

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANA BİLİM DALI

ORTA SEREBRAL ARTER ANEVRİZMALARININ
AKIM YÖNLENDİRİCİ STENTLER İLE TEDAVİSİ:
TEK MERKEZ DENEYİMİ

Uzmanlık Tezi

Dr. Nursultan SATMAMATOV

TRABZON-2025

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANA BİLİM DALI

ORTA SEREBRAL ARTER ANEVRİZMALARININ
AKIM YÖNLENDİRİCİ STENTLER İLE TEDAVİSİ:
TEK MERKEZ DENEYİMİ

Uzmanlık Tezi

Dr. Nursultan SATMAMATOV

Tez Danışmanı Doç. Dr. Şükrü OĞUZ

TRABZON-2025

TEŞEKKÜR

Öncelikle, tez çalışmamın hazırlanması sürecinde gösterdiği duyarlılık, yönlendirme ve tüm aşamalardaki profesyonel desteği için danışmanım Doç. Dr. Şükrü Oğuz'a minnettarlığımı ifade etmek isterim. Kendilerinin katkısı benim için son derece değerli olmuştur.

Asistanlık sürecim boyunca mesleki gelişimime önemli katkılar sağlayan tüm hocalarımla, bilgi ve deneyimlerini paylaşarak sundukları rehberlik, uzmanlık yolculuğuma anlamlı bir yön kazandırmıştır.

Uzmanlık eğitimi süresince birlikte çalıştığım mesai arkadaşlarımla, iş birliği ve desteği bu sürecin daha verimli geçmesine önemli ölçüde katkı sağlamıştır.

Hayatım boyunca yanımda olan annem Nuriyla ve babam Abbassbek'in sevgi, emek ve güveni, bu çalışmayı tamamlamamda temel bir motivasyon kaynağı olmuştur.

Ayrıca, bu süreçte gösterdiği destek, anlayış ve sabır ile çalışmalarımı sürdürebilmemi mümkün kılan eşim Ayzada Jorobekova'ya özel olarak şükran borçluyum. Birlikte kurduğumuz ailemiz ve bu dönemde dünyaya gelen çocuklarımız Aisha ve Ahmad, bu sürecin anlamını benim için daha da değerli hâle getirmiştir.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasına katkı sağlayan tüm kişi ve kurumlara teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Nursultan SATMAMATOV

ÖZET

ORTA SEREBRAL ARTER ANEVİZMALARININ AKIM YÖNLENDİRİCİ STENTLER İLE TEDAVİSİ: TEK MERKEZ DENEYİMİ

Amaç: Bu tez, orta serebral arter (MCA) anevrizmalarının akım yönlendirici stentlerle (flow diverter, FD) tedavisine ait tek merkez deneyimini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. MCA'nın bifurkasyon yapısı, perforan arter ilişkileri ve geniş boyunlu anevrizmaların sıklığı nedeniyle FD uygulaması teknik olarak zorludur. Çalışma, FD'nin bu anatomideki uygulanabilirliğini, güvenliğini ve anjiyografik sonuçlarını tanımlamayı hedeflemektedir.

Kapsam: Çalışmaya 2013–2025 yılları arasında FD ile tedavi edilen toplam 59 hasta dahil edilmiştir. Demografik özellikler, anevrizma morfolojisi, tedavi protokolleri, kullanılan cihazlar ve takip dönemlerindeki anjiyografik bulgular sistematik olarak incelenmiştir.

Yöntem: Veriler retrospektif olarak hasta dosyaları ve PACS arşivinden elde edilmiştir. Anevrizma özellikleri (segment, boyut, morfoloji, rüptür durumu), kullanılan stent tipi/çapı/uzunluğu, dal kapama özellikleri, periprosedürel komplikasyonlar ve kontrol anjiyografilerindeki Modifiye Cekirge–Saatçi sınıflaması değerlendirilmiştir. İşlem sonrası stagnasyon paterni 4A–4B sınıflamasına göre kaydedilmiş, stagnasyon ile anevrizma oklüzyonu arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

Bulgular: Hastaların yaş ortalaması 57,6 yıl olup çoğu rüptüre olmamış küçük anevrizmalardan oluşmaktaydı. Anevrizmaların büyük kısmı Mbif segmentte (%69,5) ve geniş boyunlu yapıdaydı (%91,5). Pipeline Shield en sık kullanılan FD cihazıydı (%40). Periprosedürel komplikasyon oranı %28,8 (n=17), genel mortalite ise %1,7 (n=1) olarak kaydedildi. Komplikasyon gelişen ve uzun dönem takibi yapılabilen 15 hastanın 14'ünde (%93,3) fonksiyonel bağımsızlık (mRS 0–2) korunmuş olup, yalnızca akut intrakraniyal hemoraji gelişen bir hastada (%6,7) mortalite izlendi. Yaşayan bu hasta grubunda majör nörolojik defisit saptanmazken, iki hastada (%13,3) minör nörolojik yakınmaların devam ettiği ve radyolojik tam oklüzyonun %60,0 oranında sağlandığı belirlendi. İlk kontrol döneminde genel stent patensisi %97,9, dal

patensisi %61,4 idi. Son kontrol döneminde değerlendirilebilen hastalarda stent patensisi %83,3, dal patensisi %61,4 olarak bulundu. Stagnasyon paterni ile nihai oklüzyon arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı.

Sonuç: Bu çalışma, MCA anevrizmalarında akım yönlendirici stentlerin seçilmiş olgularda uygulanabilir ve güvenli bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir. Erken postop dönemde nörolojik komplikasyon oranları görece yüksek olsa da uzun dönem takiplerde bu durumun kalıcı morbiditeye yol açmadığı ve fonksiyonel bağımsızlığın korunduğu görülmüştür. Parent damar ve yan dal akım sürekliliği çoğu hastada korunmuş, oklüzyon süreçlerinin zaman içinde kademeli olarak geliştiği izlenmiştir. Bununla birlikte hasta sayısının sınırlı olması ve uzun dönem takip eksiklikleri, sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Daha geniş hasta serileri ile yürütülecek prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Akım Yönlendirici Stent, Anevrizma Oklüzyonu, Modifiye Cekirge–Saatçi Sınıflaması, Endovasküler Tedavi, MCA Anevrizması, Yan Dal Patensisi.

ABSTRACT

TREATMENT OF MIDDLE CEREBRAL ARTERY ANEURYSMS WITH FLOW DIVERTER STENTS: A SINGLE-CENTER EXPERIENCE

Objective: This thesis aims to evaluate the single-center experience of treating middle cerebral artery (MCA) aneurysms using flow diverter (FD) stents. Due to the bifurcation anatomy, perforator-rich segments, and frequent wide-neck morphology, FD application in the MCA is technically demanding. The study focuses on assessing the feasibility, safety, and angiographic outcomes of FD treatment in this vascular territory.

Scope: A total of 59 patients treated with FD between 2013 and 2025 were included. Demographic characteristics, aneurysm morphology, treatment strategies, device specifications, and angiographic follow-up results were comprehensively analyzed.

Methods: Data were retrospectively collected from patient files and the PACS archive. Aneurysm characteristics (segment, size, morphology, rupture status), stent type/diameter/length, branch coverage, periprocedural complications, and follow-up angiographic evaluations using the Modified Cekirge–Saatci Classification were recorded. Post-procedural stagnation patterns were assessed using the 4A–4B system and analyzed for their association with aneurysm occlusion.

Results: The mean age of the patients was 57.6 years, and the majority of the aneurysms were minor and unruptured. The predominant location of aneurysms was the M1 segment (69.5%), and they exhibited a wide-necked morphology (91.5%). Pipeline Shield was the predominant FD device, utilized by 40% of users. The periprocedural complication rate was documented at 28.8% (n=17), although the overall mortality rate was 1.7% (n=1). Functional independence (mRS 0–2) was maintained in 14 of 15 patients (93.3%) who experienced problems and were monitored long-term, with mortality occurring in only one patient (6.7%) due to acute cerebral hemorrhage. No significant neurological abnormalities were observed in this cohort of live patients; nevertheless, modest neurological symptoms persisted in two

individuals (13.3%), and total radiological blockage was accomplished in 60.0% of cases. During the initial control period, the total stent patency was 97.8%, whereas the branch patency was 62.2%. In patients assessed during the final follow-up, stent patency was 82.6%, while branch patency was 62.2%. No statistically significant correlation was identified between the stagnation pattern and the eventual occlusion.

Conclusion: This study illustrates that flow-diverting stents represent a feasible and secure therapeutic alternative for MCA aneurysms in some instances. Despite elevated rates of neurological complications in the early postoperative phase, long-term assessments indicate that this procedure does not result in lasting morbidity, and functional independence is preserved. In the majority of patients, the continuity of flow in the parent vessel and side branches was maintained, and it was seen that occlusive processes progressed gradually over time. The restricted patient sample and absence of long-term follow-up constrain the generalizability of the findings. Further prospective trials with bigger patient cohorts are required.

Keywords: Flow Diverter Stent, Aneurysm Occlusion, Modified Cekirge–Saatci Classification, Endovascular Treatment, MCA Aneurysm, Branch Patency.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR

ÖZET..... ii

ABSTRACT iv

İÇİNDEKİLER..... vi

KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ..... viii

ŞEKİLLER DİZİNİ..... ix

TABLolar DİZİNİ x

1. GİRİŞ ve AMAÇ 1

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1. İntrakraniyal Anevrizmalar 3

2.1.1. Tanım ve Sınıflandırma..... 3

2.1.2. Epidemiyoloji..... 8

2.1.3. MCA Anevrizmaları 9

2.2. Anevrizma Tedavi Yöntemleri17

2.2.1. Cerrahi Klipleme18

2.2.2. Endovasküler Tedavi Yöntemleri20

2.3. Akım Yönlendirici Stentler24

2.3.1. Flow Diverter Tipleri.....26

2.3.2 Endikasyonlar ve Hasta Seçimi.....27

2.3.3. Prosedür Tekniği.....29

2.3.4. Klinik Sonuçlar ve Komplikasyonlar31

2.3.5. Raymond–Roy Oklüzyon Sınıflaması32

2.3.6. Cekirge–Saatci Sınıflaması34

2.3.7. Modifiye Cekirge–Saatci Sınıflaması.....35

2.3.8. Takip ve Görüntüleme	38
2.4. MCA Anevrizmalarında Flow Diverter Kullanımı	40
3. GEREÇ ve YÖNTEM	42
3.1. Çalışma Dizaynı	42
3.2. Hasta Grubu ve Dahil–Dışlama Kriterleri	42
3.3. Veri Toplama Süreci ve Değerlendirilen Parametreler	43
3.4. Endovasküler İşlem ve Tedavi Prensipleri	43
3.5. İzlem Protokolü ve Anjiyografik Değerlendirme.....	44
3.6. İstatistiksel Analiz	44
4. BULGULAR.....	45
4.1. Hasta Kohortu ve Demografik Özellikler.....	45
4.2. Anevrizma Karakteristikleri.....	46
4.3. Tedavi Protokolü ve Prosedürel Özellikler	48
4.4. Takip Sonuçları	51
4.5. Stagnasyon ve Oklüzyon İlişkisi.....	53
4.6. Komplikasyonlar	54
4.7. Uzun Dönem Morbidite Sonuçları	61
4.8. Olgu Sunumu	62
5. TARTIŞMA	70
6. SONUÇ	80
7. KAYNAKLAR.....	82

KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ

ACA	: Anterior Serebral Arter
ACom	: Anterior Kommunikan Arter
ADPKD	: Otozomal Dominant Polikistik Böbrek Hastalığı
BTA	: Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi
CSC	: Cekirge–Saatci Sınıflaması
DNR	: Dome-To-Neck Ratio - Kubbe/Boyun Oranı
DSA	: Dijital Subtraksiyon Anjiyografi
FD	: Flow Diverter - Akım Yönlendirici Stent
FRED	: Flow Re-Direction Endoluminal Device
ICA	: İnternal Karotid Arter
KTÜ	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
MCA	: Orta Serebral Arter
mCSC	: Modifiye Cekirge-Saatci Classification
MEP	: Motor Uyarılmış Potansiyel
MRA	: Manyetik Rezonans Anjiyografi
PCoA	: Posterior Kommunikan Arter
PED	: Pipeline Embolization Device
RROC	: Raymond–Roy Oklüzyon Sınıflaması
SAK	: Subaraknoid Kanama
SVB	: Silk Vista Baby
TOF-MRA	: Time-Of-Flight Manyetik Rezonans Anjiyografi
WEB	: İntrasakkular Akım Kesici Cihazlar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İntrakraniyal anevrizmaların dağılımı ve lokalizasyon sıklıkları	6
Şekil 2. Sağ MCA bifurkasyonunda çok lobüllü anevrizma	18
Şekil 3. Basit koilleme sırasında mikrokateter ve framing-coil yerleşimi	21
Şekil 4. Balon yardımcı koilleme tekniği	22
Şekil 5. Stent yardımcı koilleme	23
Şekil 6. Modifiye CSC sınıflamasında akım yönlendirici tedavi sonrası oklüzyon paternlerinin zaman içindeki evrimi	37
Şekil 7. Demografik Özellikler	46
Şekil 8. Anevrizma Anatomik ve Morfolojik Özellikleri	48
Şekil 9. Tedavi Yaklaşımı ve Stent Özellikleri	50
Şekil 10. Stagnasyon Gruplarına Göre mCSC Dağılımı	53
Şekil 11. Olgu 1- Preoperatif BT Anjiyografi	63
Şekil 12. Olgu 1- İşlem Sırasında DSA	64
Şekil 13. Olgu 1- Flow Diverter Stent Yerleşimi	64
Şekil 14. Olgu 1- İşlem Sonrası Aynı Gün Beyin BT	65
Şekil 15. Olgu 1- Postoperatif Beyin BT	66
Şekil 16. Olgu 2- İşlem Öncesi DSA (2D) – Tedavi Planlaması	67
Şekil 17. Olgu 2- Flow Diverter Stent Deploy Aşaması	68
Şekil 18. Olgu 2- İşlem Sonrası DSA Tabanlı 3D Thin MIP Rekonstrüksiyon	68
Şekil 19. Olgu 2- Beşinci Ay DSA Kontrolü	69

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Klinik duruma göre modalite seçimi	17
Tablo 2. Demografik Özellikler	45
Tablo 3. Anevrizma Özellikleri.....	47
Tablo 4. Tedavi Özellikleri	49
Tablo 5. Stent Özellikleri	50
Tablo 6. Takip Bulguları	52
Tablo 7. Stagnasyon ve Modifiye Cekirge-Saatci Classification (mCSC) İlişkisi	53
Tablo 8. İşlem sonrası gelişen komplikasyonlar	55
Tablo 9. Komplikasyon gelişimine göre perioperatif özellikler	57
Tablo 10. Komplikasyon gelişimine göre tedavi özellikleri.....	59
Tablo 11. Komplikasyon gelişimine göre stent kullanım özellikleri.....	61

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Intrakraniyal anevrizmalar toplumun yaklaşık %3'ünde görülmekte olup, rüptür geliştiğinde yüksek mortalite ve morbidite ile seyreden önemli bir nörovasküler hastalık grubunu temsil eder (1). Orta serebral arter (MCA) anevrizmaları, anatomik olarak bifurkasyon bölgesinde yoğunlaşmaları, geniş boyunlu olmaları ve sıklıkla bir veya birden fazla yan dalı içermeleri nedeniyle klinik yönetimi en güç anevrizma tiplerinden biridir. MCA'nın segmental yapısı, perforan arter ilişkileri ve M1–M2 geçişindeki belirgin çap değişiklikleri gerek cerrahi gerek endovasküler tedavide teknik zorlukları artırmaktadır (2-4).

MCA anevrizmalarının tedavisinde uzun yıllar boyunca mikrocerrahi kliplleme temel yaklaşım olmuştur. Ancak perforan arter yaralanması, parent damar rekonstrüksiyonu gerektirmesi ve kompleks anatomilerde klips pozisyonlamasının güçlüğü, cerrahinin her olgu için ideal seçenek olmasını sınırlamaktadır. Endovasküler yöntemler—basit koilleme, balon yardımcı koilleme ve stent yardımcı koilleme—özellikle geniş boyunlu ve bifurkasyon yerleşimli anevrizmalarda yeterli ve kalıcı oklüzyon sağlamada her zaman başarılı olamamaktadır.

Son yıllarda akım yönlendirici stentlerin (flow diverter, FD) klinik kullanıma girmesi, intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde rekonstrüktif bir yaklaşım sunmuştur. FD cihazları, anevrizma kesesine müdahale etmeden parent damar boyunca akımı yeniden düzenleyerek zaman içinde neointimal kapanma ile oklüzyon gelişmesini hedefler (5, 6). Bu yöntem internal karotid arter anevrizmalarında güçlü sonuçlar vermiş olsa da MCA bölgesinde perforan arter yoğunluğu ve bifurkasyon anatomisi nedeniyle uygulama koşulları daha sınırlayıcıdır. Bu nedenle MCA anevrizmalarında FD kullanımına ilişkin klinik veri sayısı diğer segmentlere kıyasla daha azdır ve yöntemle ilgili sorular güncelliğini korumaktadır.

Bu tez çalışması, merkezimizde akım yönlendirici stentle tedavi edilen MCA anevrizmalarına ait klinik, teknik ve anjiyografik verileri sistematik biçimde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Anevrizmaların morfolojik özellikleri, kullanılan stent markaları, yan dal kapama ilişkileri, stagnasyon paternleri ve takiplerde elde edilen oklüzyon sonuçları ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir. Çalışma, MCA gibi teknik

açıdan zorlu bir segmentte FD kullanımının uygulanabilirliğine ve güvenlik–etkinlik dengesine ilişkin gerçek yaşam verisi sunarak alandaki bilgi birikimine katkı sağlamayı hedeflemektedir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. İntrakraniyal Anevrizmalar

2.1.1. Tanım ve Sınıflandırma

İntrakraniyal anevrizmalar, beyin arterlerinin duvarında gelişen lokalize zayıflık alanlarının sonucunda ortaya çıkan patolojik dilatasyonlardır (7). Bu dilatasyonlar, genellikle arter bifurkasyon noktalarında veya hemodinamik stresin yüksek olduğu segmentlerde meydana gelir. Anevrizma duvarında tunika media tabakasının incilmesi ve internal elastik laminanın kaybı tipik histopatolojik özelliklerdendir (7).

Genel popülasyonda intrakraniyal anevrizma prevalansı yaklaşık %3,2 olarak bildirilmektedir (1). Görülme sıklığı yaşla artar; kadınlarda, hipertansiyon ve sigara kullanımı gibi risk faktörlerinin varlığında daha yüksek oranlar gösterir (1). Anevrizma rüptürü, subaraknoid kanamaya (SAK) yol açarak ciddi nörolojik hasar, yüksek mortalite ve morbidite ile sonuçlanabilir. Bu nedenle, intrakraniyal anevrizmaların tanımlanması ve morfolojik, boyutsal, anatomik ile etyolojik kriterlere göre sınıflandırılması, klinik yaklaşım ve tedavi planlamasında temel bir gerekliliktir (1, 7, 8).

