dual layer flow-diverter device FRED. *Videosurgery and other miniinvasive techniques*. 2013;8(3):258.

28. Armoiry X, Paysant M, Hartmann D, Aulagner G, Turjman F. Interest of flow diversion prostheses in the management of unruptured intracranial aneurysms. *International journal of vascular medicine*. 2012;2012:654627.

29. Pierot L. Flow diverter stents in the treatment of intracranial aneurysms: Where are we? *Journal of neuroradiology*. 2011;38(1):40-6.

30. D'urso PI, Lanzino G, Cloft HJ, Kallmes DF. Flow diversion for intracranial aneurysms: a review. *Stroke*. 2011;42(8):2363-8.

31. Lylyk P, Miranda C, Ceratto R, Ferrario A, Scrivano E, Luna HR, et al. Curative endovascular reconstruction of cerebral aneurysms with the Pipeline embolization device the Buenos aires experience. *Neurosurgery*. 2009;64(4):632-43.
32. Bilgin EY, Onal B, Emmez H, Akkan K, Ilgit E, Bilgin E, et al. Endovascular treatment of intracranial anterior circulation aneurysms with flow diverters: A single centre experience with mid-and long-term results. *Turkish neurosurgery*. 2018;28(4):550-556.
33. Rouchaud A, Brinjikji W, Lanzino G, Cloft HJ, Kadirvel R, Kallmes DF. Delayed hemorrhagic complications after flow diversion for intracranial aneurysms: a literature overview. *Neuroradiology*. 2016;58(2):171-7.
34. Brinjikji W, Murad MH, Lanzino G, Cloft HJ, Kallmes DF. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters: a meta-analysis. *Stroke*. 2013;44(2):442-7.
35. Kulcsár Z, Houdart E, Bonafé A, Parker G, Millar J, Goddard A, et al. Intra-aneurysmal thrombosis as a possible cause of delayed aneurysm rupture after flow-diversion treatment. *American journal of neuroradiology*. 2011;32(1):20-5.
36. McGuinness B, Memon S, Hope J. Prospective study of early MRI appearances following flow-diverting stent placement for intracranial aneurysms. *American journal of neuroradiology*. 2015;36(5):943-8.
37. Guédon A, Clarençon F, Di Maria F, Rosso C, Biondi A, Gabrieli J, et al. Very late ischemic complications in flow-diverter stents: a retrospective analysis of a single-center series. *Journal of neurosurgery*. 2016;125(4):929-35.
38. Iosif C, Camilleri Y, Saleme S, Caire F, Yardin C, Ponomarjova S, et al. Diffusion-weighted imaging-detected ischemic lesions associated with flow-diverting stents in intracranial aneurysms: safety, potential mechanisms, clinical outcome, and concerns. *Journal of neurosurgery*. 2015;122(3):627-36.
39. Miles KA. Perfusion imaging with computed tomography: brain and beyond. *European radiology supplements*. 2006;16(7):M37-M43.
40. Wintermark M, Sesay M, Barbier E, Borbély K, Dillon WP, Eastwood JD, et al. Comparative overview of brain perfusion imaging techniques. *Stroke*. 2005;36(9):e83-e99.
41. Paldino MJ, Barboriak DP. Fundamentals of quantitative dynamic contrast-enhanced MR imaging. *Magnetic resonance imaging clinics of North America*. 2009;17(2):277-89.
42. Ferré J-C, Shiroishi MS, Law M. Advanced techniques using contrast media in neuroimaging. *Magnetic resonance imaging clinics*. 2012;20(4):699-713.
43. Jackson A, O'Connor JP, Parker GJ, Jayson GC. Imaging tumor vascular heterogeneity and angiogenesis using dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Clinical cancer research*. 2007;13(12):3449-59.
44. Essig M, Shiroishi MS, Nguyen TB, Saake M, Provenzale JM, Enterline D, et al. Perfusion MRI: the five most frequently asked technical questions. *American journal of roentgenology*. 2013;200(1):24-34.
45. Tofts PS, Brix G, Buckley DL, Evelhoch JL, Henderson E, Knopp MV, et al. Estimating kinetic parameters from dynamic contrast-enhanced T1-weighted