2.1.1.1. Morfolojik Sınıflandırma

Sakküler Anevrizmalar: Sakküler anevrizmalar, damar duvarının sınırlı bir kısmını içeren, kese biçiminde ekzantrik dilatasyonlardır (7, 8). Bu tip anevrizmalarda, damar duvarının üç tabakasından özellikle tunika media ve internal elastik lamina tabakalarında yapısal bozulma izlenir. Anevrizma duvarında kas lifleri yerini kollajen dokusuna bırakır ve elastik lamina kısmen ya da tamamen kaybolur. Genellikle bir boyun ve kubbe (dome) yapısı bulunur. Bu nedenle “berry anevrizma” olarak da adlandırılır.

Sakküler anevrizmalar, tüm intrakraniyal anevrizmaların %85–90’ını oluşturur ve en sık görülen morfolojik tiptir (7). Çoğu zaman Willis poligonunun bifurkasyon bölgelerinde yerleşirler. Bu bölgelerde hemodinamik stresin yoğunlaşması, damar duvarında elastik liflerin dejenerasyonuna ve sakküler genişlemeye zemin hazırlar.

Fusiform Anevrizmalar: Fusiform anevrizmalar, arter lümeninin tüm çevresini kapsayan, simetrik veya eksantrik şekilde uzanan silindirik dilatasyonlardır (7, 9). Boyun yapısı belirgin değildir ve lezyon genellikle uzun bir damar segmentini içine alır. Bu anevrizmalar, damar duvarında internal elastik lamina hasarı ve intimal kalınlaşma ile karakterizedir.

Mizutani ve arkadaşları, nonaterosklerotik fusiform ve dissekan anevrizmaları histopatolojik özelliklerine göre dört alt tipe ayırmıştır (9):

- **Tip 1 (Klasik dissekan anevrizma):** İç elastik laminanın yaygın yırtılmasıyla karakterizedir, intimal kalınlaşma yoktur.
- **Tip 2 (Segmental ektazi):** İç elastik laminada fragmantasyon ve eşlik eden intimal kalınlaşma bulunur.
- **Tip 3 (Dolikoektatik dissekan anevrizma):** Çok katlı intimal diseksiyon ve organize trombüs içerir.
- **Tip 4 (Trunkal sakküler anevrizma):** Dallanma noktalarıyla ilişkili olmayan, minimal elastik lamina bozukluğu gösteren küçük sakküler genişlemelerdir.

Bu sınıflama, özellikle vertebrobaziler sistemdeki nonaterosklerotik fusiform anevrizmaların patogenezi ve klinik seyri hakkında referans kabul edilmektedir.

Diğer Morfolojik Tipler: Dissekan anevrizmalar, arterin intimasında oluşan yırtık sonrası gelişen intramural hematomla karakterizedir. Blister tipi anevrizmalar, genellikle internal karotid arterin dorsal duvarında ortaya çıkan, boyunsuz ve duvarı son derece ince, kırılğan lezyonlardır. Miyotik (enfeksiyöz) anevrizmalar, bakteriyel endokardit veya sistemik enfeksiyonlara sekonder olarak gelişir. Travmatik anevrizmalar ise kafatası veya damar yaralanmalarına bağlı olarak ortaya çıkar (7, 8). Bu nadir morfolojik alt tipler, sıklıkla klasik sakküler veya fusiform yapılarla karıştırılabildiğinden, tanısal görüntüleme ve histopatolojik inceleme ile ayırt edilmeleri gerekir.

2.1.1.2. Boyut Sınıflandırması

İntrakraniyal anevrizmaların boyutuna ilişkin sınıflandırmalar literatürde uzun yıllar boyunca farklı tanımlamalarla yer almıştır. Bu durum, klinik çalışmalarda sonuçların karşılaştırılmasını güçleştirmiştir. Merritt ve arkadaşları (10), bu karışıklığı gidermek amacıyla anevrizma ölçümlerinde standardizasyonun önemini vurgulamış ve maksimum kubbe çapı (maximal dome diameter) ölçümünün temel parametre olarak kullanılmasını önermiştir.

Boyut ölçümüne ek olarak boyun çapı (neck diameter) ve kubbe/boyun oranı (dome-to-neck ratio, DNR) gibi morfolojik parametreler de tanımlanmıştır. DNR değerinin 2'nin altında olması genellikle geniş boyunlu anevrizmaları tanımlamak için kullanılır. Bu ölçümler, endovasküler tedavi planlamasında kullanılan cihaz seçimini ve teknik yaklaşımı doğrudan etkiler. Anevrizma boyutlarının doğru ölçülmesi, rüptür riski değerlendirmesinde ve tedavi endikasyonunun belirlenmesinde temel bir kriterdir. Bu nedenle klinik ve radyolojik değerlendirmelerde ölçüm yöntemlerinin standartlaştırılması, sonuçların güvenilirliğini artırır (10). Güncel klinik uygulamalarda anevrizma boyutları dört ana kategoriye ayrılmaktadır:

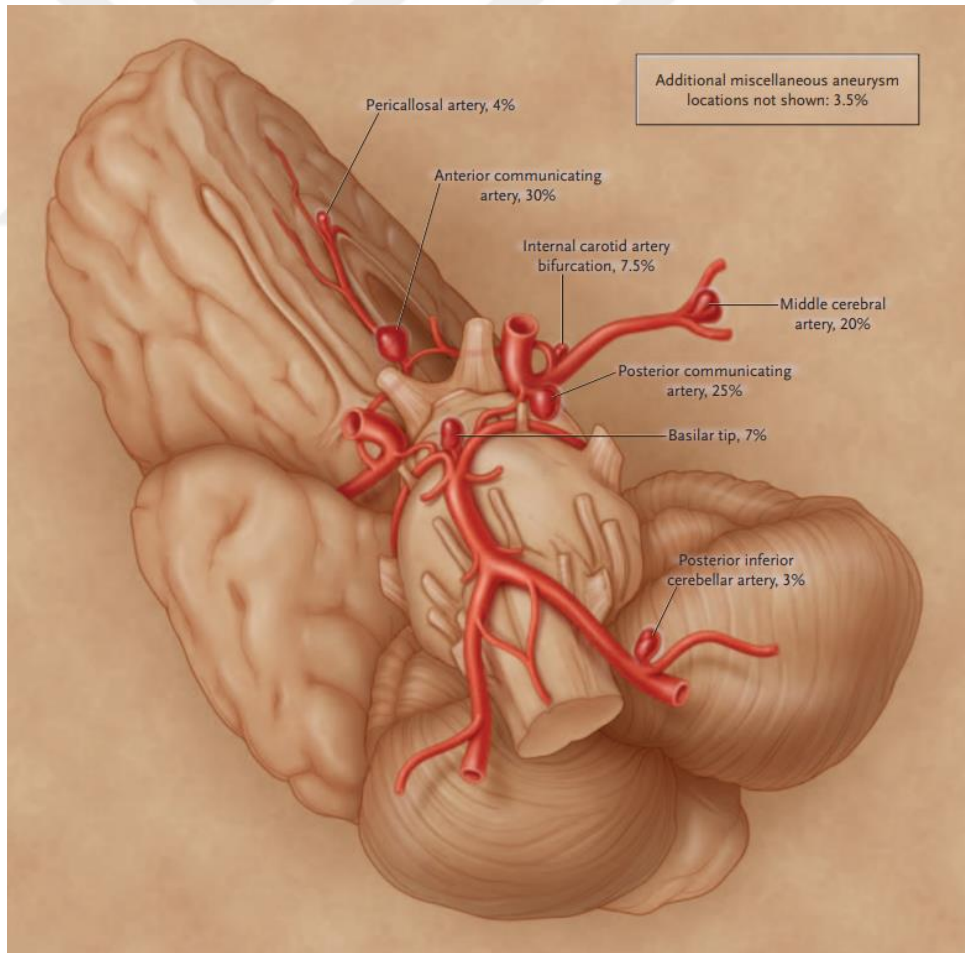
- **Küçük (small):** <7 mm
- **Orta (medium):** 7–12 mm
- **Büyük (large):** 13–24 mm
- **Dev (giant):** ≥ 25 mm (5,6).

Bu sınıflandırma, *International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms (ISUIA)* verilerine dayanmaktadır. Çalışmada, subaraknoid kanama öyküsü bulunmayan olgularda anterior sirkülasyondaki <7 mm'lik anevrizmaların rüptür riskinin minimal olduğu, ancak anevrizma boyutu arttıkça riskin belirgin şekilde yükseldiği bildirilmiştir (11). Özellikle 13 mm üzerindeki lezyonlar artan rüptür eğilimi göstermekte, 25 mm ve üzerindeki dev anevrizmalar ise hem rüptür riski hem de tedavi güçlüğü açısından ayrı bir klinik kategori olarak kabul edilmektedir. Posterior sirkülasyonda yerleşen aynı boyuttaki anevrizmaların rüptür riski, anterior sirkülasyon anevrizmalarına kıyasla daha yüksektir (11).

2.1.1.3. Lokalizasyon Sınıflandırması

İntrakraniyal anevrizmalar, yerleşim bölgelerine göre anterior sirkülasyon ve posterior sirkülasyon olmak üzere iki ana grupta incelenir. Tüm anevrizmaların yaklaşık %85–90'ı anterior sirkülasyonda, %10–15'i ise posterior sirkülasyonda bulunur (1, 7, 11).

Anterior sirkülasyon, internal karotid arter (ICA), anterior serebral arter (ACA) ve MCA dallarını içerir. Bu bölgede anevrizmalar genellikle arter bifurkasyon noktalarında, hemodinamik stresin en yoğun olduğu alanlarda gelişir. Posterior sirkülasyon ise vertebral, baziler ve posterior serebral arter dallarını kapsar. Posterior sirkülasyon anevrizmaları daha nadir görülmekle birlikte, benzer boyuttaki anterior sirkülasyon anevrizmalarına kıyasla rüptür riskleri daha yüksektir (11). İntrakraniyal anevrizmaların anatomik dağılımı **Şekil 1**'de (7) gösterilmiştir.



Şekil 1. İntrakraniyal anevrizmaların dağılımı ve lokalizasyon sıklıkları (7).

En sık yerleşim bölgeleri anterior kommunikan arter (ACoM) (%30–35), MCA (%20–25) ve internal karotid arter dallanma noktalarıdır (7). Bunun dışında posterior kommunikan arter (PCoA) ve baziler arter bifurkasyonu da sık görülen lokalizasyonlardır.

MCA anevrizmaları, özellikle bifurkasyon düzeyinde veya M1 segmentinde yoğunlaşır. Bu bölge, perforatör arterlerin yakın seyri ve dallanma açılarının oluşturduğu hemodinamik yük nedeniyle anevrizma oluşumuna yatkındır. MCA anevrizmalarında morfolojik yapı ve perforatör arter ilişkisi, cerrahi ve endovasküler tedavi seçiminde belirleyici öneme sahiptir. Bu nedenle MCA anevrizmalarının tedavisinde akım yönlendirici stentlerin kullanımı, literatürde artan ilgi görmektedir.

2.1.1.4. Etiyolojik Sınıflandırma

İntrakraniyal anevrizmalar, çevresel risk faktörleri ve genetik yatkınlık sonucunda gelişir (1, 7). Anevrizma oluşumunda damar duvarının yapısal zayıflığı, hemodinamik stres ve dejeneratif süreçler temel rol oynar. Kazanılmış risk faktörleri arasında hipertansiyon, sigara kullanımı, aşırı alkol tüketimi, ileri yaş ve kadın cinsiyet yer alır (1, 7). Bu faktörler, damar duvarındaki elastik liflerin dejenerasyonuna, medial tabaka incelmeye ve intraluminal basınç artışına yol açarak anevrizma gelişimine katkıda bulunur.

Genetik yatkınlık, anevrizma oluşumuna zemin hazırlayan ikinci önemli bileşendir. Ailesel olgular genellikle birden fazla anevrizmanın eşlik ettiği, erken yaşta ortaya çıkan ve kadınlarda daha sık görülen formlardır. Bazı herediter sendromlar, damar duvarı yapısındaki kollajen ve elastin bütünlüğünü bozarak anevrizma gelişimiyle ilişkilendirilmiştir. Bu sendromlar arasında otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı (ADPKD), Ehlers-Danlos sendromu, Marfan sendromu ve fibromusküler displazi yer alır (8).

Daha nadir olarak, travmatik veya enfeksiyöz (miyotik) nedenlere bağlı anevrizmalar da görülebilir. Travmatik anevrizmalar genellikle kafa travması sonrası arter duvarının doğrudan hasarıyla, miyotik anevrizmalar ise bakteriyel endokardit veya sistemik enfeksiyonların vasküler tutulumu sonucunda gelişir (7, 8). Bu etyolojik

faktörlerin tanımlanması, bireysel rüptür riski değerlendirmesi ve uygun izlem stratejisinin belirlenmesinde klinik önem taşır.

2.1.2. Epidemiyoloji

İntrakraniyal anevrizmalar genel yetişkin popülasyonunda sık görülen serebrovasküler lezyonlar arasında yer alır. Popülasyon temelli çalışmaların sistematik derlemelerinde, rüptüre olmamış anevrizmaların prevalansı yaklaşık %3,2 düzeyindedir (1). Prevalansın özellikle erişkin yaş grubunda belirginleştiği; çocukluk ve genç erişkinlik dönemlerinde düşük olduğu bildirilmektedir. Çoğu anevrizma, klinik yakınmaya neden olmadan, farklı bir nedenle yapılan görüntülemelerde insidental olarak saptanmaktadır. Prevalans, ADPKD, birinci derece akrabalarda anevrizma veya SAK öyküsü ve aterosklerotik hastalık varlığında artan oranlarla bildirilmektedir (1, 12).

Anevrizma rüptürü ile ortaya çıkan anevrizmal SAK, genel popülasyonda daha düşük sıklıkta gözlenmektedir. Dünya bölgelerini kapsayan sistematik incelemelerde SAK insidansı 100.000 kişi-yıl için 7–8 düzeyindedir (13). Zaman serisi analizlerinde insidansın 1980'lerden günümüze çeşitli bölgelerde azalma eğilimi gösterdiği bildirilmiştir. SAK insidansı ülkeler arasında belirgin farklılıklar göstermektedir; özellikle Japonya ve Finlandiya yüksek insidans oranları ile dikkat çekmektedir. Avrupa, Kuzey Amerika ve diğer bölgelerde daha düşük değerler rapor edilmiştir (13).

Anevrizma prevalansı ve SAK insidansı yaş ve cinsiyete göre değişkenlik göstermektedir. Prevalans 40 yaş sonrasında artış gösterir ve 50–60 yaş aralığında daha yüksek oranlara ulaşır. Cinsiyete göre dağılım incelendiğinde kadınlarda prevalansın daha yüksek olduğu bildirilmektedir (1, 12). SAK verileri de benzer bir dağılım göstermekte; kadınlarda SAK insidansı erkeklere kıyasla daha yüksek oranlarda rapor edilmektedir (13).

Coğrafi farklılıklar epidemiyolojik verilerin sürekli olarak vurgulanan bir yönüdür. Finlandiya ve Japonya'da hem rüptüre olmamış anevrizma prevalansının hem de SAK insidansının diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Bu farklılıkların genetik özellikler, yaşam tarzı faktörleri, toplumdaki hipertansiyon veya sigara prevalansı gibi değişkenlerle ilişkili olabileceği belirtilmektedir (1, 13).

Ülkeler arasında geniş varyasyon gösteren bu dağılım, epidemiyolojik çalışmaların metodolojik çeşitliliği ile birlikte değerlendirilmektedir.

Anevrizma gelişimi ve rüptürü ile ilişkili çeşitli risk faktörleri tanımlanmıştır. Sigara kullanımı, hipertansiyon ve yoğun alkol tüketimi temel modifiye edilebilir risk faktörleri arasında yer alır. Aile öyküsü, ADPKD, bağ dokusu hastalıkları (Ehlers–Danlos vb.) gibi kalıtsal durumlar risk artışı ile ilişkilidir. Popülasyon çalışmalarında sigara kullanımının hem anevrizma gelişimi hem de SAK insidansı ile güçlü bir ilişkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Hipertansiyonun da benzer biçimde hem prevalans hem insidans üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (1, 12, 13).

2.1.3. MCA Anevrizmaları

2.1.3.1. MCA Anatomisi ve Segmentasyonu

MCA, ICA'nin en büyük terminal dalıdır ve serebral hemisferin büyük bölümünü besler (2). MCA, ICA bifurkasyonundan çıkar ve lateral sulkus boyunca ilerleyerek frontal, parietal ve temporal lobların geniş kortikal alanlarına kan akımı sağlar (3). Arterin seyri boyunca derin perforan dallar, insular segment dalları ve kortikal dallar düzenli bir anatomik organizasyon oluşturur (2). MCA, serebral kan akımının yaklaşık üçte ikisini karşılayan temel bir serebrovasküler yapıdır (3). Bu nedenle arterin segmental anatomisi ve dallanma paternleri klinik uygulamalar için önemli bir referans niteliğindedir (2).

MCA, anatomik ve cerrahi pratikte dört segment olarak tanımlanır. Bu segmentlere ilişkin sınıflama ilk olarak Fischer tarafından yapılmış, daha sonra Gibo ve arkadaşları tarafından mikrocerrahi temelli detaylı bir tanımlamaya dönüştürülmüştür (2).

- **M1 Segmenti (Sfenoidal Segment):** M1 segmenti ICA bifurkasyonundan başlar ve sfenoid kanadın boyunca horizontal bir seyir izler. Segmentin ortalama uzunluğu 15–18 mm arasında değişir. M1, lentikulostriatal arterlerin çıkış noktasıdır ve bu dallar bazal ganglionlar, internal kapsülün lateral bölümü ve putamen için kritik kan akımı sağlar. Segmentin distal ucunda bifurkasyon, trifurkasyon veya daha kompleks dallanmalar görülebilir (2-4).

- **M2 Segmenti (İnsular Segment):** M2 segmenti, M1 bifurkasyon veya trifurkasyonundan sonra başlar ve insula yüzeyinde ilerler. Bu segment, Sylvian fissürün derin kısmında yer aldığı için hem anatomik varyasyonlara hem de stereotaktik yaklaşımlarda sınırlı görüş alanına sahiptir. M2 dalları, genellikle superior ve inferior trunkusların devamı niteliğindedir ve insular korteksi kanlandırır (2, 3).
- **M3 Segmenti (Operküler Segment):** M3 segmenti operküler kıvrımlar üzerinde seyrederek ve Sylvian fissürün daha yüzeyel bölümünde ilerler. Frontal, parietal ve temporal operküler bölgeleri besleyen kortikal dallar bu segmentten köken alır. M3 segmenti, cerrahi yaklaşımlarda daha kolay erişilebilir bir anatomik düzleme sahiptir (2, 3).
- **M4 Segmenti (Kortikal Segment):** M4 segmenti Sylvian fissürün dışına çıkarak korteks yüzeyine dağılır. Bu segmentin dalları, üst frontal, parietal, temporal ve posterior frontal bölgeleri besleyen geniş bir arteriyel ağ oluşturur. M4 dalları küçük çaplı olup distal kortikal sulkuslar boyunca ilerler. Bu segment, pial kollateral dolaşımın önemli bileşenidir (2, 3).

MCA'nın distal M1 bölgesinde üç ana dallanma paterni gözlenir: bifurkasyon, trifurkasyon ve multipl dallanma. Bifurkasyon en sık görülen paterndir ve MCA olgularının yaklaşık %78'inde izlenir. Trifurkasyon olguların %12'sinde, multipl dallanma ise %10'unda görülür. Bifurkasyon durumunda superior ve inferior trunkuslar ortaya çıkar ve bu trunkusların kalibrasyonu değişkenlik gösterir. Superior ve inferior trunkusların eşit gelişim gösterdiği patern %18 oranındadır. Superior trunkusun belirgin dominant olduğu patern %28, inferior trunkusun dominant olduğu patern ise %32 oranında bildirilmiştir. Bu anatomik varyasyonlar hem cerrahi hem endovasküler tedavide yaklaşım planlamasını doğrudan etkiler (4).

Lentikulostriatal arterler M1 segmentinden çıkar ve bazal ganglia ile internal kapsülün önemli bölgelerini besler. Bu perforatörlerin sayısı ve orijin noktası bireyler arasında değişkenlik gösterebilir ancak genellikle 6–12 küçük arterden oluşan bir grup şeklindedir. Arterlerin hedef bölgeleri arasında putamen, globus pallidusun lateral bölümü ve kapsüla internanın posterior kolu bulunur. Bu damarların hasarı ciddi

nörolojik defisitlere yol açabileceği için özellikle MCA anevrizmalarının tedavisinde korunmaları kritik öneme sahiptir (2, 3).

2.1.3.2. MCA Anevrizmalarının Özellikleri

MCA anevrizmaları tüm intrakranyal anevrizmaların önemli bir bölümünü oluşturur ve bildirilen oranlar %14–43 arasında değişir. Anevrizmalar çoğunlukla M1 bifurkasyonunda yer alır ve bu bölgedeki oran %70–73 seviyesindedir. Proksimal M1 segmenti ikinci en sık yerleşim bölgesidir ve bu segmentteki dağılım %9–22 arasındadır. Distal M2–M4 segmentler daha düşük oranlarda anevrizma barındırır ve bu bölgelerdeki lezyonlar daha küçük çaplıdır. MCA'nın bifurkasyon anatomisi ve hemodinamik yapısı, bu arterde anevrizma gelişme eğilimini artıran temel faktörler arasındadır (14, 15).

MCA anevrizmalarının büyük kısmı sakkular yapıdadır ve bu oran literatürde %85–90 olarak bildirilmiştir. Geniş boyunlu anevrizmalar belirgin sıklıkta görülür ve oranları %45–60 düzeyindedir. MCA bifurkasyon anatomisi, anevrizmaların bir veya iki M2 dalını kısmen içine almasına yol açabilir ve bu durum morfolojik sınıflandırmada önemli bir özelliktir. Fusiform tip anevrizmalar MCA'da daha nadir görülür ve oranları <%5 düzeyindedir. Fusiform lezyonlar çoğunlukla distal segmentlerde bulunur ve arter duvarındaki yapısal değişikliklerle ilişkilidir (15, 16).

MCA anevrizmalarının yönelimi morfolojik değerlendirmede önemli bir kriterdir. Lateral yönelim en sık görülen patern olup oranı %45 seviyesindedir. İnferior yönelim %38, superior yönelim %15 ve medial yönelim %2 oranında bildirilmiştir (14). Lateral projeksiyonlu anevrizmalar cerrahi yaklaşımlarda daha geniş bir görüş alanı sağlar. İnferior veya superior projeksiyonlu lezyonlarda ise trunkus dalları ve perforatör arterlerle yakın ilişki değerlendirilmelidir.

MCA kompleks anevrizmaları; büyük çaplı, dev boyutlu, geniş boyunlu, fusiform, dissekan veya kalsifiye yapıda olan lezyonları ifade eder. Büyük anevrizmalar 10–24 mm aralığında, dev anevrizmalar ise ≥ 25 mm çapında tanımlanır. Kompleks anevrizmalar sıklıkla parent arter duvar bütünlüğünde bozulma, intraluminal trombüs oluşumu veya çoklu lobülasyon ile birlikte görülür. Bu yapısal özellikler hem endovasküler hem cerrahi tedavi seçeneklerini sınırlandırır. Özellikle

fusiform ve dissekan MCA anevrizmaları, standart kliplleme veya coiling yöntemleriyle tam tedavi edilemeyebilir (16).

MCA anevrizmalarında M2 dallarının anevrizma boynuna veya gövdesine kısmen dahil olması sık karşılaşılan bir durumdur. Bu ilişkiler cerrahi yaklaşım sırasında trunkus ve perforatörlerin korunmasını zorlaştırabilir. M2 dallarının anevrizma boynundan çıktığı patern hem kliplleme açısını hem de endovasküler tekniklerde stent destekli girişim ihtiyacını belirleyen bir faktördür (15).

M3–M4 segment anevrizmaları daha nadir görülür ve oranları tüm MCA anevrizmalarının <5%’ini oluşturur (14, 15). Distal lezyonlar çoğunlukla fusiform eğilimlidir ve genellikle travma, disseksiyon veya arteriyel duvar hastalıklarıyla ilişkilidir (16). Bu bölgedeki anevrizmalar küçük çaplı olmasına rağmen kortikal dallara yakınlığı nedeniyle seçilmiş cerrahi yaklaşımlar gerektirir.

2.1.3.3. Lokalizasyon Dağılımı

MCA anevrizmaları belirgin bir bölgesel kümelenme gösterir ve özellikle ana bifurkasyon çevresinde yoğunlaşır (14, 15). Bu bölgedeki yüksek görülme oranı, hemodinamik ayrılma noktalarının yarattığı duvar stresinin belirgin olmasıyla ilişkilidir (14). Proksimal segment anevrizmaları daha sınırlı bir dağılım gösterse de trunkus çıkış açıları ve arter duvarındaki akım değişiklikleri bu bölgedeki oluşumu kolaylaştırır (15).

M2 ve daha distal segmentlerde izlenen anevrizmalar daha heterojen bir topografiye sahiptir (17). Bu lezyonlar, kortikal dalların anatomik çeşitliliği nedeniyle farklı sulkus ve girus düzlemlerinde ortaya çıkabilir. Distal anevrizmaların belirgin özelliği, lokal damar çaplarının daha küçük olması ve çevre dokularla daha yakın ilişki göstermesidir (17).

Birden fazla MCA anevrizmasının eşzamanlı görülmesi, dağılımının yalnızca tek bir segmentte sınırlı kalmadığını gösteren önemli bir klinik durumdur (14). Multipl anevrizmalar çoğu zaman bifurkasyon ve proksimal segment kombinasyonlarında gözlenir. Bu konfigürasyon, hemodinamik yükün birden fazla odakta yoğunlaştığını düşündürür.

Bilateral yerleşimli MCA anevrizmaları yapısal bir simetri eğilimi gösterir ve ayna konfigürasyonlu olgular bunun belirgin örneğidir (14). Ayna yerleşimi, iki taraflı benzer segmentlerde eş zamanlı anevrizma gelişimi anlamına gelir. Bu durum genetik veya damar duvarı yatkınlığının anatomik bir yansıması olarak değerlendirilir (17).

Anevrizmaların bir kısmı segment geçiş alanlarında ortaya çıkar ve bu bölgelerdeki akım yönelimi farklılıkları, segmental dağılımın tamamlayıcı bir bileşenidir (15). Bu geçiş bölgeleri, özellikle bifurkasyon öncesi kısa segment ile insular başlangıç arasında görülebilir. Bu alanlar, akımın hızlandığı dar açılı damar konfigürasyonları ile ilişkilidir.

2.1.3.4. Görüntüleme Yöntemleri

MCA anevrizmalarının değerlendirilmesinde kullanılan temel yöntemler dijital subtraksiyon anjiyografi, bilgisayarlı tomografi anjiyografi ve manyetik rezonans anjiyografidir (18). Bu yöntemler, MCA bifurkasyonunun kompleks geometresi ve perforatör ilişkileri nedeniyle yüksek uzaysal çözünürlük gerektirir. Görüntüleme seçimi; lezyon boyutu, boyun genişliği, yönelimi ve damar-akım ilişkilerinin detay düzeyi ile doğrudan bağlantılıdır (19).

Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (BTA):

BTA, MCA segmentlerinin değerlendirilmesinde yüksek uzaysal çözünürlük ve kısa çekim süresi nedeniyle ön planda yer alır (18). Modern multidetektör BT sistemlerinde 0.5–1 mm kolimasyon ve 0.3–0.5 mm rekonstrüksiyon aralığı ile alınan ince kesitler, MCA bifurkasyonunda kompleks açılanmaları net biçimde ortaya koyar. MCA anevrizmalarında boyun-sak oranı, M2 dallarının ayrılma açıları ve kalsifikasyon varlığı BTA ile güvenilir biçimde ölçülebilir (18).

BTA'nın duyarlılığı %95–98, özgüllüğü ise %90–95 olup; bu değerler özellikle 3 mm üzeri lezyonlarda daha yüksektir (19). Villablanca <5 mm anevrizmalarda duyarlılığı %98–100 arasında bildirmiştir (20). Bu özellik MCA bifurkasyonundaki küçük boyunlu anevrizmaların görüntülenmesinde önemli bir avantaj sağlar.

BTA'nın temel gücü, elde edilen veri setini çok yönlü yeniden formatlama yeteneğidir.

- 2D multiplanar rekonstrüksiyonlar, boyun konfigürasyonunu
- 3D volümetrik rekonstrüksiyonlar, akım yönünü ve dallanma açılarını
- Curved planar rekonstrüksiyonlar, M1–M2 geçişinin üç boyutlu ilişkisini yüksek doğrulukla gösterir (20).

MCA bölgesine özgü artefaktlar (18):

- Kemik yapı yakınlığı nedeniyle yoğun kemik artefaktı görülebilir.
- M1 segmenti sfenoid kanada paralel olduğundan threshold editing gerektirir.
- Fisher lines ve beam hardening artefaktları BTA’da yanlış pozitif sak görüntüsüne neden olabilir.

Bu nedenle MCA anevrizmalarının değerlendirilmesinde manuel bone editing kritik öneme sahiptir (18).

Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA):

Time-of-flight manyetik rezonans anjiyografi (TOF-MRA), MCA anevrizmalarında kontrast madde gerektirmeyen non-invaziv bir değerlendirme yöntemidir (19). TOF-MRA’da akım kaynaklı sinyal artışı sayesinde özellikle M1 ve M2 segmentlerindeki damar lümeni belirgin şekilde görüntülenir. Pulsatil akımın manyetik sinyal katkısı sayesinde, özellikle M1 ve M2 segmentlerinde damar lümeni belirgin şekilde ortaya çıkar.

TOF-MRA’nın duyarlılığı %86–95, özgüllüğü %84–100 aralığındadır (18). Ancak küçük ve düşük akım hızına sahip anevrizmalarda sinyal kaybı görülebilir. MCA bifurkasyonunda akımın çok yönlü olması, özellikle aşağı yönelimli veya geniş boyunlu anevrizmalarda sinyal heterojenliğine yol açabilir (19).

Teknik hususlar:

- İn-plane saturasyon sık görülür, özellikle M1 horizontal segmentte.

- Turbulans sonucu *phase dispersion* oluşabilir ve boyunda sinyal kaybı yapılabilir.
- Akımın çıkış yönü M2 superior–inferior trunkuslar arasında farklı sinyal yoğunluğu oluşturabilir.

Kontrastlı MRA akım bağımlılığını azaltır; ancak <3 mm lezyonlarda duyarlılık artışı sınırlıdır (19).

Dijital Subtraksiyon Anjiyografi (DSA):

DSA, MCA anevrizmalarında referans yöntemdir ve <1 mm lezyonları gösteren en yüksek uzaysal çözünürlüğü sağlar (18). Özellikle MCA bifurkasyonu ve perforatör arterler gibi anatomik olarak karmaşık alanlarda detaylı damar-anevrizma ilişkisi sunar.

MCA'ya özgü teknik avantajlar:

- 3D rotasyonel DSA, bifurkasyon açısı ve trunkus ayrımlarını üç boyutlu olarak ortaya koyar (18).
- Perforan arterlerin seyri net biçimde izlenebilir; MCA anevrizma tedavisinde kritik bilgidir.
- Neck remnant ve branch incorporation değerlendirmesinde en doğru modalitedir.

Görüntü kalitesi:

- 1024×1024 matriks ile 0.3 mm'nin altında efektif çözünürlük sağlanır.
- MCA bifurkasyonunun tam profilde görüntülenebilmesi için çoklu oblik projeksiyonlar kullanılmalıdır (18).

Riskler:

DSA invaziv bir yöntemdir ve nörolojik komplikasyon oranı %0.5–1 arasındadır (19). Bu nedenle belirgin anatomik detay gerektiren olgular dışında tarama amacıyla tercih edilmez.

Küçük ve Kompleks Anevrizmaların Görüntülenmesi:

<3 mm anevrizmalar MCA bölgesinde zor görüntülenebilir.

- BTA, yüksek çözünürlüğü sayesinde bu grup için en yüksek doğruluğa sahiptir (20).
- DSA, özellikle aynı segmentte perforatör ayrımı varsa tercih edilir.
- MRA, bu boyutta düşük sinyal nedeniyle sınırlı performans gösterir (19).

Kompleks anevrizmalarda:

- Lobülasyon analizi 3D-BTA’da,
- Boyun–dal ilişkisi DSA’da,
- Trombus ve kalsifikasyon değerlendirme BTA’da daha üstündür (20).

MCA anevrizmalarının görüntülenmesinde kullanılan yöntemlerin teknik özellikleri, klinik senaryolara göre farklı düzeyde bilgi sağlar. Modalitelerin performansı, özellikle çözünürlük, çekim süresi, akıma duyarlılık ve küçük lezyonları gösterme kapasitesi temel alınarak değişir (18-20). Klinik duruma göre MCA anevrizmalarında modalite seçimi ve nedenleri **Tablo 1**’de sunulmuştur.

Tablo 1. Klinik duruma göre modalite seçimi

Klinik Durum	Uygun Modalite	Teknik Gerekçe
Acil değerlendirme gerektiren durumlar	BTA	Kısa çekim süresi ve yüksek uzaysal çözünürlük ile MCA segmentlerinin hızlı ve ayrıntılı görüntülenebilmesi
Tarama veya klinik takip	MRA	Non-invaziv yapı, radyasyon içermemesi ve kontrastsız tekniklerle lümen değerlendirmesi yapılabilmesi
Anevrizma morfolojisinin girişimsel planlama amacıyla ayrıntılı incelenmesi	DSA + 3D rekonstrüksiyon	En yüksek uzaysal çözünürlük, perforan arterlerin gösterilmesi ve boyun-dal ilişkilerinin net belirlenmesi
<3 mm veya çok küçük boyutlu lezyon şüphesi	BTA veya DSA	Yüksek çözünürlükle küçük anevrizmaların tespit edilebilmesi ve duyarlılığın CTA'da %98–100'e ulaşabilmesi

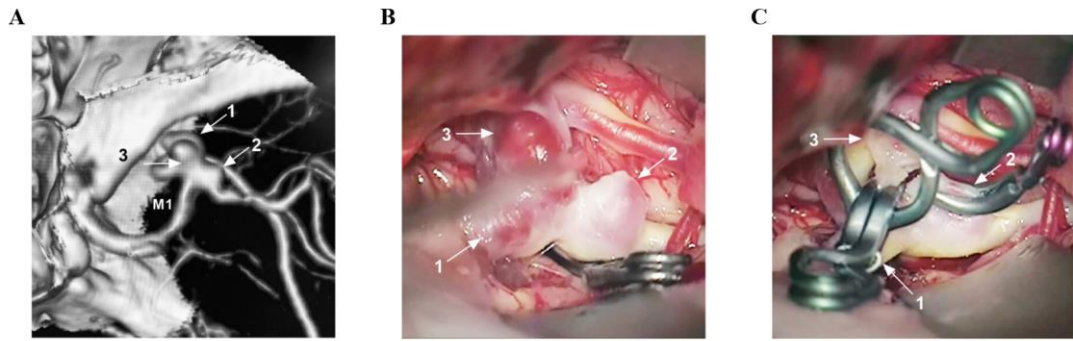
2.2. Anevrizma Tedavi Yöntemleri

İntrakraniyal anevrizmaların tedavisi, temel olarak cerrahi kliplleme ve endovasküler girişimler olmak üzere iki ana modaliteye dayanır. Her iki yaklaşımın ortak amacı, anevrizma kesesinin dolaşımdan tamamen izole edilerek rüptür veya yeniden kanama riskinin ortadan kaldırılmasıdır. Uygulanan yöntemin seçimi, hastanın yaşı, eşlik eden medikal durumları, anevrizmanın anatomik lokalizasyonu, boyun–gövde ilişkisi, damar dallanmalarıyla temas özellikleri ve kullanılan tekniğin merkezdeki deneyimi gibi çok sayıda parametreye bağlı olarak şekillenir (8). Anterior sirkülasyon yerleşimli, geniş boyunlu ya da morfolojik olarak kliplleme için uygun konfigürasyona sahip lezyonlarda açık cerrahi daha avantajlı olabilirken; derin yerleşimli, dar boyunlu veya cerrahi erişimi güç anevrizmalarda endovasküler yaklaşım tercih edilebilmektedir. Her iki yöntemin de kendine özgü komplikasyon profili ve uzun dönem oklüzyon başarısı bulunduğundan, karar süreci multidisipliner değerlendirme ile yürütülür. Güncel kılavuzlarda, tedavi stratejisinin

bireyselleştirilmesi ve yüksek hacimli merkezlerde gerçekleştirilmesi önerilmektedir (8).

2.2.1. Cerrahi Klipleme

Cerrahi klipleme, intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde anevrizma boyununun mekanik olarak kapatılmasına dayanan bir yöntemdir ve modern nörovasküler cerrahinin temel tekniklerinden biridir. Yöntem, ilk olarak 1930’lu yıllarda tanımlanmış olup zaman içinde mikrocerrahi teknikler, ameliyat mikroskobu ve ek nörofizyolojik izlem yöntemlerinin gelişmesiyle daha güvenli uygulanabilir hâle gelmiştir (8). Motor uyarılmış potansiyel (MEP) monitörizasyonu gibi modern teknolojiler, özellikle anterior dolaşım anevrizmalarında intraoperatif güvenliği artırmak amacıyla kullanılmaktadır (21). Cerrahi yaklaşımın temel amacı, anevrizma kesesinin dolaşımla bağlantısını titanyum klips ile kesmek ve bu sayede rüptür riskini ortadan kaldırmaktır (8). Cerrahi klipleme sırasında anevrizma boyununun ortaya konması, parent damar ve perforanların korunması ve klipsin doğru açıyla yerleştirilmesi temel aşamaları oluşturur. MCA bifurkasyonuna yerleşmiş bir anevrizmanın klipleme sürecine ait örnek görüntü **Şekil 2**’de sunulmuştur (17).