- MRI of a diffusable tracer: standardized quantities and symbols. *Journal of magnetic resonance imaging: An official journal of the international society for magnetic resonance in medicine*. 1999;10(3):223-32.
46. Chikui T, Obara M, Simonetti AW, Ohga M, Koga S, Kawano S, et al. The principal of dynamic contrast enhanced MRI, the method of pharmacokinetic analysis, and its application in the head and neck region. *International journal of dentistry*. 2012;2012.
 47. Østergaard L. Principles of cerebral perfusion imaging by bolus tracking. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: An official journal of the international society for magnetic resonance in medicine*. 2005;22(6):710-7.
 48. Petrella JR, Provenzale JM. MR perfusion imaging of the brain: techniques and applications. *American journal of roentgenology*. 2000;175(1):207-19.
 49. Calamante F, Thomas DL, Pell GS, Wiersma J, Turner R. Measuring cerebral blood flow using magnetic resonance imaging techniques. *Journal of cerebral blood flow & metabolism*. 1999;19(7):701-35.
 50. Barbier EL, Lamalle L, Décorps M. Methodology of brain perfusion imaging. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: An official journal of the international society for magnetic resonance in medicine*. 2001;13(4):496-520.
 51. Srinivasan A, Goyal M, Azri FA, Lum C. State-of-the-art imaging of acute stroke. *Radiographics*. 2006;26(suppl_1):S75-S95.
 52. Cha S, Knopp EA, Johnson G, Wetzel SG, Litt AW, Zagzag D. Intracranial mass lesions: dynamic contrast-enhanced susceptibility-weighted echo-planar perfusion MR imaging. *Radiology*. 2002;223(1):11-29.
 53. Alsop DC, Detre JA, Golay X, Günther M, Hendrikse J, Hernandez-Garcia L, et al. Recommended implementation of arterial spin-labeled perfusion MRI for clinical applications: A consensus of the ISMRM perfusion study group and the European consortium for ASL in dementia. *Magnetic resonance in medicine*. 2015;73(1):102-16.
 54. Wong EC. An introduction to ASL labeling techniques. *Journal of magnetic resonance imaging*. 2014;40(1):1-10.
 55. Grade M, Tamames JH, Pizzini F, Achten E, Golay X, Smits M. A neuroradiologist's guide to arterial spin labeling MRI in clinical practice. *Neuroradiology*. 2015;57(12):1181-202.
 56. Koziak AM, Winter J, Lee T-Y, Thompson RT, Lawrence KSS. Validation study of a pulsed arterial spin labeling technique by comparison to perfusion computed tomography. *Magnetic resonance imaging*. 2008;26(4):543-53.
 57. Detre JA, Leigh JS, Williams DS, Koretsky AP. Perfusion imaging. *Magnetic resonance in medicine*. 1992;23(1):37-45.
 58. Wong EC, Cronin M, Wu WC, Inglis B, Frank LR, Liu TT. Velocity-selective arterial spin labeling. *Magnetic Resonance in Medicine: An official journal of the international society for magnetic resonance in medicine*. 2006;55(6):1334-41.
 59. Günther M, Oshio K, Feinberg DA. Single-shot 3D imaging techniques improve arterial spin labeling perfusion measurements. *Magnetic resonance in*