Şekil 2. Sağ MCA bifurkasyonunda çok lobüllü anevrizma (17). **(A)** Preoperatif BTA’da anevrizmanın üç ayrı lobülü (1, 2 ve 3) izlenmektedir. **(B)** İntraoperatif görüntüde lobüllerin belirgin görünümü. **(C)** Kalıcı klips yerleşimi sonrası lobüllerin görünümü.

Cerrahi işlemde, ilgili damar segmentine uygun kraniyotomi yapılır ve mikroskop eşliğinde parent damar, dalları ve perforan arterler ortaya konur. Anevrizma boyununun net şekilde belirlenmesi, klipsin doğru açıda yerleştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle MCA bifurkasyon anevrizmaları, yüzeysel yerleşimleri ve bifurkasyon anatomisinin cerrahiye elverişli olması nedeniyle klipleme için uygun

gruplardan biridir (22). Bu anatomik avantaj, MCA anevrizmalarının cerrahi ile yüksek oranda tam oklüzyon sağlanabilmesinin önemli nedenlerindendir (22). Parent damar akımının korunması ve perforan yaralanmalarının önlenmesi, mikrovasküler disseksiyonun temel ilkesini oluşturur (8).

Cerrahi kliplleme tam oklüzyon, düşük rekürrens ve uzun dönem stabilite açısından güçlü sonuçlar sağlayan bir yöntemdir. Randomize çalışmalarda endovasküler tedavi ile erken dönem karşılaştırmalarda cerrahi grubunda daha yüksek başlangıç morbiditesi bildirilmiş olsa da tam oklüzyon ve rekürrens açısından cerrahinin üstün olduğu gösterilmiştir (23). BRAT çalışmasının uzun dönem takip sonuçlarında, retreatment oranlarının endovasküler tedaviye göre cerrahi grupta belirgin şekilde daha düşük olduğu rapor edilmiştir (24). Güncel dönemde nörofizyolojik monitörizasyonun ve intraoperatif görüntüleme yöntemlerinin kullanılmasıyla komplikasyon oranları daha da azalmış olup, geniş serilerde kalıcı morbidite oranlarının oldukça düşük olduğu bildirilmektedir (21).

Cerrahi klipllemenin komplikasyonları, kullanılan tekniğin anatomik sınırlılıklarıyla ilişkilidir. İntraoperatif rüptür, perforan yaralanması ve postoperatif iskemik enfarktler görülebilir. ISAT ve BRAT çalışmalarında erken dönemde cerrahi grupta morbiditenin endovasküler tedaviye göre yüksek bulunduğu bildirilmiştir (23, 24). Bununla birlikte modern serilerde, özellikle anterior dolaşım anevrizmalarında, kalıcı nörolojik defisit oranlarının düşük olduğu belirtilmektedir (21). Klipllemenin avantajı, anevrizmanın doğrudan görülmesini sağlaması ve geniş boyunlu ya da kompleks anatomili lezyonlarda bile tam oklüzyon elde etme imkânı sunmasıdır (8, 22).

Hasta seçimi tedavi başarısında belirleyici unsurdur. AHA/ASA kılavuzuna göre genç hastalar, anterior dolaşım anevrizmaları ve özellikle MCA bifürkasyon anevrizmaları cerrahi için uygun adaylardır (8, 22). Geniş boyunlu anevrizmalar veya parent damar–anevrizma ilişkisi nedeniyle rekonstrüksiyon gerektiren lezyonlar cerrahiye daha elverişlidir (8). Buna karşılık posterior dolaşım yerleşimli anevrizmalar, ileri yaş veya ciddi sistemik komorbiditeler endovasküler yaklaşımı daha uygun hâle getirebilir (23). MCA anevrizmaları için cerrahinin öncelikli tedavi

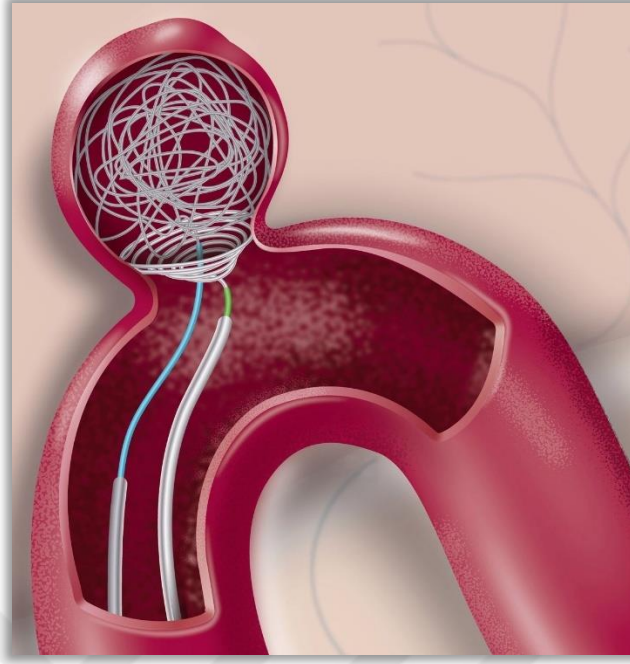
seçeneği olmasının temel nedeni, geniş cerrahi erişim penceresi ve yüksek oklüzyon başarısıdır (22).

2.2.2. Endovasküler Tedavi Yöntemleri

Endovasküler tedavi, intrakraniyal anevrizmaların mikrokater temelli yöntemlerle dolaşımdan izole edilmesini sağlayan minimal invaziv bir yaklaşımdır. Elektrolitik ayrılabilir koillerin 1990'lı yıllarda klinik kullanıma girmesi, modern endovasküler pratiğın temelini oluşturmuş ve özellikle dar boyunlu anevrizmalarda güvenli bir tedavi seçeneği sunmuştur (25). ISAT ve BRAT sonuçları, seçilmiş hastalarda endovasküler tedavinin güçlü bir alternatif olduğunu göstermiş; bu bulgu, nörovasküler tedavi paradigmasını önemli ölçüde etkilemiştir. Endovasküler yaklaşım, mikrokater ile anevrizma torbasına ulaşarak akımı azaltan veya mekanik destek sağlayan implantların yerleştirilmesi esasına dayanır. Geniş boyunlu veya kompleks konfigürasyonlu anevrizmalar için balon yardımcı, stent yardımcı ve intrasakkular akım kesici cihazlar geliştirilmiştir (26, 27). Böylece anevrizma anatomisine göre uyarlanabilen geniş bir tedavi yelpazesi ortaya çıkmıştır.

2.2.2.1. Basit Koilleme

Basit koilleme, anevrizma tedavisinin en temel endovasküler yöntemidir. İşlem, stabil proksimal erişim sağlandıktan sonra mikrokater–mikroguidewire sistemi ile anevrizma torbasına navigasyonla başlar. Mikrokater ucu, torbanın geometrisine uygun şekilde şekillendirilir; bu shaping işlemi framing aşamasında coil stabilitesini belirleyen kritik bir adımdır. İlk yerleştirilen framing koili, torba duvarına temas eden üç boyutlu bir iskelet oluşturarak hem torbanın iç sınırlarını belirler hem de olası prolapsı engeller. Bunu takiben filling aşamasında daha yumuşak koiller ile torba progresif olarak doldurulur ve akım yavaşlatılır. “Finishing” aşamasında ise en yumuşak koiller kullanılarak küçük boşluklar doldurulur ve trombüs oluşumu desteklenir (Şekil 3). Elektrolitik veya termal ayrılma mekanizmaları, coilin güvenli şekilde bırakılmasını sağlar (25).



Şekil 3. Basit koilleme sırasında mikrokater ve framing-coil yerleşimi (28)

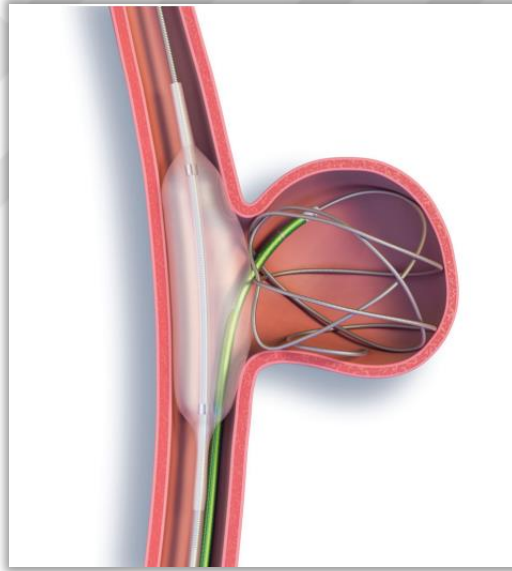
Mikrokater stabilitesi, framing sırasında torbanın içine doğru yeterli destek sağlanamadığı durumlarda kaybolabilir. Bu nedenle operatör, mikrokaterin torba dışına itilmesi anlamına gelen “kickback” fenomenine karşı dikkatli olmalıdır. Koillemenin temel hemodinamik etkisi, torba içinde akım hızının düşmesi ve buna bağlı trombus oluşumudur. ARETA verileri, komplikasyonların çoğunun tromboembolik mekanizmalara bağlı olduğunu göstermiş ve teknik stabilitenin güvenliği doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur (25). Bununla birlikte geniş boyunlu anevrizmalarda framing koilinin yeterli destek sağlayamaması, koillerin parent damara protrüzyon riskini artırır. Bu sınırlılık, balon yardımcı veya stent yardımcı tekniklere geçiş gereksinimlerinin temel nedenidir (27).

Basit koilleme, özellikle dar boyunlu ve küçük–orta boyutlu sidewall anevrizmalarda ideal bir yaklaşımdır. Dome-to-neck oranının yüksek olması, framing koilinin stabil yerleşimini kolaylaştırır. Ancak geniş boyunlu, bifürkasyon yerleşimli ve düşük dome-to-neck oranlı anevrizmalarda framing koilinin parent damar içine taşma riski belirgin şekilde artar. Bu durum koillemenin etkinliğini azaltır ve yardımcı tekniklere ihtiyaç doğurur. Koilleme, minimal implant yükü ve düşük antiplatelet

gereksinimi nedeniyle uygun anatomide güvenli bir seçenek olmayı sürdürmektedir (25, 27).

2.2.2.2. Balon Yardımlı Koilleme

Balon yardımlı koilleme, Moret tarafından 1997’de tanımlanan remodeling konseptine dayanır (27). Bu teknikte boyun düzeyine yerleştirilen compliant veya hypercompliant balon, koil yerleştirme sırasında geçici olarak şişirilerek parent damar lümeni korunur. Mikrokateter koil yerleşimi sırasında sabit kalırken, balon şişirme–indirme döngüleriyle framing koilinin boyundan taşması engellenir. Balonun torba boynunu tamamen örtmesi, koil stabilitesi için temel şarttır. Dual-lumen balon sistemleri (ör. Scepter XC), aynı cihaz üzerinden hem balon hem koil manipülasyonuna olanak sağlayarak işlem güvenliğini artırır (26).



Şekil 4. Balon yardımlı koilleme tekniği (26)

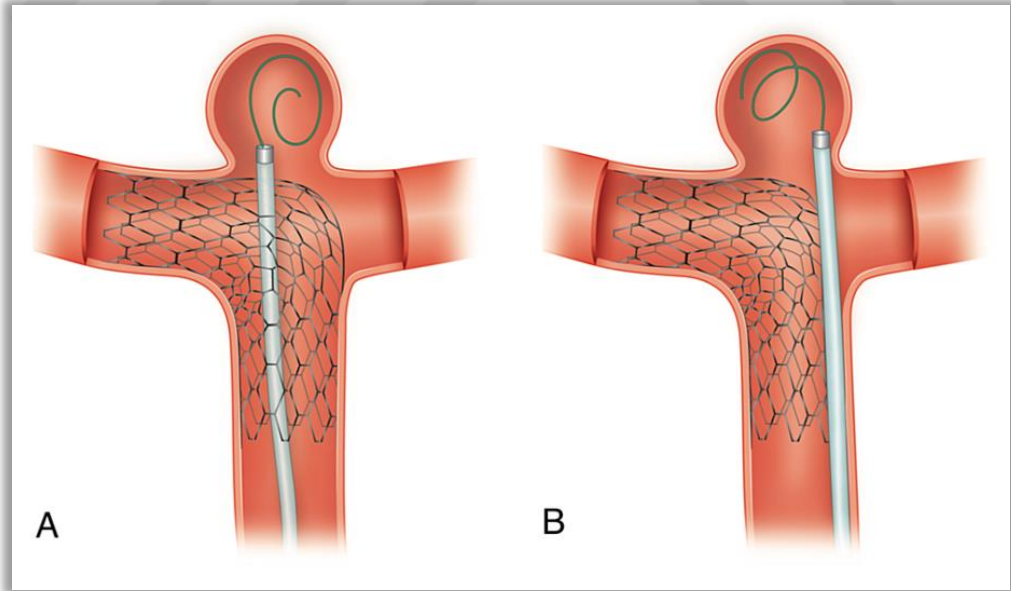
Sidewall anevrizmalarda balon yerleşimi nispeten basittir; ancak bifürkasyon anevrizmalarında balonun her iki dalı koruyacak şekilde konumlandırılması gerekebilir. Parent damar tortuozitesi, açılarının keskinliği ve boyun genişliği, balonun yerleştirilebilirliğini belirleyen temel anatomik faktörlerdir. Remodeling sırasında akımın geçici olarak kesilmesi nedeniyle kısa süreli iskemi potansiyeli vardır; bu nedenle şişirme süreleri kısa tutulur. Yine de stent yerleştirilmeden boyun kontrolü

sağlanabildiği için özellikle subaraknoid kanama olgularında önemli bir avantaj sunar (25, 27).

Balon yardımcı teknik, geniş boyunlu sidewall veya bifürkasyon anevrizmalarında koillemenin stabilitesini artırmak için kullanılır. Dual antiplatelet tedavi gerektirmemesi, özellikle rüptüre anevrizmalarda önemli bir avantaj sağlar. Ancak parent damarın ileri derece tortuoz olması, balon navigasyonunu zorlaştırabilir. Ayrıca çok geniş boyunlu anevrizmalarda balonun tam boyun kapanması sağlayamaması, tekniğin etkisini sınırlayabilir (26, 27).

2.2.2.3. Stent Yardımlı Koilleme

Stent yardımcı koilleme, geniş boyunlu anevrizmalarda boyun düzeyinde kalıcı bir metal iskelet oluşturarak koillerin torbada stabil kalmasını sağlar. Açık hücreli stentler (Neuroform, Neuroform Atlas) damar duvarına iyi uyum sağlarken; kapalı hücreli stentler (Enterprise) daha sıkı bir scaffold oluşturur ve koil prolapsını azaltır (29, 30). Örgülü (braided) stentler (LVIS, Leo), yüksek metal örtücülük oranı ile boyun seviyesinde akım düzenleyici etki sağlar.



Şekil 5. Stent yardımcı koilleme, **A:** Coil-through tekniği, **B:** Jailing tekniği (31)

Jailing tekniğinde mikrokater stent açılmadan önce torba içine yerleştirilir ve stent açıldıktan sonra mikrokater “hapis” konumunda kalır. Semi-jailing tekniğinde

ise mikrokater stent yerleştirildikten sonra strut açıklıklarından torbaya yönlendirilir (Şekil 5). Bifürkasyon anevrizmalarında Y veya X konfigürasyonlu iki stent ile boyun bölgesi desteklenebilir. Mikrokaterin stent strutları arasından geçirilmesi (“through-the-strut”) işlem becerisi gerektiren kritik bir aşamadır. Stent yerleşimi sonrası koiller boyun bölgesinde kalıcı metal iskelet tarafından desteklenir ve uzun dönem oklüzyon oranları artar (29).

Stent yardımcı koilleme, geniş boyunlu, düşük dome-to-neck oranlı veya bifürkasyon yerleşimli kompleks anevrizmalarda tercih edilir. Uzun dönem patensi yüksek olması önemli bir avantajdır. Ancak dual antiplatelet tedavi gereksinimi tromboembolik riskleri artırır ve bu durum özellikle akut rüptürlü olgularda kullanımını sınırlar (30). Ayrıca stent yerleşimi için yeterli parent damar çapı ve intrakraniyal navigasyon uygunluğu gereklidir.

2.2.2.4. İntrasakkular Akım Çevirici Cihazlar (WEB)

WEB cihazı, nitinol örgü yapısıyla anevrizma torbası içine yerleştirilen intrasakkular bir akım çevirici sistemdir. Cihaz, boyun düzeyindeki akımı yavaşlatarak trombüs oluşumunu destekler ve parent damar içinde kalıcı bir implant gerektirmez. WEB’in boyun açıklığını dolduran “neck recess” tasarımı, akımın torbaya girişini belirgin şekilde azaltır. Sizing işlemi cihazın genişlik ve yüksekliğine göre yapılır; yetersiz ölçülendirme, cihaz protrüzyonu veya yetersiz appozisyona yol açabilir (32). Mikrokater navigasyonu sırasında torbaya giriş esnasında kickback riski olduğundan stabil erişim önemlidir.

WEB özellikle geniş boyunlu bifürkasyon anevrizmaları (MCA, AComA, BA) için tasarlanmıştır. Antiplatelet gereksiniminin az olması, rüptürlü olgularda avantaj sağlar. Ancak anatomik uygunluk zorunluluğu, cihaz protrüzyonu riski ve uzun dönem verilerin halen sınırlı olması temel sınırlılıklardır. French Observatory çalışması ve uzun dönem takipler WEB’in güvenlik profilinin iyi olduğunu göstermektedir (32, 33).

2.3. Akım Yönlendirici Stentler

Akım yönlendirici stentler (FD), intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde damarsal rekonstrüksiyon temelli bir yaklaşım sunan endoluminal implantlardır. Bu cihazlar, anevrizma torbasına doğrudan girilmeden, patolojik segment boyunca parent

arterde yeniden şekillenme sağlayarak anevrizmanın dolaşımdan dışlanmasına imkân tanır (5). İlk olarak internal karotid arterin geniş boyunlu ve fusiform anevrizmalarında kullanılmak üzere geliştirilmiş olmakla birlikte, sonraki yıllarda kullanım alanı distal serebral segmentleri ve farklı anevrizma tiplerini içerecek şekilde genişlemiştir (5, 6).

Flow diverterlerin etkisi, yüksek tel yoğunluğuna sahip örgü yapıları aracılığıyla anevrizma boynunda oluşturdukları hemodinamik değişikliklerle başlar. Yaklaşık %30–35 düzeyindeki metal örtülülük, anevrizma boynundan geçen akım hızını azaltır, vorteks oluşumunu zayıflatır ve intrasakküler akımı düşük shear stress ortamına dönüştürür (6, 34). Bu ortam, akım stazı ile karakterize olup, trombüs oluşumunu destekleyen biyomekanik koşulları ortaya çıkarır. Trombüsün organize olması ve zaman içinde gerilemesiyle anevrizma lümeni giderek izole bir hâl alır; bu süreç klinik takiplerde progresif oklüzyon oranlarının artışıyla uyumludur (6).