- medicine: An official journal of the international society for magnetic resonance in medicine. 2005;54(2):491-8.
60. Wolf RL, Detre JA. Clinical neuroimaging using arterial spin-labeled perfusion magnetic resonance imaging. *Neurotherapeutics*. 2007;4(3):346-59.
 61. Heiss W-D. Ischemic penumbra: evidence from functional imaging in man. *Journal of cerebral blood flow & metabolism*. 2000;20(9):1276-93.
 62. Sanelli P, Sykes J, Ford A, Lee J-M, Vo K, Hallam D. Imaging and treatment of patients with acute stroke: an evidence-based review. *American journal of neuroradiology*. 2014;35(6):1045-51.
 63. Lev MH. Perfusion imaging of acute stroke: its role in current and future clinical practice. *Radiology*. 2013;266(1):22-7.
 64. Vachha BA, Schaefer PW. Territorial strokes as a tool to learn vascular territories. *Neurovascular imaging: From basics to advanced concepts*. 2016:363-81.
 65. Molyneux A, Kerr R, Group ISATC. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomized trial. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases*. 2002;11(6):304-14.
 66. Molyneux AJ, Kerr RS, Birks J, Ramzi N, Yarnold J, Sneade M, et al. Risk of recurrent subarachnoid haemorrhage, death, or dependence and standardised mortality ratios after clipping or coiling of an intracranial aneurysm in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): long-term follow-up. *The Lancet neurology*. 2009;8(5):427-33.
 67. Molyneux AJ, Birks J, Clarke A, Sneade M, Kerr RS. The durability of endovascular coiling versus neurosurgical clipping of ruptured cerebral aneurysms: 18 year follow-up of the UK cohort of the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). *The Lancet*. 2015;385(9969):691-7.
 68. McDougall CG, Spetzler RF, Zabramski JM, Partovi S, Hills NK, Nakaji P, et al. The barrow ruptured aneurysm trial. *Journal of neurosurgery*. 2012;116(1):135-44.
 69. Pierot L, Cognard C, Anxionnat R, Ricolfi F, Investigators C. Ruptured intracranial aneurysms: factors affecting the rate and outcome of endovascular treatment complications in a series of 782 patients (CLARITY study). *Radiology*. 2010;256(3):916-23.
 70. Tähtinen OI, Vanninen RL, Manninen HI, Rautio R, Haapanen A, Niskakangas T, et al. Wide-necked intracranial aneurysms: treatment with stent-assisted coil embolization during acute (< 72 hours) subarachnoid hemorrhage—experience in 61 consecutive patients. *Radiology*. 2009;253(1):199-208.
 71. Arrese I, Sarabia R, Pintado R, Delgado-Rodriguez M. Flow-diverter devices for intracranial aneurysms: systematic review and meta-analysis. *Neurosurgery*. 2013;73(2):193-200.
 72. Saatci I, Yavuz K, Ozer C, Geyik S, Cekirge H. Treatment of intracranial aneurysms using the pipeline flow-diverter embolization device: a single-center experience with long-term follow-up results. *American journal of neuroradiology*. 2012;33(8):1436-46.

73. Toh C, Wei K-C, Chang C-N, Ng S-H, Wong H-F. Differentiation of primary central nervous system lymphomas and glioblastomas: comparisons of diagnostic performance of dynamic susceptibility contrast-enhanced perfusion MR imaging without and with contrast-leakage correction. *American journal of neuroradiology*. 2013;34(6):1145-9.
74. Barajas Jr RF, Chang JS, Segal MR, Parsa AT, McDermott MW, Berger MS, et al. Differentiation of recurrent glioblastoma multiforme from radiation necrosis after external beam radiation therapy with dynamic susceptibility-weighted contrast-enhanced perfusion MR imaging. *Radiology*. 2009;253(2):486-96.
75. Wang DJ, Alger JR, Qiao JX, Hao Q, Hou S, Fiaz R, et al. The value of arterial spin-labeled perfusion imaging in acute ischemic stroke: comparison with dynamic susceptibility contrast-enhanced MRI. *Stroke*. 2012;43(4):1018-24.
76. Hunsche S, Sauner D, Schreiber WG, Oelkers P, Stoeter P. FAIR and dynamic susceptibility contrast-enhanced perfusion imaging in healthy subjects and stroke patients. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: An official journal of the international society for magnetic resonance in medicine*. 2002;16(2):137-46.
77. Wolf RL, Alsop DC, McGarvey ML, Maldjian JA, Wang J, Detre JA. Susceptibility contrast and arterial spin labeled perfusion MRI in cerebrovascular disease. *Journal of neuroimaging*. 2003;13(1):17-27.
78. Cohen JE, Gomori JM, Moscovici S, Leker RR, Itshayek E. Delayed complications after flow-diverter stenting: reactive in-stent stenosis and creeping stents. *Journal of clinical neuroscience*. 2014;21(7):1116-22.
79. Lubicz B, Collignon L, Raphaeli G, Pruvo J-P, Bruneau M, De Witte O, et al. Flow-diverter stent for the endovascular treatment of intracranial aneurysms: a prospective study in 29 patients with 34 aneurysms. *Stroke*. 2010;41(10):2247-53.
80. Fiorella D, Hsu D, Woo HH, Tarr RW, Nelson PK. Very late thrombosis of a pipeline embolization device construct: case report. *Neurosurgery*. 2010;67(3 Suppl Operative).
81. Sim SY, Shin YS. Silent microembolism on diffusion-weighted MRI after coil embolization of cerebral aneurysms. *Neurointervention*. 2012;7(2):77.
82. Price TR, Manolio TA, Kronmal RA, Kittner SJ, Yue NC, Robbins J, et al. Silent brain infarction on magnetic resonance imaging and neurological abnormalities in community-dwelling older adults: the Cardiovascular health study. *Stroke*. 1997;28(6):1158-64.
83. Bendszus M, Koltzenburg M, Burger R, Warmuth-Metz M, Hofmann E, Solymosi L. Silent embolism in diagnostic cerebral angiography and neurointerventional procedures: a prospective study. *The Lancet*. 1999;354(9190):1594-7.
84. Soeda A, Sakai N, Sakai H, Iihara K, Yamada N, Imakita S, et al. Thromboembolic events associated with Guglielmi detachable coil embolization of asymptomatic cerebral aneurysms: evaluation of 66 consecutive cases with use of diffusion-weighted MR imaging. *American journal of neuroradiology*. 2003;24(1):127-32.