Hemodinamik düzenlenmeyi izleyen biyolojik fazda, stent telleri damar duvarı boyunca yeni dokusal oluşum için bir iskelet görevi görür. Endotel hücreleri parent arterden cihaz yüzeyine göç eder; düz kas hücrelerinin katılımıyla birlikte anevrizma boynunu kaplayan neo-intimal bir tabaka gelişir (5, 34). Bu tabakanın oluşumu, cihazın damar duvarına düzgün appozisyonuyla yakından ilişkilidir ve endotelializasyonun başlangıçta parent arter segmentinde, daha sonra ise anevrizma boynunda olduğu deneysel çalışmalarda gösterilmiştir. Düşük shear stress düzeylerinin endotel proliferasyonunu hızlandırdığı, residual boyun akımının ise bu süreci geciktirebildiği rapor edilmiştir (34).

Flow diverter tasarımında hedef, anevrizma boynundaki akımı azaltırken yan dalların ve perforan arterlerin perfüzyonunu sürdürebilecek bir denge oluşturmaktır. Porozite ve örgü yapısına bağlı olarak yan dal ostiumları üzerinde tam bir akım kesilmesi oluşmaz; yan dal akımı büyük ölçüde basınç gradyanına bağlı olduğundan perforanların çoğunun açık kaldığı hem klinik hem de deneysel verilerle gösterilmiştir (6, 35). FD uygulaması sonrasında dalların açıklığını etkileyen en önemli parametreler arasında cihazın damar duvarına appozisyonu, lokal akım koşulları ve dalların beslediği arteriyel bölgenin hemodinamik gereksinimleri yer alır.

Akım yönlendirme yaklaşımının temel özelliği, anevrizmanın torbasına materyal yerleştirilmeden, parent damarın biyomekaniğini yeniden şekillendirmeye dayanmasıdır. Bu yöntemle anevrizma tedavisi, intrasakküler tekniklerden farklı bir patofizyolojik süreci takip eder ve oluşan trombotik değişiklikler ile neo-intimal kapanma birbirini tamamlayan iki aşama hâlinde gerçekleşir (5, 6, 34, 35).

2.3.1. Flow Diverter Tipleri

Flow diverter teknolojisi, endoluminal akım modifikasyonu yoluyla anevrizma tedavisi sağlayan çeşitli cihaz platformlarını içeren geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Bu cihazlar; tel sayısı, porozite, metal örtülülük oranı, örgü yapısı ve teslimat sistemleri açısından birbirlerinden ayrılır ve her birinin klinik kullanımı hedeflenen damarın çapı, anatomi ve anevrizma özellikleriyle uyumlu olacak şekilde geliştirilmiştir (6). İlk jenerasyon cihazlar arasında yer alan Silk (Balt) ve Pipeline Embolization Device (PED) (Medtronic), geniş boyunlu internal karotid arter anevrizmalarının tedavisi için tasarlanmış olup yaklaşık %65–70 porozite ve 48 tel yapısına sahiptir (6, 35). Bu cihazlar parent damar rekonstrüksiyonu için yüksek metal örtülülüğü sağlayarak akım yönlendirme etkisini oluşturur.

Zaman içinde akım yönlendirici stent teknolojisi hem porozite kontrolü hem de dağıtım kabiliyeti açısından geliştirilmiştir. PED Flex ve PED Shield, önceki nesillere kıyasla daha esnek yapıları ve yüzey modifikasyonlarıyla (örneğin Shield teknolojisi) trombojeniteyi azaltmayı hedefleyen tasarımlar sunar (34, 35). Yüzey modifikasyonlarının, özellikle çift antiplatelet tedavi gereksinimini azaltmaya yönelik çalışmalar kapsamında önem kazandığı bildirilmiştir (34). PED'in ardıl versiyonlarıyla birlikte Surpass ve Surpass Streamline gibi cihazlar da daha yüksek tel sayısı (48–96 arası) ve farklı örgü açıları ile geniş çaplı damar segmentlerinde stabil duvar appozisyonu sağlamayı amaçlar (35).

Çift katman yapısına sahip FRED (Flow Re-Direction Endoluminal Device) (MicroVention), yüksek poroziteli dış katman ile düşük poroziteli iç katmanı birleştirerek hem akım yönlendirme performansını artırmayı hem de parent damar esnekliğini korumayı amaçlayan özgün bir tasarım sunar (35). Klinik uygulamalarda FRED ve FRED Jr., özellikle orta ve distal serebral arter segmentlerinde

kullanılmaktadır. MCA bifurkasyon anevrizmalarında yapılan tek merkezli deneyimlerde FRED'in teknik olarak uygulanabilir olduğu bildirilmiştir; ancak bifurkasyon anatomisinin cihaz performansını etkileyebileceği belirtilmiştir (36, 37).

Distal yerleşimli anevrizmalar için geliştirilen düşük profilli cihazlar, flow diverter teknolojisinin önemli bir alt grubunu oluşturur. Silk Vista Baby (SVB), 0.017" mikrokater üzerinden teslim edilebilmesi nedeniyle A2–A3, M2–M3 gibi distal arter segmentlerinde kullanılabilen ilk düşük profilli flow diverter cihazıdır (38). Distal ACA anevrizmaları üzerine yapılan yüksek hacimli merkezlerce yürütölmüş sistematik incelemelerde, SVB ve benzer düşük profilli cihazların küçük damar çaplarında başarılı uygulama imkânı sunduğu; teknik teslimat kolaylığının yanı sıra akım yönlendirme etkinliğinin korunduğu gösterilmiştir (38). Bununla birlikte SVB'nin düşük profil yapısı, özellikle Willis poligonu distalindeki tortuöz segmentlerde erişim kolaylığı sağlamaktadır (39).

Cihaz tipleri arasındaki farkların klinik açıdan karşılaştırılmasında tel sayısı, örgü açısı ve metal örtölölülüğü temel belirleyici parametrelerdir. Tel sayısının artması poroziteyi azaltarak akım yönlendirme etkisini güçlendirirken, porozitenin aşırı düşmesi yan dal açıklığı üzerinde olumsuz etki yaratabileceği için cihaz tasarımlarında belirli bir denge hedeflenir (6, 34). Ayrıca farklı cihazların klinik performansı, anatomik lokasyon, parent damar çapı ve damar duvarı eğriliği gibi faktörlere bağılı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, flow diverter seçiminde cihaz tasarım özellikleri ile hedef damar anatomisinin birlikte değerlendirilmesi önem taşır (36-39).

2.3.2 Endikasyonlar ve Hasta Seçimi

Akım yönlendirici stentlerin klinik uygulamasında endikasyon belirlenmesi, anevrizma morfolojisi, damarsal anatomi, damar çapı, parent damar seyri ve hastanın antiplatelet tedaviye uygunluğu gibi çok boyutlu bir değerlendirme gerektirir. FD teknolojisi, özellikle geniş boyunlu, fusiform, dissekan veya rekürren anevrizmaların tedavisinde parent damar rekonstrüksiyonuna olanak sağladığı için konvansiyonel tekniklere alternatif bir yaklaşım sunar (6). İnternal karotid arterin paraoftalmik ve supraklinoid segmentleri, geniş damar çapı ve lineer akım yapısı nedeniyle FD kullanımında en uygun bölgeler arasında yer alır (6, 35).

Geniş boyunlu (neck >4 mm veya dome/neck <2), kompleks tabanlı veya fusiform konfigürasyonlu anevrizmalar FD için temel endikasyon grubunu oluşturur. Bu morfolojilerde intrasakküler koil stabilitesi düşük olduğundan, akım yönlendirici ile parent damar düzleminde yeniden yapılanma daha öngörülebilir bir tedavi süreci sağlar (6, 34). Ayrıca daha önce koil ile tedavi edilmiş ancak rekürrens gösteren lezyonlarda, parent damar geometrisini yeniden şekillendirme kapasitesi nedeniyle FD uygulaması tercih edilmektedir (34).

MCA yerleşimli anevrizmalar, yan dal açıları ve bifürkasyon anatomisi nedeniyle FD tedavisi açısından daha dikkatli değerlendirme gerektiren bir gruptur. MCA bifürkasyonunda yer alan lezyonlarda yan dalın direkt olarak cihaz tarafından örtülmesi potansiyel iskemi riskini belirleyici olduğundan, hasta seçimi parent damarın çapı, yan dal çıkış açısı ve hedef damarın dallanma paternine göre yapılmaktadır (36, 37). Bu bölgedeki çalışmalar, anatomik olarak uygun seçilmiş hastalarda FD'nin uygulanabilir olduğunu, ancak yan dal açıklığını koruma gerekliliğinin seçim kriterlerinde belirleyici olduğunu göstermektedir (36, 37, 40).

Distal arter segmentlerinde (A2–A3 ve M2–M3) FD uygulaması son yıllarda düşük profilli cihazların kullanılabilir hâle gelmesiyle birlikte artmıştır. Bu bölgelerde damar çapının küçük olması, eğrilik artışı ve mikrokater navigasyonunun zorluğu hasta seçimini sınırlayan başlıca faktörlerdir. Bu nedenle distal ACA ve distal MCA anevrizmalarında FD endikasyonu ancak damar çapı, parent damar uzunluğu ve tortuozite değerlendirildikten sonra verilmektedir (38-40). SVB ve benzeri düşük profilli cihazların küçük damar segmentlerinde etkin bir şekilde uygulanabilmesi sayesinde bu anevrizma grubunda FD tedavisi daha erişilebilir hale gelmiştir (38, 39).

Hasta seçimi sürecinin önemli bileşenlerinden biri antiplatelet tedaviye uyumluluktur. Çift antiplatelet tedaviye kontrendikasyonu olan veya tedaviyi tolere edemeyecek hastalarda FD kullanımı sınırlıdır. Özellikle MCA yerleşimli anevrizmalarda FD sonrası iskemik komplikasyon oranları antiplatelet rejim ile yakından ilişkili olduğundan, hasta seçimi sırasında tromboz riski değerlendirmesi kritik öneme sahiptir (41-43). Ek olarak, damar duvarı aterosklerotik değişiklikleri,

cihazın damar boyunca düzgün appozisyonunu etkileyebileceği için değerlendirme sürecinde göz önünde bulundurulur (43).

Endikasyonların belirlenmesinde son aşama, parent damarın geometrik ve hemodinamik özelliklerinin FD uygulamasına izin verip vermediğidir. Parent damarın yeterli uzunlukta olması, cihazın düzgün açılabilirliği ve cihaz-damar uyumu tedavi başarısının önemli belirleyicileridir. Distal segmentlerde veya bifürkasyonlarda bu parametrelerin daha kısıtlayıcı olduğu ve hasta seçimini yönlendiren temel faktörler arasında bulunduğu bildirilmektedir (36-40).

2.3.3. Prosedür Tekniği

Akım yönlendirici stent uygulaması, parent damarın anatomik özelliklerine uyumlu kateterizasyonun sağlanması, uygun cihaz seçimi, kontrollü deploy işlemi ve optimal duvar appozisyonunun elde edilmesi gibi ardışık teknik aşamalardan oluşur. İşlem öncesi dönemde bütün hastalarda çift antiplatelet tedavi başlanır; bu yaklaşım periprocedural trombotik komplikasyonların azaltılmasında temel adımdır ve intraoperatif iskemik olaylar ile doğrudan ilişkilidir (41, 42). İşlem, genellikle 6F veya 7F intrakraniyal erişim sağlayan bir guiding kateter yerleştirilmesi ile başlar. Distal navigasyon gerektiren olgularda intermediate kateter kullanılması mikrokateter stabilitesini artırır ve cihaz deploy aşamasında gerekli itme-çekme kontrolünü kolaylaştırır (36).

Mikrokateter seçimi, hedef damar çapı ve cihazın nominal profile uygun olarak yapılır. PED, FRED ve Surpass gibi standart profilli cihazlar çoğunlukla 0.027" mikrokateter gerektirirken, Silk Vista Baby gibi düşük profilli cihazlar 0.017" sistemler üzerinden uygulanabilir ve distal ACA veya M2–M3 segmentlerine erişimde avantaj sağlar (38, 39, 43). Mikroguidewire ile parent damar boyunca stabil bir distal pozisyon sağlandıktan sonra cihaz, mikrokateter içerisinden ilerletilerek hemodinamik olarak uygun segmentte konumlandırılır. Deploy işlemi sırasında cihaz açılımı, tel örgünün damar duvarına düzgün şekilde oturması için kontrollü geri çekme ve gerektiğinde hafif itme manevraları ile yönetilir (6, 35).

Damar duvarına tam appozisyon, akım yönlendirici etkinin başlaması ve neo-intimal oluşumun düzgün ilerlemesi açısından kritik öneme sahiptir. Appozisyonun

yetersiz olduğu durumlarda device shortening, incomplete opening veya “fish-mouth” deformasyonu gelişebilir; bu bulgular çoğu zaman VasoCT veya yüksek çözünürlüklü DSA ile değerlendirilebilir (5, 35). Appozisyonun düzeltilmesi amacıyla mikrokater yeniden ileri alınarak cihazın distal veya proksimal segmentine minimal mekanik destek uygulanabilir. Parent damarın eğriliğı arttıkça cihazın doğal elastik geri dönüş davranışı (rebound) belirginleşir; bu durum özellikle MCA bifürkasyonu ve distal arter segmentlerinde deploy tekniklerini etkileyen bir faktördür (36, 37).

Bifürkasyonlarda teknik planlama, yan dal çıkış açıları ve cihazın daldaki akımı sürdürebilme kapasitesine göre şekillenir. Bu anatomide cihazın doğrudan bir yan dal ostiumunu kapatması kaçınılmaz olduğunda, dalın akım gereksinimi, kollateral desteğı ve perforan varlığı değerlendirilerek seçim yapılır. MCA bifürkasyon anevrizmalarında yapılan klinik seriler, uygun açılım elde edilen olgularda cihazın yan dal açıklığını genellikle koruduğunu, ancak deploy sırasında mikrokater stabilitesinin kritik olduğunu göstermektedir (5, 36, 37, 40).

Distal arterlerde cihaz deployu, çapın küçük olması, damar tortuozitesi ve mikrokater manipölasyonunun sınırlı olduğu anatomiler nedeniyle daha fazla teknik hassasiyet gerektirir. Düşük profilli cihazlarla yapılan distal ACA ve MCA uygulamalarında, cihazın kontrollü açılımı ve parent damarda düzgün pozisyonlanması için daha yavaş bir deploy stratejisi kullanılmaktadır (38, 39, 43). Bu bölgedeki çalışmalarda teknik başarı oranlarının yüksek olduğu, ancak cihazın açılmaması veya damarda yeterli appozisyonun sağlanamaması gibi problemlerle karşılaşılabilirdiği bildirilmiştir (39, 43).

Deploy işleminin tamamlanmasının ardından cihaz boyunca akım düzenlenmesi ve duvar teması kontrol edilir. Gerekirse post-deploy anjiyografilerde cihazın içinden rehber tel geçirilerek minimal mekanik destekle appozisyon güçlendirilebilir. Periprocedural dönemde trombotik komplikasyonlar, antiplatelet tedavi düzeyleri ile yakından ilişkili olduğundan işlem sonrası antiplatelet rejimin devamı önem taşır (41, 42). Teknik başarı; cihazın hedef segmentte tam açılması, yeterli duvar appozisyonu, yan dal açıklığının korunması ve işlem sonunda stabil akım paterninin sağlanması gibi ölçütlerle değerlendirilir.

2.3.4. Klinik Sonuçlar ve Komplikasyonlar

Akım yönlendirici stent uygulamalarının klinik sonuçları, anevrizma morfolojisi, parent damar anatomisi, kullanılan cihaz tipi ve hastanın antiplatelet tedaviye yanıtı gibi çok sayıda faktörün etkisi altında değişkenlik göstermektedir. FD tedavisinin temel hedefi anevrizmanın zaman içinde progresif oklzyonudur ve literatürde oklüzyon oranlarının 6. ay ile 1 yıl arasında belirgin şekilde arttığı gösterilmiştir (6, 35). MCA yerleşimli anevrizmalar üzerine yapılan çalışmalarda, tam veya near-tam oklüzyon oranlarının orta dönem takiplerde yüksek olduğu, bifürkasyon anatomisinin ise oklüzyon paterni üzerinde etkili bir değişken olduğu bildirilmiştir (36, 37, 40). Distal ACA ve distal MCA segmentlerinde yapılan serilerde de benzer şekilde yüksek teknik ve klinik başarı oranları rapor edilmiş; distal segmentlerde damar çapının küçük olmasına rağmen cihazla sağlanan akım değişikliği sonucunda oklüzyon oranlarının tatmin edici seviyelere ulaştığı belirtilmiştir (38, 39, 43).

Tromboembolik komplikasyonlar FD tedavisinin en sık görülen olumsuzlukları arasında yer almakta olup hem işlem sırasında hem de erken post-prosedürel dönemde ortaya çıkabilmektedir (41). Antiplatelet tedavi düzeyleri komplikasyon oranlarında belirleyici bir faktördür; özellikle yetersiz platelet inhibisyonu trombotik olay riskini artırmaktadır (41, 42). MCA yerleşimli anevrizmalar üzerine yapılan klinik gözlemlerde, bifürkasyon bölgesindeki yan dal ıkışları ve cihazın bu segmentlerdeki appozisyon davranışı tromboembolik riskle ilişkilendirilmiştir (36, 37, 40). Distal arter çalışmalarında ise perforanlara yakın segmentlerde tromboz gelişme olasılığı teknik uygulamanın niteliğine bağlı olarak değişkenlik göstermiştir (38, 39, 43).

Hemorajik komplikasyonlar daha nadir olmakla birlikte klinik açıdan daha ciddi sonuçlara yol açabilmektedir. Büyük ve dev anevrizmaların FD ile tedavisini içeren çok merkezli bir seride, akım yönlendirme sonrası gelişen gecikmiş rüptür (delayed rupture) olguları ayrıntılı olarak değerlendirilmiş; bu olgularda anevrizma boşluğunda tedaviyi izleyen günler–haftalar içinde geniş trombüs oluştuğu ve rüptürün çoğunlukla trombüsün gelişim paternine bağlı duvar zayıflaması ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (44). Aynı seride yer alan olguların büyük kısmında rüptür öncesi belirgin intrasakküler trombüs hacmi bulunduğu; bu bulgunun, akım yönlendirme sonrası

ortaya çıkan biyomekanik ve biyolojik süreçlerin rüptür riskini bazı anevrizma alt gruplarında artırabileceğini gösterdiği ifade edilmiştir (44). İntrasakküler trombüsün oluşumu FD tedavisinin beklenen bir parçası olmakla birlikte, geniş veya dev anevrizmaların bir alt grubunda bu trombüsün duvar üzerinde enzimatik ve inflamatuvar etkilere yol açabileceği anlaşılmaktadır (44).