85. Bond K, Brinjikji W, Murad M, Kallmes D, Cloft H, Lanzino G. Diffusion-weighted imaging–detected ischemic lesions following endovascular treatment of cerebral aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *American journal of neuroradiology*. 2017;38(2):304-9.
86. Saleme S, Iosif C, Ponomarjova S, Mendes G, Camilleri Y, çois Caire F, et al. Flow-diverting stents for intracranial bifurcation aneurysm treatment. *Neurosurgery*. 2014;75(6):623-31.

9. ÖZET

AKIM ÇEVİRİCİ STENT İLE TEDAVİ EDİLEN İNTRAKRANİYAL ANEVİZMALARIN ASL PERFÜZYON İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Endovasküler olarak parent artere akım çevirici stent uygulamaları ile tedavide anevrizma lümeni içerisinde akım dinamikleri değiştirilerek anevrizma tedavisi sağlanmaktadır. Akım çevirici stentin gözenekli yapısı sayesinde yan dallarda akım korunmaktadır. Akım çevirici uygulamaları ile daha sık olmak ile birlikte endovasküler anevrizma tedavi sonrası iskemik komplikasyonlar görülebilmektedir. Bizim bu çalışmamızda akım çevirici uygulaması ile tedavi edilen intrakraniyal anevrizmaların işlem öncesi, işlem sonrası erken ve geç dönem perfüzyon MR ile değerlendirilmesi, ASL ve DDA perfüzyon karşılaştırılması ve ASL perfüzyon etkinliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

Akım çevirici ile tedavi planlanan olgularda tedavi öncesi, tedavi sonrası erken dönem (ilk 1 hafta) ve geç dönem (6. ay) rutin kraniyal MR yanı sıra, ASL ve DDA perfüzyon MR görüntüleme yapılmıştır. Görüntüler iş istasyonuna aktararak özel yazılım programı ile perfüzyon haritaları oluşturulmuştur. Öncelikle görsel olarak değerlendirilmiş, ardından tüm sulama alanlarından ve milimetrik iskemik odaklardan kantitatif değerlendirme yapılmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası elde olunan değerler karşılaştırılmıştır.

Tedavi sonrası erken dönemde parent arter sulama alanı lokalizasyonunda görsel ve kantitatif değerlendirmede DDA ve ASL perfüzyon parametrelerinde anlamlı

farklılık saptanmamıştır. İşlem sonrası milimerik difüzyon kısıtlaması izlenen alanlarda da anlamlı perfüzyon parametre değişikliği saptanmamıştır. Kontrastsız bir yöntem olan ASL perfüzyon iskemi değerlendirmede etkin bir yöntem olup, ASL CBF değerleri ile DDA rCBF ve MTT değerleri arasında korelasyon olduğu gösterilmiştir.