Cihazla ilişkili komplikasyonlar arasında cihazın tam açılmaması (maldeployment), duvar appozisyonunun yetersiz olması ve cihazın parent damarda istenilen konfigürasyona ulaşamaması yer alır. MCA bifürkasyonu ve distal damarlarda yapılan çalışmalarda, damar eğriliği ve yan dal çıkış açıları nedeniyle cihazın açılmasının teknik olarak daha zor olabileceği, bu durumun hem teknik başarıyı hem de periprocedural komplikasyon oranlarını etkileyebileceği bildirilmiştir (36-38, 40, 43). Distal segmentlerde uygulanan düşük profilli cihazlarla yapılan serilerde, teknik başarı oranlarının yüksek olmasına rağmen cihaz appozisyonunun değerlendirilmesinin kritik olduğu ve yetersiz appozisyonun akım yapısını etkileyerek komplikasyon riskini artırabileceği belirtilmiştir (38, 39, 43).

FD tedavisine bağlı in-stent stenoza çoğunlukla hafif düzeyde olmakta ve uzun dönem takiplerde çoğu kez gerileme eğilimi göstermektedir. Distal ACA ve MCA segmentlerinde yapılan klinik serilerde in-stent stenozun çoğunlukla asemptomatik olduğu ve antiplatelet tedavi süreleri ile ilişkili şekilde değişebildiği bildirilmiştir (38, 42, 43). İskemik, hemorajik ve cihaz ilişkili komplikasyonların genel oranları anatomik bölgeye göre farklılık gösterse de uygun hasta seçimi, optimal teknik uygulama ve yeterli antiplatelet yönetimi sağlandığında FD tedavisinin klinik başarı oranlarının yüksek olduğu bildirilmiştir.

2.3.5. Raymond–Roy Oklüzyon Sınıflaması

Raymond–Roy Oklüzyon Sınıflaması (RROC), endovasküler koilleme sonrası anevrizma oklüzyonunun derecesini tanımlamak amacıyla kullanılan temel bir anjiyografik sınıflama sistemidir. Sınıflama üç düzeyden oluşur: Class I, anevrizma lümeninin ve boynunun tamamen kapandığı tam oklüzyonu; Class II, boyun bölgesinde sınırlı kontrast dolumu bulunan rezidüel boynu; Class III ise anevrizma

kesesi içerisinde devam eden kontrast dolumunu ifade eder (45). Bu sınıflama, tedavi sonrası kalan dolum paterninin standart bir biçimde raporlanmasını sağlar.

RROC'nin zamanla sınırlı kaldığı noktalardan biri, Class III kategorisinin geniş bir spektrumu tek bir başlık altında toplamasıdır. Bu nedenle Mascitelli ve arkadaşları tarafından, rezidüel dolum paternlerini daha ayrıntılı tanımlamak amacıyla Modified Raymond–Roy Classification (MRRC) geliştirilmiştir (46). MRRC'de Class III iki alt kategoriye ayrılmıştır:

- **Class IIIa:** kontrastın coil kitlesinin içinde kaldığı, interstisyel dolum paternini gösteren rezidüel anevrizma;
- **Class IIIb:** kontrastın anevrizma duvarı boyunca ilerlediği, coil kütlesi ile duvar arasında boşluk bulunan rezidüel anevrizma.

Bu ayırım, rezidüel dolumun anatomisini tanımlayarak tedavi sonrası görüntülemenin daha ayrıntılı ve sistematik değerlendirilmesine olanak sağlar. Class IIIa, coil kitlesi tarafından çevrelenmiş ve akımın kitle içinde sınırlı olduğu bir yapı tarif ederken; Class IIIb, anevrizma duvarı boyunca devam eden daha periferik bir akım alanını ifade eder.

MRRC daha sonra bağımsız bir kohortta doğrulanmış ve sınıflamanın uygulanabilirliği, interobserver kullanım kolaylığı ve tanımlayıcı gücü değerlendirilmiştir (47). Validasyon çalışması, MRRC'nin özellikle rezidüel dolum gösteren lezyonlarda ayrıcalık bir tanımlama çerçevesi sunduğunu göstermiştir.

MRRC'nin tanımladığı dört kategori şu şekilde özetlenebilir:

- **Grade 1:** tam oklüzyon,
- **Grade 2:** rezidüel boyun,
- **Grade 3a:** coil kitlesi içinde sınırlı dolum,
- **Grade 3b:** anevrizma duvarı boyunca devam eden dolum.

Bu yapılandırma sayesinde MRRC, tedavi sonrası anevrizma dolum paternlerinin anlaşılmasını kolaylaştırır, raporlamayı standartlaştırır ve takip

görüntülemelerinde değerlendirme tutarlılığı sağlar. Sınıflama, özellikle endovasküler tedavinin anatomik sonucunu tanımlamak için kullanılan temel bir terminoloji seti niteliğindedir.

2.3.6. Cekirge–Saatci Sınıflaması

Akım yönlendirici stentlerin klinik uygulamaya girmesi, intrakraniyal anevrizma tedavisinde oklüzyon kavramının yeniden tanımlanmasını gerektirmiştir. Çünkü flow diverter (FD) tedavisi, koil bazlı tekniklerden farklı olarak, anevrizma içine giren akımın yeniden yönlendirilmesi, boyun seviyesinde endotelyal reorganizasyon, parent damar geometrisinin yeniden şekillenmesi ve entegre dalların hemodinamik taleplerine bağlı ortaya çıkan uzun dönemli morfolojik adaptasyonlar üzerinden işleyen özgün bir iyileşme süreci oluşturur. Bu biyomekanik farklılıklar, klasik oklüzyon sınıflamalarının FD tedavisine özgü paternleri yansıtmada yetersiz kalmasına yol açmış ve Cekirge–Saatci Sınıflaması (CSC) FD sonrası ortaya çıkan tüm oklüzyon ve remodelling spektrumunu kapsayacak şekilde geliştirilmiştir (48).

CSC'nin temel üstünlüğü, sadece anevrizma lümenindeki kontrast tutulumunu değil, aynı zamanda parent damar ve entegre dallardaki morfolojik değişiklikleri sistematik bir yapı içinde değerlendirmesidir. Bu yaklaşım, FD sonrası gözlenen damar duvarı yeniden yapılanmasını (“reconstruction”) ve entegral dalların akım dinamiklerine bağlı gelişen kalibre değişikliklerini ilk kez sınıflama sistemine dâhil etmiştir. CSC, endovasküler tedavi sonrası oklüzyon durumunu beş temel kategoride değerlendirir (48):

❖ Class 1 – Tam oklüzyon

Anevrizma tamamen devre dışı kalmıştır. Entegre dal varlığında üç alt tipe ayrılır:

- **1A:** Dal antegrad akım ile tam açıktır.
- **1B:** Dalın kalibresi azalmıştır ancak antegrad akım devam eder.
- **1C:** Dal antegrad akım göstermemektedir.

❖ Class 2 – Boyun rezidüsü

Boyun düzeyinde sınırlı kontrast tutulumu mevcuttur.

❖ Class 3 – Rezidü anevrizma

Anevrizma lümeni içinde kontrast dolumu sürmektedir.

❖ Class 4 – Akım modifikasyonu sonrası erken görünüm (yalnızca işlem sonunda değerlendirilir)

- 4A: Kontrast stagnasyonu mevcut.
- 4B: Stagnasyon yok.

❖ Class 5 – Stabil remodelling

Entegre dal varlığında, anevrizma-duvar kompleksinde FD sonrası gelişen stabil yeniden şekillenme paternini tanımlar. Bu tanının konulabilmesi için:

- En az iki ardışık kontrol,
- ≥ 6 ay aralık,
- ≥ 1 yıl boyunca stabil seyir gereklidir.

Class 5, FD'nin uzun dönem etkisi olan damar yeniden yapılanmasının literatürde ilk defa resmi bir sınıf olarak tanımlanmasıdır (48).

2.3.7. Modifiye Cekirge–Saatci Sınıflaması

Modifiye Cekirge–Saatci sınıflaması (mCSC), orijinal CSC üzerine inşa edilen, ancak FD tedavisi sonrası ortaya çıkan dinamik remodelling süreçlerini daha ayrıntılı biçimde tanımlamayı amaçlayan bir genişletme yaklaşımıdır². Bu nedenle mCSC, tamamen yeni bir sınıflama getirmek yerine, CSC'nin yapısını koruyarak özellikle zaman içinde değişen oklüzyon paternlerini ve entegre dal ilişkili hemodinamik adaptasyonları daha rafine alt başlıklarla açıklamaktadır.

Bu kapsamda, CSC'deki Class 1, Class 2 ve Class 4 kategorileri mCSC içinde aynen korunmuştur. Çünkü bu sınıflar statik morfolojik değerlendirmeye dayanmakta olup FD'nin biyolojik akışındaki değişimi gerektirecek bir modifikasyon ihtiyacı oluşturmamaktadır (48). Modifikasyon esas olarak, FD sonrası farklı iyileşme yönleri gösterebilen Class 3 ve Class 5 kategorilerinde yapılmıştır (49). mCSC'de sınıflar ve alt tipler şu şekilde sıralanır (48, 49):

❖ **Class 1 — Tam oklüzyon**

Aynen korunmuştur. Entegre dal ilişkisine göre üç alt tipe ayrılır:

- **Class 1A:** Dal tam açıktır.
- **Class 1B:** Dal kalibresi azalmıştır.
- **Class 1C:** Dal antegrad dolumu kaybolmuştur.

❖ **Class 2 — Boyun rezidüsü**

Tanım değişmemiştir; boyun düzeyinde sınırlı kontrast tutulumu vardır.

❖ **Class 3 — Rezidü anevrizma (mCSC ile genişletilmiş)**

FD sonrası rezidü dolumun zaman içindeki davranışına göre iki alt tipe ayrılır:

- **Class 3A:** Rezidü var ancak takiplerde stabil veya küçülme gösteren anevrizma. FD'nin biyolojik etkisinin devam ettiğini düşündürür.
- **Class 3C:** Rezidü anevrizmanın büyüme göstermesi. Retreatment açısından kritik kategoridir.

❖ **Class 4 — Akut işlem sonrası görünüm**

mCSC içinde değiştirilmeden yer alır; sadece işlem sonu hemodinamik karşılığı ifade eder:

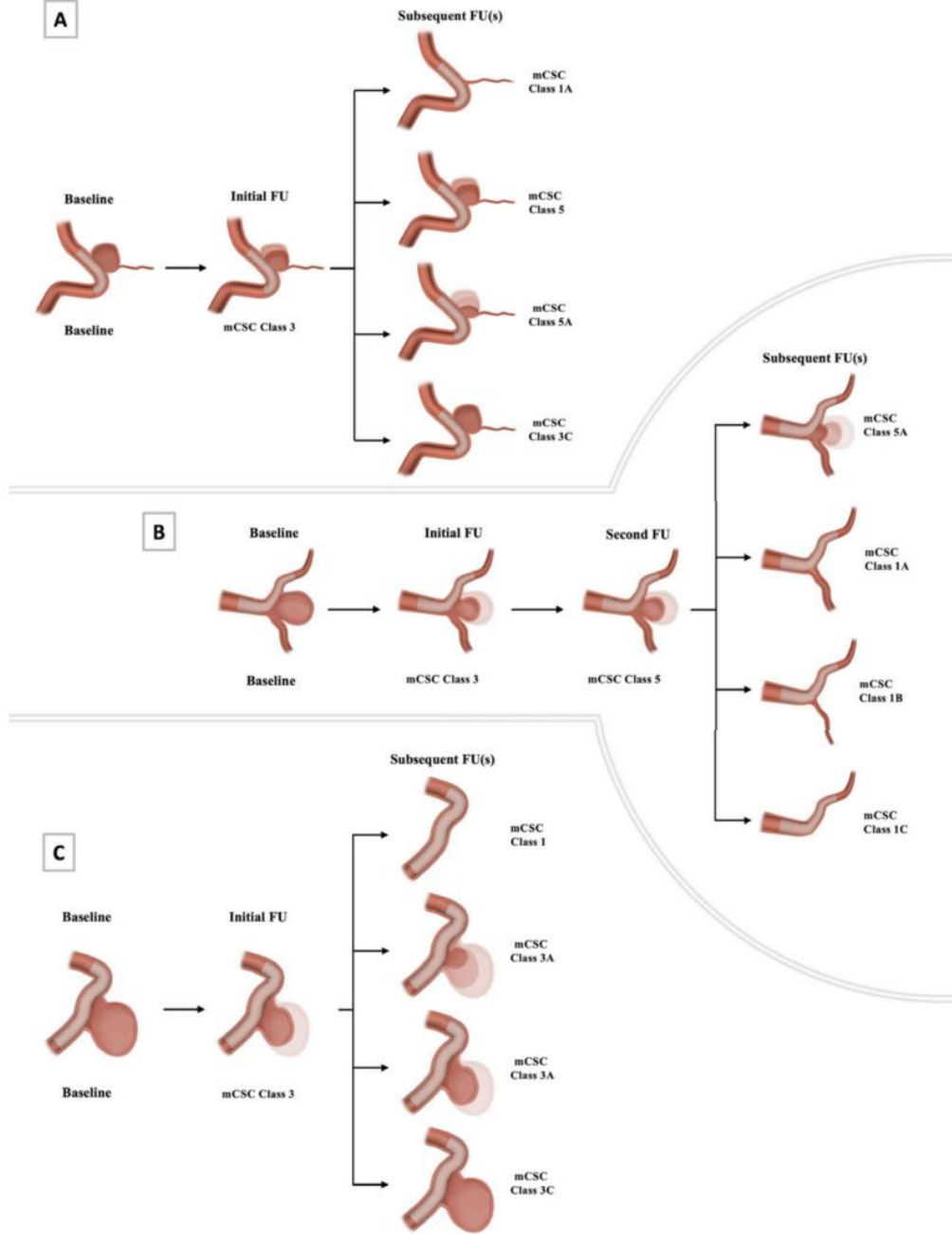
- **Class 4A:** Kontrast stagnasyonu mevcut.
- **Class 4B:** Stagnasyon yok.

❖ **Class 5 — Remodelling paterni (mCSC ile genişletilmiş)**

Entegre dal içeren anevrizmalara özgüdür ve FD sonrası damar yeniden yapılanmasını tanımlar:

- **Class 5:** Başlangıca göre küçülme gösteren ve sonraki kontrolde stabil kalan remodelling paterni.
- **Class 5A:** Başlangıca göre küçülen ve ileri takipte daha belirgin küçülme gösteren progresif remodelling paterni.

Bu genişletilmiş yaklaşım, FD sonrası iyileşmenin statik bir kapanma fenomeni değil, zaman içinde evrilen bir damar yeniden yapılanması süreci olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım özellikle entegre dal içeren sidewall ve bifürkasyon anevrizmalarında klinik karar süreçlerini önemli ölçüde güçlendirmektedir (49).



Şekil 6. Modifiye CSC sınıflamasında akım yönlendirici tedavi sonrası oklüzyon paternlerinin zaman içindeki evrimi (49)

FD tedavisi sonrası oklüzyon süreci statik bir kapanma yanıtı olmayıp, zaman içinde ilerleyen bir damar rekonstrüksiyon evresinin parçasıdır. Bu nedenle mCSC sınıflaması, anevrizmanın başlangıç görüntüsünden ilk kontrol anjiyografisine ve daha ileri takip dönemlerine uzanan dinamik bir iyileşme yolculuğunu tarif eder. **Şekil 6**'da sunulan akış diyagramı, başlangıçta rezidü dolum gösteren lezyonların izlemi sırasında stabil kalma, küçülme veya büyüme gibi birbirinden ayrılan davranış paternlerini ve bu paternlerin Class 3A, Class 3C, Class 5 ve Class 5A gibi alt kategorilere nasıl karşılık geldiğini şematik olarak ortaya koymaktadır². Bununla birlikte, entegre dal içeren anevrizmalarda FD'nin oluşturduğu hemodinamik yeniden yapılanmanın zaman içinde stabil (Class 5) veya progresif (Class 5A) remodelling biçiminde evrilebileceği; entegre dal içermeyen anevrizmalarda ise rezidü dolumun iyileşmeye yönelik küçülme (Class 3A) ya da tedavi yetersizliğine işaret eden büyüme (Class 3C) ile sonuçlanabileceği görsel olarak vurgulanmaktadır (49). (**Şekil 6**)

mCSC'nin klinik karşılığı ve doğrulaması, PREMIER çalışmasının üç yıllık prospektif verileriyle açık biçimde ortaya konmuştur (50). Raymond–Roy ölçeğinde “incomplete occlusion” kabul edilen pek çok olgu, mCSC ile değerlendirildiğinde Class 3A, Class 5 veya Class 5A kategorilerine yerleşmiş; böylece bu anevrizmaların aslında biyolojik olarak olumlu yönde ilerleyen remodelling süreci içerisinde oldukları gösterilmiştir. Bu bulgular, FD sonrası takip ve yeniden tedavi kararlarının mCSC kullanılarak çok daha doğru ve biyolojik gerçeklikle uyumlu şekilde yapılabileceğini kanıtlamaktadır (50).

2.3.8. Takip ve Görüntüleme

Akım yönlendirici stent uygulamalarından sonra takip süreci, oklüzyonun aşamalı gelişim göstermesi ve cihazın damar duvarıyla etkileşiminde zaman içinde ortaya çıkan biyolojik değişiklikler nedeniyle tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde temel rol oynar. FD tedavisinin karakteristik özelliği olan geç oklüzyon paterni nedeniyle erken görüntüleme çoğunlukla akım değişikliğini, geç görüntüleme ise tam oklüzyonu ve neointimal kapanmayı gösterir (6, 35). İlk değerlendirme genellikle 3. ay civarında yapılmakta olup bu aşamada akım yavaşlaması, kontrast stazı ve anevrizma içi trombüs organizasyonunun derecesi incelenir (6). Altıncı ay ve birinci

yıl görüntülemeleri, tam veya near-tam oklüzyon oranlarının belirlenmesi açısından önem taşır ve FD'nin klinik etkinliğine dair temel bilgiler bu dönemlerde elde edilir (34, 35).

Takipte DSA, parent damar ve yan dalların ayrıntılı değerlendirilmesi açısından en yüksek çözünürlüğü sağladığı için standart yöntem olmaya devam etmektedir. Özellikle cihazın duvar appozisyonu, braid yapısının açılımı ve yan dal ostiumlarının açıklığı DSA üzerinden yüksek doğrulukla değerlendirilebilir (5, 34, 36). VasoCT gibi yüksek çözünürlüklü koni ışınlı BT teknikleri, cihazın damar duvarına temasının ayrıntılı gösterilebildiği durumlarda appozisyonun yetersiz olduğu bölgelerin belirlenmesinde tamamlayıcı rol oynar (5, 35). Bu teknikler özellikle MCA bifürkasyonu ve distal damar segmentlerinde cihaz açılımının heterojen olabildiği anatomilerde yararlı olur (36, 37, 40).