İntrakranial anevrizmaların akım çevirici stent ile tedavi sonrası iskemik komplikasyonların değerlendirilmesinde pASL yöntemi DDA ile benzer şekilde etkin bir yöntemdir. Akım çevirici stent uygulamaları sonrası, intrakranial anevrizma hastalarında erken dönemde serebral perfüzyon parametrelerinde her iki yöntemde de anlamlı değişiklik saptanmamıştır.

Anahtar kelimeler: ASL perfüzyon, Akım çevirici, Anevrizma

10. SUMMARY

ASL PERFUSION MR EVALUATION OF INTRACRANIAL ANEURYSMS TREATED WITH FLOW DIVERTER STENT

Endovascular treatment of the aneurysm by changing the flow dynamics within the lumen of the aneurysm is achieved with the use of flow diverter stent to the parent artery. The porous structure of the flow diverter stent protects the blood flow in the side branches. Ischemic complications can be seen after endovascular aneurysm treatment, more common with flow diverters. In this study, we aimed to evaluate the intracranial aneurysms treated with flow diverter by perfusion MRI pre and post procedure and compare DSC and ASL perfusion, show effectiveness of ASL.

Routine cranial MRI as well as ASL and DSC perfusion MR imaging were performed before, during and after the treatment (first week and 6 months following intervention). All data sets were transferred to a workstation for image evaluation. Perfusion maps were created on the workstation using commercial software programs. Firstly, it was evaluated visually and then quantitative evaluation was made from all vascular territory and millimetric ischemic foci. There was no significant difference in DSC and ASL perfusion parameters in the visual and quantitative evaluation of localization of the vascular territory in the early post-treatment period. No significant perfusion parameter changes were detected in the areas where there was a restriction of millimetric diffusion after the treatment. As a non-contrast method, ASL is an effective method in the

evaluation of brain ischemia and it has been shown that there is a correlation between ASL CBF values and DSC rCBF and MTT values.

The pASL methods is similar to DSC perfusion in the evaluation of ischemic complications of intracranial aneurysms after treatment with flow diverter stents. There was no significant change in perfusion parameters in both methods in the early postoperative period.

Key words: ASL perfusion, Flow diverter, Aneurysms

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı: Nesrin

Soyadı: ERDOĞAN

Doğum Yeri ve Tarihi: SİVAS / 2.0.1990

Eğitimi:

2014- ... Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı / Ankara

2008-2014 Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi / Sivas

2005-2008 Selçuk Anadolu Lisesi/ Sivas

1997-2005 Selavattepe ilköğretim Okulu / Sivas

Yabancı Dili : İngilizce

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar: Türk Radyoloji Derneği, European Society of Radiology, Türk Manyetik Rezonans Derneği

Bilimsel Etkinlikleri :

1. Erdogan N, Ucar M, Tokgöz N. Olgularla Nadir Serebellopontin Köşe Tümörleri. Sözlü Bildiri, TMRD, Ankara,Türkiye, 2018.
2. Erdogan N, Cindil E, Ucar M, Tokgöz N. Take sonrası Safra kesesi MR Bulguları. Sözlü Bildiri, TMRD, Ankara, Türkiye, 2019
3. Geylan DE, Erdogan N, Cindil E, Ucar M, Tokgöz N. Postkolesistektomi olgularının MRCP ile değerlendirilmesi.Sözlü Bildiri, TMRD, Ankara, Türkiye, 2018
4. Gültekin S, Erdoğan N. İzole Parankim distorsiyonlarının MRG ile değerlendirilmesi. Sözlü Bildir, ECR 2018

5. Kanatlı U, Erdogan N. Ortopedist gözüyle Omuz Görüntüleme.Omuz Artroskopi US Akademi 2018
6. Gültekin S, Erdogan N. Memenin Solid Kitlelerine Yaklaşım ve BIRADS. Türkiye Klinikleri 2017; (10)3:205-13
7. Uçar M, Erdogan N, Tokgöz N. Nadir Serebellopontin Köşe tümörlerinde Radyolojik Değerlendirme. Türkiye Klinikleri 2018; (10)1:13-9