MCA yerleşimli anevrizmalarda yan dal açıklığının takip edilmesi önem taşır. Bifürkasyon bölgesine yerleştirilen FD'lerde yan dalların akım gereksinimi ve kollateral desteği yan dalın açıklığını etkileyebildiği için, 3. ay ve 6. ay kontrollerinde yan dal dolumunun devamı değerlendirilir (36, 37). MCA bifürkasyon serilerinde çoğu yan dalın açık kaldığı ve daralma görüldüğünde bunun sıklıkla geçici ve klinik belirti oluşturmayan bir bulgu olduğu bildirilmiştir (36, 37, 40). Distal arter segmentlerinde yapılan FD uygulamalarında ise takip protokolleri, küçük damar çapı ve olası in-stent stenoz gelişimi nedeniyle daha dikkatli görüntüleme gerektirir. Distal ACA ve MCA segmentlerinde yapılan çalışmalarda stenoz oranlarının çoğunlukla hafif olduğu, klinik semptom vermeden gerilediği veya stabil seyrettiği gösterilmiştir (38, 39, 43).

Neo-intimal kapanmanın gelişimi ve cihaz çevresindeki akım paterninin stabilizasyonu, FD tedavisinin uzun dönem etkinliğinde belirleyici olduğu için birinci yıl takip görüntülemeleri kritik kabul edilir (5, 34). Cihaz boyunca intimal proliferasyonun fazla olduğu durumlarda segmenter daralma görülebilir; bu bulgunun distal segmentlerde daha sık olduğu ve antiplatelet tedavi süresi ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (38, 39, 42, 43). FD tedavisinden sonra özellikle ilk yıl içinde düzenli klinik değerlendirmeler de önem taşır; çünkü geç trombotik olaylar antiplatelet rejim değişiklikleriyle ilişkilendirilebilir (41, 42).

Gecikmiş rüptür, nadir görülmesine rağmen takip sürecinde dikkatle değerlendirilmesi gereken bir komplikasyondur. Büyük ve dev anevrizmalarda FD sonrası gelişen geniş intrasakküler trombüs hacminin duvar bütünlüğü üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği; rüptürün çoğu olguda tedaviyi izleyen günler veya haftalar içinde meydana geldiği çok merkezli bir seride ayrıntılı olarak gösterilmiştir (44). Bu olgularda rüptür öncesi dönemde görüntülemeye trombüs hacminde belirgin artış ve akım dinamiklerinde değişiklikler gözlenmiştir (44). Bu nedenle büyük anevrizma grubunda erken dönemde sık aralıklarla görüntüleme yapılması önerilmekte; özellikle hızlı trombüs organizasyonu gösteren olgularda görüntüleme bulguları klinik değerlendirme ile birlikte ele alınmaktadır.

FD tedavisinin takip protokolleri merkezler arasında bazı farklılıklar göstermekle birlikte, yaygın olarak 3. ay, 6. ay ve 12. ay DSA veya MRA kontrolleri uygulanmakta; uzun dönem izlemde ise yıllık değerlendirmeler tercih edilmektedir. Distal segmentlerde SVB gibi düşük profilli cihazlarla tedavi edilen olgularda MRA ve yüksek çözünürlüklü BT tekniklerinin kullanımının arttığı, buna karşılık DSA'nın özellikle oklüzyon değerlendirmesinde temel referans yöntem olmayı sürdürdüğü bildirilmektedir (35, 38, 40).

2.4. MCA Anevrizmalarında Flow Diverter Kullanımı

MCA, serebral hemisferin geniş bir bölümünü besleyen segmental yapısı, dallanma paternleri ve perforan arter yoğunluğu nedeniyle endovasküler müdahalelerde teknik açıdan en zorlu damarlardan biridir. FD uygulaması, bu anatomik özellikler nedeniyle MCA'da diğer ön sirkülasyon bölgelerine kıyasla daha sınırlayıcı koşullar altında gerçekleştirilir. MCA'nın segmental yapısı, özellikle M1'in geniş çapına karşın M2 ve distal segmentlerde belirgin çap daralması göstermesi nedeniyle FD açılımını etkiler. M1-M2 geçişindeki çap uyumsuzluğu, cihaz appozisyonunda yetersizlik ve incomplete expansion riskini artıran temel faktörlerden biridir (51, 52).

MCA bifurkasyon ve trifurkasyon paternleri, FD uygulamasının en kritik anatomik sınırlamalarını oluşturur. Bifurkasyon açıları, ana trunkın seçimi, yan dalların farklı çap ve akım profilleri cihaz yerleşimini doğrudan etkiler. Hemodinamik

modellemeler, büyük çaplı trunkın seçilmesinin akım yönlendirme açısından avantaj sağladığını; ancak küçük trunkın kapanma riskinin belirgin olduğunu göstermektedir (53). M1 segmentindeki lentikülostriat arterlerin yoğunluğu nedeniyle perforan damar ilişkisi, MCA'da FD tedavisinin en önemli güvenlik sorunlarından biridir. ICA terminusundan M1'e uzanan FD yerleşimlerinde perforanlara bağlı iskemi oranlarının arttığı bildirilmiştir (52). Bu perforanların bazal gangliyon kanlanmasındaki kritik rolü, minimal akım değişimlerinin dahi klinik sonuçlara yansıyabilmesine neden olur. M2 ve anterior temporal arter gibi yan dalların FD tarafından örtülmesi MCA'da sık rastlanan durumlardandır. Bu dallarda darlık veya akım azalması çoğu zaman klinik belirti oluşturmada seyretse de özellikle bifurkasyon anevrizmalarında cihazın yan dal ostiumunu etkilemesi nedeniyle oklüzyon oranlarında düşüş bildirilmiştir (42, 54).

Distal MCA segmentlerinin (M2–M3) küçük çapları ve kıvrımlı anatomisi, FD navigasyonu ve açılımını daha güç hale getirir. Distal serebral damarlar üzerine yapılan geniş bir meta-analizde, M2 ve sonrası segmentlerde FD uygulamasının teknik başarısının damar çapı ve geometri ile ilişkili olduğu, küçük çaplı segmentlerde deploy stabilitesinin belirgin şekilde azaldığı bildirilmiştir (55). M1–M2 segmentinde görülen fusiform ve dissekan lezyonlarda belirgin bir boyun yapısının olmaması, geniş segment rekonstrüksiyonu gerektirdiğinden FD'ye uygun görünmekle birlikte, uzun segment cihaz açılımı ve stent-vessel etkileşimi teknik açıdan ayrı bir hassasiyet gerektirir (51). Tüm bu anatomik özellikler birlikte değerlendirildiğinde, MCA; bifurkasyon yapısı, perforan ağı, segmental çap değişkenliği ve fonksiyonel kortikal alanlarla ilişkisi nedeniyle FD uygulamasının en fazla teknik sınırlılığa sahip olduğu ön serebral arter segmentlerinden biri olarak öne çıkar (42, 54, 55).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Dizaynı

Bu çalışma, merkezimizde akım yönlendirici stent kullanılarak tedavi edilen MCA anevrizmalarına ait klinik ve anjiyografik verilerin değerlendirilmesi amacıyla retrospektif olarak planlanmıştır. Araştırma, 2013–2025 yılları arasında gerçekleştirilen endovasküler işlemlere ait arşiv kayıtlarının, hasta dosyalarının ve dijital görüntüleme verilerinin geriye dönük incelenmesine dayanmaktadır. Çalışma tek merkezli olup, veriler KTÜ Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Girişimsel Radyoloji Ünitesi ve PACS sistemi üzerinden elde edilmiştir. Çalışmanın Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütüleceği etik kurul tarafından onaylanmıştır.

3.2. Hasta Grubu ve Dahil–Dışlama Kriterleri

Belirtilen dönemde MCA yerleşimli anevrizma nedeni ile akım yönlendirici stent uygulanan toplam 59 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

Dahil edilme kriterleri:

- MCA yerleşimli intrakranial anevrizma varlığı,
- Tedavinin akım yönlendirici stent ile gerçekleştirilmiş olması,
- İşlem öncesi ve sonrası klinik bilgilere erişilebilir olması,
- En az bir kontrol görüntülemesinin mevcut olması,
- Daha önce endovasküler veya cerrahi tedavi geçirmiş olsa dahi yeterli klinik ve radyolojik verisi bulunan hastalar.

Dışlama kriterleri:

- İzlem verilerine ulaşılamayan hastalar,
- Görüntüleme kalitesi değerlendirmeye uygun olmayan olgular,
- Klinik dosya verileri eksik olan hastalar.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Değerlendirilen Parametreler

Çalışmaya ait klinik ve radyolojik veriler, hasta dosyaları ve PACS sistemi üzerinden retrospektif olarak elde edilmiştir. Tüm hastalar için demografik bilgiler, başvuru semptomları, eşlik eden hastalıklar ve sigara kullanım öyküsü kaydedilmiştir. Anevrizmalara ilişkin radyolojik değerlendirmede anevrizmanın lokalizasyonu, segmental orijini (M1, Mbif, Mdis), morfolojik tipi ve boyut kategorisi (küçük <10 mm, büyük 10–25 mm, dev >25 mm) incelenmiştir. Radyolojik görüntüler üzerinden ayrıca rüptür durumu, anevrizmadan dal çıkışı varlığı ve ilgili segmentteki damar ilişkileri değerlendirilmiştir.

Endovasküler tedavi sürecine ilişkin veriler işlem notlarından elde edilmiştir. Bu kapsamda kullanılan stent tipi ve sayısı, stent çapı ve uzunluğu, işlem sırasında uygulanan ek girişimler (balon kullanımı, koil ile kombine tedavi) ve stent ile örtülen yan dal sayısı kayıt altına alınmıştır. Periprosedürel dönemde ortaya çıkan komplikasyonlar (stent içi daralma, trombüs oluşumu, dal oklüzyonu, enfarkt, kanama) ayrıca dokümanite edilmiştir.

Tüm hastalarda anjiyografik değerlendirme, işlem sırası ve kontrol dönemlerinde Çekirge–Saatçi Sınıflaması kullanılarak yapılmıştır. Ek olarak, işlem sonrası anevrizma içi stagnasyon durumu 4A–4B sınıflamasına göre kaydedilmiştir.

3.4. Endovasküler İşlem ve Tedavi Prensipleri

Tüm işlemler girişimsel radyoloji uzmanları tarafından standart tekniklerle gerçekleştirilmiştir. Kullanılan stent tipi Pipeline Flex, Pipeline Shield ve Pipeline Vantage (Medtronic), FRED Jr (MicroVention) ve Silk Vista Baby (Balt), stent çapı ve uzunluğu, stent ile örtülen dal sayısı ve işlem sırasında uygulanan ek teknikler (balon kullanımı, koil ile kombine tedavi) işlem kayıtlarından belirlenmiştir. İşleme özgü intraprosedürel değerlendirme, modifiye Çekirge–Saatçi Sınıflaması kullanılarak kaydedilmiştir. Periprosedürel dönem için şu komplikasyonlar izlenmiştir:

- Stent içinde daralma veya trombüs oluşumu,
- Dal oklüzyonu,
- İskemik enfarkt,

- İntrakraniyal kanama.

Tüm hastalara işlem öncesinde antiagregan tedavi başlanmış, protokol trombosit fonksiyon testleri ve klinik uygunluğa göre düzenlenmiştir. İşlem sonrası tedavi rejimleri bireyselleştirilmiş olup kontrol görüntülemelerindeki bulgulara göre revize edilmiştir.

3.5. İzlem Protokolü ve Anjiyografik Değerlendirme

İzlem görüntülemeleri işlem sonrası 6. ay ile 12–24. aylar arasında yapılmıştır. Tüm kontrollerde:

- Anevrizma oklüzyon durumu,
- Parent arter açıklığı,
- Yan dal patensisi

detaylı olarak değerlendirilmiştir. Anevrizma oklüzyon derecesi Çekirge–Saatçi Sınıflaması (Class 1A, 1B, 1C, 2, 3, 5) temelinde kaydedilmiştir.

3.6. İstatistiksel Analiz

Tüm analizler R yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma veya median (IQR) ile; kategorik değişkenler ise frekans ve yüzde değerleri ile özetlenmiştir. Eksik veriler için imputasyon yapılmamış, analizler mevcut gözlemler üzerinden yürütülmüştür.

Stagnasyon grupları (4A–4B) ile modifiye CSC sonuçları (Class 1 vs. Class 2–3) arasındaki ilişki Pearson ki-kare testi ile değerlendirilmiştir. İlk ve son kontrol dönemlerine ait modifiye CSC, stent patensisi ve yan dal patensisi sonuçları, her dönem için bağımsız tanımlayıcı istatistiksel yöntemlerle raporlanmıştır. İstatistiksel anlamlılık sınırı $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Hasta Kohortu ve Demografik Özellikler

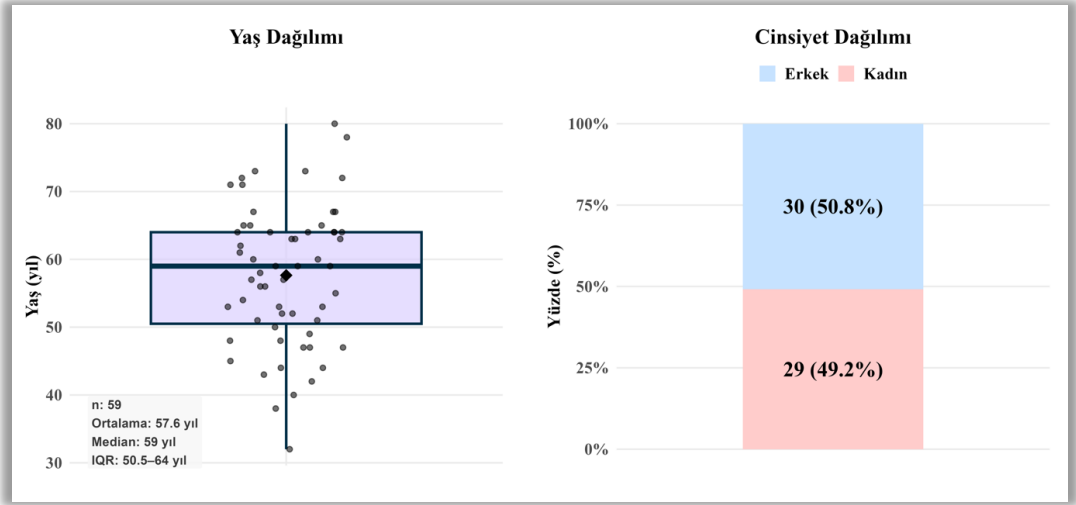
Çalışmaya toplam 59 hasta dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması 57.6 ± 10.3 yıl olarak hesaplandı. Cinsiyet dağılımı %50.8 erkek (n=30) ve %49.2 kadın (n=29) şeklindeydi. Klinik prezentasyon değerlendirildiğinde, hastaların %71.2'si (n=42) baş ağrısı, %15.3'ü (n=9) asemptomatik başvuru, %6.8'i (n=4) subaraknoid kanama, %1.7'si (n=1) nöks ve %5.1'i (n=3) diğer semptomlarla başvurmuştu. Bu verilere ilişkin ayrıntılı dağılım **Tablo 2**'de sunulmuştur. Ayrıca kohortun yaş dağılımı ile cinsiyete göre yüzdelik oranları **Şekil 7**'de yer almaktadır.

Tablo 2. Demografik Özellikler

Variable	N (n = 59)
Yaş (yıl)	57.6 $\pm$ 10.3
Cinsiyet	
Erkek	30 (%50.8)
Kadın	29 (%49.2)
Klinik prezentasyon	
Asemptomatik	9 (%15.3)
Baş ağrısı	42 (%71.2)
SAK	4 (%6.8)
Nöks	1 (%1.7)
Diğer	3 (%5.1)

Veriler n (%), median (IQR); ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur.

SAK: Subaraknoid Kanama



Şekil 7. Demografik Özellikler

4.2. Anevrizma Karakteristikleri

Çalışmaya dahil edilen 59 hastada toplam 57 (%96.6) tekil, 1 (%1.7) ikili ve 1 (%1.7) üçlü anevrizma saptandı. Anevrizmaların median boyutu 6 mm (IQR: 5–11.5) idi. Boyut kategorilerine göre olguların %69.5'i (n=41) küçük (<10 mm), %27.1'i (n=16) orta (10–25 mm) ve %3.4'ü (n=2) büyük (>25 mm) grubunda yer aldı. Lateralizasyon dağılımı %45.8 sağ (n=27) ve %54.2 sol (n=32) şeklindeydi. MCA segment düzeyinde lokalizasyon değerlendirildiğinde, anevrizmaların %20.3'ü (n=12) M1, %69.5'i (n=41) Mbif ve %10.2'si (n=6) Mdis segmentinde yerleşim gösterdi.

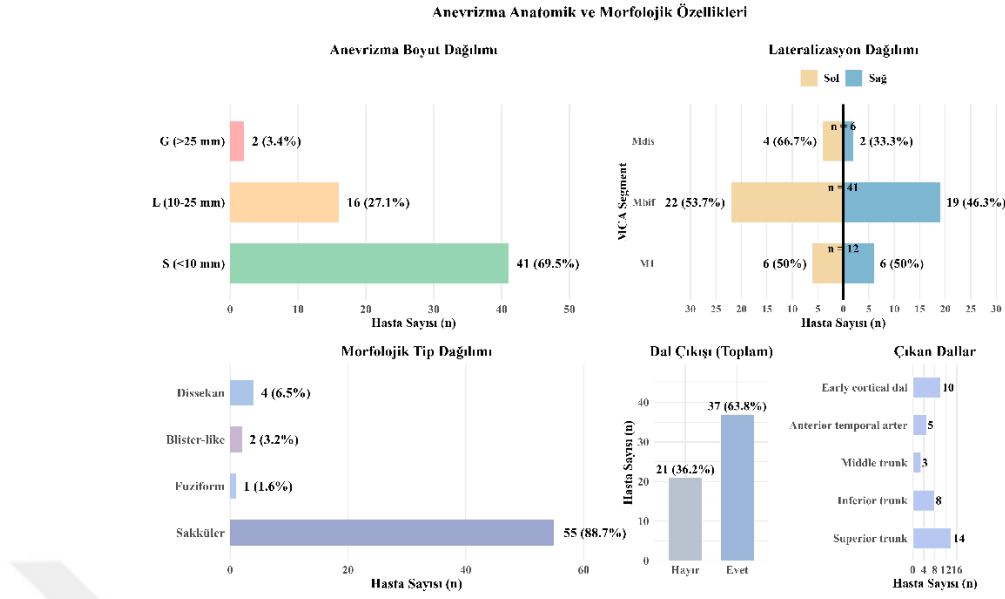
Anevrizma tipi açısından olguların %91.5'inde (n=54) wide-neck, %8.5'inde (n=5) narrow-neck yapı izlendi. Rüptür durumuna göre anevrizmaların %96.6'sı (n=57) rüptüre olmayan ve %3.4'ü (n=2) rüptüre anevrizmalardı. Morfolojik sınıflandırmada ise olguların %93.2'si (n=55) sakküler, %1.7'si (n=1) fuziform, %3.4'ü (n=2) blister-like ve %6.8'i (n=4) dissekan tipindeydi.