12. ETİK KURUL ONAYI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR KARAR FORMU									
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUNUN ADI	Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu							
	AÇIK ADRES	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası 06500 Beşevler/Ankara							
	TELEFON	0312 202 69 58							
	FAKS	0312 202 46 73							
	E-POSTA	tipetikkurul@gazi.edu.tr							
BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Akım çevirici stent ile tedavi edilen intrakraniyal anevrizmaların ASL perfüzyon ile değerlendirilmesi							
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Ali Yusuf ÖNER							
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI /UZMANLIK ALANI/ BULUNDUĞU MERKEZ	Radyoloji AD. / G.Ü.T.F.							
	DESTEKLEYİCİ (Varsa)								
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Kan, idrar, doku, radyolojik görüntü gibi biyokimya, mikrobiyoloji, patoloji ve radyoloji kolleksiyon materyalleriyle veya rutin muayene tetkik tahlil ve tedavi işlemleri sırasında (önceden) elde edilmiş materyallerle yapılacak araştırmalar- Uzmanlık tezi							
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐				
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Ver.No	Dili					
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	17.07.2018	2	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐					
	AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU	17.07.2018	2	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐					
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı				Açıklama				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒							
	BIYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU	☐							
	DİĞER	☐							
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: <u>592</u> Toplantı tarihi: 10.09.2018								
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırma dosyasında belirtilen merkez/merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına, G.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurulu üyelerinin oybirliği ile karar verilmiştir.								
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu							
BAŞKANIN ÜNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. Canan ULUOĞLU							
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki	Katılım *	İmza			
Prof. Dr. Canan ULUOĞLU BAŞKAN	Tıbbi Farmakoloji A.D	G.Ü.T.F	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Prof. Dr. Birol DEMİREL BAŞKAN YARD.	Adli Tıp AD.	G.Ü.T.F	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	Katılmadı			
Prof. Dr. Gonca AKBULUT RAPORTÖR	Fizyoloji AD.	G.Ü.T.F.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Prof. Dr. Bülent BOYACI ÜYE	Kardiyoloji AD.	G.Ü.T.F	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒				

Prof. Dr. Öznur L. BOYUNAGA ÜYE	Radyoloji AD.	G.Ü.T.F.	☐	☒	☐	☒	☒	☐	
Prof. Dr. Mustafa KAVUTÇU ÜYE	Tıbbi Biyokimya A.D.	G.Ü.T.F.	☒	☐	☐	☒	☒	☐	
Prof. Dr. Nesrin ÇOBANOĞLU ÜYE	Tıp Tarihi ve Etik AD.	G.Ü.T.F.	☐	☒	☐	☒	☒	☐	
Prof. Dr. Aslı KURUOĞLU ÜYE	Psikiyatri AD.	G.Ü.T.F.	☐	☒	☐	☒	☒	☐	
Doç. Dr. Hakan KAYIR ÜYE	Tıbbi Farmakoloji	COMMAT Ltd.	☒	☐	☐	☒	☐	☒	Katılmadı
Doç. Dr. Mutlu DOĞAN ÜYE	İç Hast. AD. Tıbbi Onkoloji BD.	Ank. Numune Eğt. ve Araşt. Hast.	☐	☒	☐	☒	☐	☒	Katılmadı
Doç. Dr. N.Arda DEMİRKAN ÜYE	Genel Cerrahi AD.	A.Ü.T.F.	☒	☐	☐	☒	☒	☐	Katılmadı
Doç. Dr. Anıl TAPISIZ ÜYE	Çocuk Sağlığı ve Hast. AD. Ç. Nör. BD.	G.Ü.T.F.	☐	☒	☐	☒	☒	☐	
Doç. Dr. Pınar ÖZDEMİR ÜYE	Biyoistatistik AD.	H.Ü.T.F.	☐	☒	☐	☒	☒	☐	
Doktor Öğr. Üyesi Mustafa GOKSU ÜYE	Hukukçu	A.H.B.V.Ü Hukuk Fakültesi	☒	☐	☐	☒	☒	☐	
Aysel ÖZER ÜYE	Sivil Temsilci	Emekli Öğr. Üyesi	☐	☒	☐	☒	☒	☐	

* :Araştırma ile İlişki
** :Toplantıda Bulunma