Dallanma özellikleri incelendiğinde, anevrizma içinden dal çıkışı %63.8 oranında (n=37) mevcuttu. Çıkan dalların dağılımı 14 (%37.8) superior trunk, 8 (%21.6) inferior trunk, 3 (%8.1) middle trunk, 5 (%13.5) anterior temporal arter ve 10 (%27.0) early cortical dal şeklindeydi. Bu özelliklerin detaylı dağılımı **Tablo 3**'te sunulmuştur. Grafiksel gösterimler ise **Şekil 8**'de yer almaktadır.

Tablo 3. Anevrizma Özellikleri

Variable	N (n = 59)
Anevrizma Sayısı	
1	57 (%96.6)
2	1 (%1.7)
3	1 (%1.7)
Anevrizma boyutu (mm)	6 (5-11.5)
Anevrizma boyutu	
S (<10 mm)	41 (%69.5)
L (10-25 mm)	16 (%27.1)
G (>25 mm)	2 (%3.4)
Lateralizasyon	
Sağ	27 (%45.8)
Sol	32 (%54.2)
Lokalizasyon (MCA segment)	
M1	12 (%20.3)
Mbif	41 (%69.5)
Mdis	6 (%10.2)
Anevrizma tipi	
Wide	54 (%91.5)
Narrow	5 (%8.5)
Rupture durumu	
Ruptured	2 (%3.4)
Unruptured	57 (%96.6)
Morfolojik Özellikler	
Sakküler	55 (%93.2)
Fuziform	1 (%1.7)
Blister-like	2 (%3.4)
Dissekan	4 (%6.8)
Anevrizma içinden dal çıkışı	37 (%63.8)
Superior trunk	14 (%37.8)
Inferior trunk	8 (%21.6)
Middle trunk	3 (%8.1)
Anterior temporal arter	5 (%13.5)
Early cortical dal	10 (%27)

Veriler n (%), median (IQR); ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur.



Şekil 8. Anevrizma Anatomik ve Morfolojik Özellikleri

4.3. Tedavi Protokolü ve Prosedürel Özellikler

Hastalara uygulanan antiplatelet tedavi protokolleri **Tablo 4**'te sunulmuştur. En sık kullanılan rejim ASA + klopidoğrel olup %37.9 (n=22) hastada tercih edilmiştir. Bunu sırasıyla %22.4 (n=13) ile prasugrel, %17.2 (n=10) ile ticagrelor + ASA, %15.5 (n=9) ile prasugrel + ASA izlemiştir. Tek ajan tedavilerden klopidoğrel %5.2 (n=3), ticagrelor %1.7 (n=1) oranında uygulanmıştır. Prosedürel ek işlemler değerlendirildiğinde, %6.8 (n=4) hastada balon asistansı, %5.1 (n=3) hastada ise coil ile kombine tedavi kullanılmıştır. Önceki tedavi öyküsü %5.1 (n=3) hastada coil, %3.4 (n=2) hastada cerrahi kliplleme şeklinde olup, hastaların %91.5'i (n=54) daha önce tedavi almamıştı. Dal kapama özellikleri incelendiğinde, stent ile dal örtülmesi %93.2 (n=55) hastada mevcuttu. Örtülen dal sayısı %69.5 (n=41) hastada bir, %23.7 (n=14) hastada iki dal olup, %6.8 (n=4) hastada dal kapaması izlenmedi. Kapama uygulanan dalların dağılımı 29 (%52.7) superior trunk, 15 (%27.3) inferior trunk, 2 (%3.6) middle trunk, 8 (%14.5) anterior temporal arter ve 15 (%27.3) early cortical dal şeklindeydi. Stagnasyon dağılımı %62.1 (n=36) için 4A, %37.9 (n=22) için 4B seviyesindeydi. Stent kullanım özellikleri **Tablo 5**'te özetlenmiştir. Kullanılan stentlerin %73,4'ünü (n=44) Pipeline ailesi oluşturmakta olup; bunların %6,7'si (n=4) Pipeline Flex,

%40,0'ı (n=24) Pipeline Shield ve %26,7'si (n=16) Pipeline Vantage idi. FRED Jr stentler %18,3 (n=11) oranında kullanılırken, Silk Vista Baby stentler %8,3 (n=5) vakada tercih edilmiştir. Stent çapı dağılımı; %65.0 (n=39) küçük (≤ 2.75 mm), %33.3 (n=20) orta (2.76–3.50 mm) ve %1.7 (n=1) geniş (> 3.50 mm) kategorilerindeydi. Stent uzunluğu ise %90.0 (n=54) hastada kısa (≤ 20 mm), %8.3 (n=5) hastada orta (21–30 mm), %1.7 (n=1) hastada uzun (> 30 mm) idi. Bu bulguların grafiksel sunumu **Şekil 9**'da gösterilmiştir.

Tablo 4. Tedavi Özellikleri

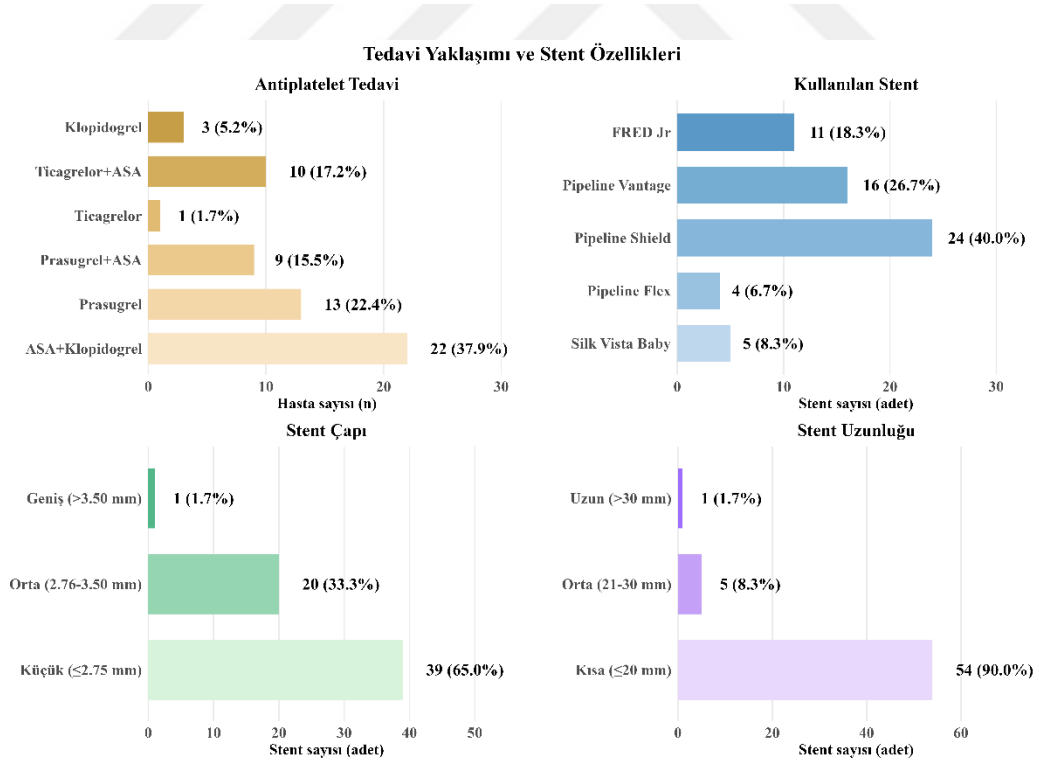
Variable	N (n = 59)
Antiplatelet tedavi protokolü	
ASA+Klopidogrel	22 (%37.9)
Prasugrel	13 (%22.4)
Prasugrel+ASA	9 (%15.5)
Ticagrelor	1 (%1.7)
Ticagrelor+ASA	10 (%17.2)
Klopidogrel	3 (%5.2)
Balon kullanımı	4 (%6.8)
Coil ile kombine işlem	3 (%5.2)
Önceki tedavi öyküsü	
Coil	3 (%5.1)
Clip	2 (%3.4)
Hayır	54 (%91.5)
Stentle Cover	55 (%93.2)
Cover edilen dallar	
0	4 (%6.8)
1	41 (%69.5)
2	14 (%23.7)
Superior trunk	29 (%52.7)
Inferior trunk	15 (%27.3)
Middle trunk	2 (%3.6)
Anterior temporal arter	8 (%14.5)
Early cortical dal	15 (%27.3)
Stagnasyon***	
4A	36 (%62.1)
4B	22 (%37.9)

*** Modifiye Cekirge-Saatci Classification (mCSC)
Veriler n (%). Toplam hasta sayısı: n = 59.

Tablo 5. Stent Özellikleri

Variable	N (n = 60)
Kullanılan stent (adet)	
Pipeline Flex	4 (%6.7)
Pipeline Shield	24 (%40)
Pipeline Vantage	16 (%26.7)
FRED Jr	11 (%18.3)
Silk Vista Baby	5 (%8.3)
Stent çapı	
Küçük (≤ 2.75 mm)	39 (%65)
Orta (2.76-3.50 mm)	20 (%33.3)
Geniş (> 3.50 mm)	1 (%1.7)
Stent uzunluğu	
Kısa (≤ 20 mm)	54 (%90)
Orta (21-30 mm)	5 (%8.3)
Uzun (> 30 mm)	1 (%1.7)

Veriler n (%). Not: Bu tabloda yüzdelere stent sayısına göre (hasta sayısına değil).

**Şekil 9. Tedavi Yaklaşımı ve Stent Özellikleri**

4.4. Takip Sonuçları

Hastaların takip süreleri değerlendirildiğinde, ilk kontrol süresi median 6.1 (IQR- 5.3-7.2) ay, son kontrol süresi ise median 10.3 (IQR - 6.1-23.9) ay olarak saptanmıştır. Modifiye Cekirge–Saatçi sınıflamasına göre ilk kontrolde Class 1 2 (%4), Class 1A 10 (%20), Class 1B 8 (%16), Class 1C 5 (%10), Class 2 10 (%20), Class 3 5 (%10) ve Class 3A 10 (%20) hasta olarak dağılım göstermekteydi. Son kontrolde ise Class 1 2 (%4), Class 1A 12 (%24), Class 1B 10 (%20), Class 1C 6 (%12), Class 2 4 (%8), Class 3 3 (%6), Class 3A 8 (%16) ve Class 5 5 (%10) hasta olarak kaydedildi. Takip sürecinde rezidüel dolum sınıflarında (Class 2–3A) azalma ve daha ileri evre sınıflara geçiş eğilimi izlendi.

Modifiye Cekirge–Saatçi sınıflamasına göre anevrizma oklüzyonu değerlendirildiğinde, ilk kontrolde tam oklüzyon 20 (%40), parsiyel oklüzyon 22 (%44) ve oklüzyon yok 8 (%16) hastada saptandı. Son kontrolde ise tam oklüzyon oranı 29 (%58)’e yükselirken, parsiyel oklüzyon 17 (%34) ve oklüzyon yok 4 (%8) hasta olarak izlendi. Bu bulgular, takip süresi uzadıkça anevrizma oklüzyon oranlarında artış olduğunu göstermektedir.

Modifiye Cekirge–Saatçi sınıflamasına göre dal patensisi açısından ilk kontrolde 27 (%61,4) hastada dal patent, 10 (%22,7) hastada incelmış ve 7 (%15,9) hastada oklüde dal görünümü mevcuttu. Son kontrolde dal patensisi dağılımının 27 (%61,4) patent, 10 (%22,7) incelmış ve 7 (%15,9) oklüde dal şeklinde değişmeden devam ettiği gözlemlendi. Stent patensisi değerlendirildiğinde, ilk kontrolde stentlerin 47 (%97,9)’u patent iken 1 (%2,1) hastada darlık/oklüzyon saptandı. Son kontrolde patent stent oranı 40 (%83,3)’e gerilerken, darlık/oklüzyon oranı 8 (%16,7) olarak kaydedildi.

Tüm bulguların ayrıntılı dağılımları **Tablo 6**’da sunulmaktadır.

Tablo 6. Takip Bulguları

Variable	İlk Kontrol	Son Kontrol
Kontrol süresi (ay)	6.1 (5.3–7.2)	10.3 (6.1-23.9)
Modifiye Cekirge-Saatci Classification (mCSC)		
Class 1	2 (%4.0)	2 (%4.0)
Class 1A	10 (%20.0)	12 (%24.0)
Class 1B	8 (%16.0)	10 (%20.0)
Class 1C	5 (%10.0)	6 (%12.0)
Class 2	10 (%20.0)	4 (%8.0)
Class 3	5 (%10.0)	3 (%6.0)
Class 3A	10 (%20.0)	8 (%16.0)
Class 5	0	5 (%10.0)
Eksik veri	9	9
Anevrizma oklüzyonu (mCSC)		
Tam oklüzyon	20 (%40.0)	29 (%58.0)
Parsiyel oklüzyon	22 (%44.0)	17 (%34.0)
Oklüzyon yok	8 (%16.0)	4 (%8.0)
Eksik veri	9	9
Dal patensisi (mCSC)		
Patent	27 (%61.4)	27 (%61.4)
İncelmiş	10 (%22.7)	10 (%22.7)
Oklüde	7 (%15.9)	7 (%15.9)
Eksik veri	11	11
Stent patensisi (mCSC)		
Patent	47 (%97.9)	40 (%83.3)
Darlık/Oklüzyon	1 (%2.1)	8 (%16.7)
Eksik veri	11	11

Veriler n (%) veya ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur. Toplam hasta sayısı: n = 59. Stent patensinde stent uygulanan 55 hasta bulunmaktadır.

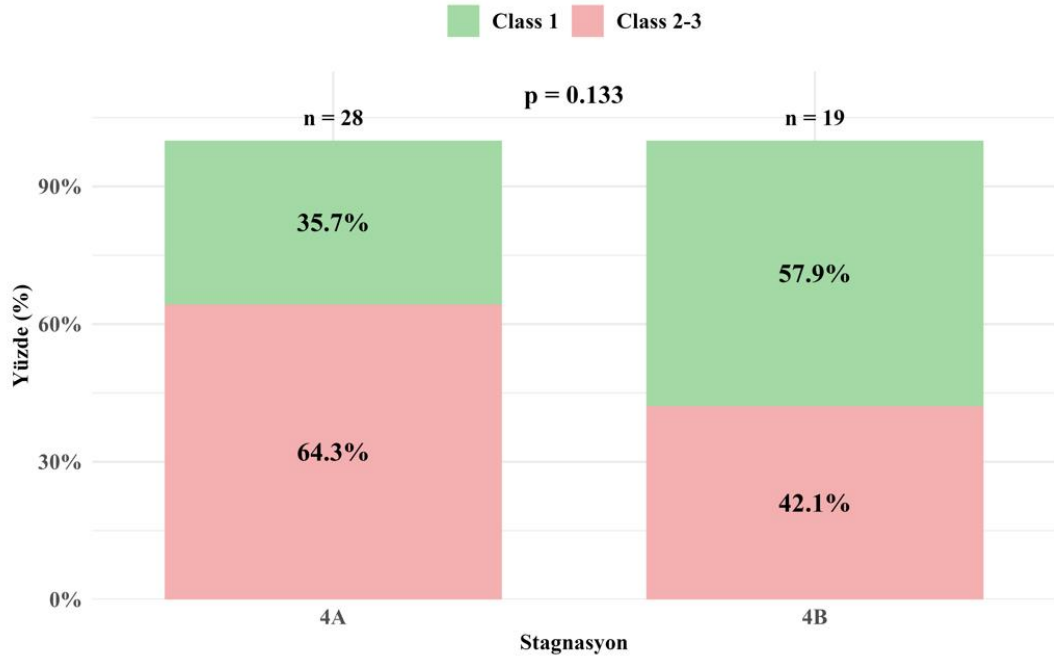
4.5. Stagnasyon ve Oklüzyon İlişkisi

Stagnasyon grupları ile modifiye CSC sınıflaması arasındaki ilişki **Tablo 7**'de gösterilmiştir. 4A grubunda değerlendirilebilen hastalarda Class 1 oranı %35.7 (n=10) ve Class 2–3 oranı %64.3 (n=18) olarak kaydedildi; 8 hastada veri eksikti. 4B grubunda ise Class 1 oranı %57.9 (n=11) ve Class 2–3 oranı %42.1 (n=8) idi; 3 hastada veri mevcut değildi. Yapılan Pearson ki-kare testi sonucunda iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0.133). Bu dağılımın grafiksel sunumu **Şekil 10**'da verilmiştir.

Tablo 7. Stagnasyon ve Modifiye Cekirge-Saatci Classification (mCSC) İlişkisi

Variable	Stagnasyon		P_value
	4A n = 36	4B n = 22	
Modifiye Cekirge-Saatci Classification (mCSC)			0.133 ^u
Class 1	10 (%35.7)	11 (%57.9)	
Class 2-3	18 (%64.3)	8 (%42.1)	
Eksik veri	8	3	

^u Pearson's Chi-square test



Şekil 10. Stagnasyon Gruplarına Göre mCSC Dağılımı

4.6. Komplikasyonlar

Çalışmada toplam 17 hastada (%28.8) komplikasyon izlendi (**Tablo 8**). Teknik problemler beş hastada izlendi. Bir hastada belirgin ICA tortüyoze ve yetersiz kateter kontrolü nedeniyle ilk stent proksimale migre oldu; işlem ikinci bir stentin teleskopik olarak yerleştirilmesiyle tamamlandı. Bir diğer olguda FRED Jr cihazı proksimale migre olması üzerine Phenom 27 ile 3×16 mm PED kullanılarak implantasyon sağlandı. Bir hastada ilk seansta stent proksimale migre oldu ve snare yardımıyla çıkarıldı; takip eden seansta yeniden yerleştirilen stent sırasında kortikal bir dal kısmen örtüldü. Aşırı tortüyoze nedeniyle iki kez kateter dislokasyonu gelişen bir olguda üçüncü denemede stent başarıyla yerleştirildi. Son olarak bir hastada Silk Vista Baby cihazı açılmadı ve işlem FRED Jr ile tamamlandı.

Tromboembolik komplikasyonlar 12 hastada izlendi (**Tablo 8**). Hastaların bir kısmında işlem sonrası ilk 24 saat içinde geçici nörolojik defisitler (hemiparezi, afazi veya disfazi) gelişti ve difüzyon MRG’de milimetrik kortikal infarktlar saptandı; bu olguların çoğunda semptomlar kısa sürede geriledi. Bazı hastalarda geç dönemde (7–14 gün) konuşma bozukluğu veya hafif nörolojik yakınmalar ortaya çıktı ve bunların bir kısmı stent darlığı veya kortikal dallarda akım yavaşlaması ile ilişkili bulundu; gerekli olgularda balon anjiyoplasti uygulanarak tam damar açıklığı sağlandı. Bir hastada dual antiagregan tedaviye uyumsuzluk sonrası geç dönem infarkt gelişti. Ayrıca bir olguda akım yavaşlaması nedeniyle Aggrastat uygulanırken, teknik nedenle cihaz açılmayan başka bir hastada kontrol difüzyon MRG’de asemptomatik mikroembolik odaklar tespit edildi.

İntrakraniyal hemoraji iki hastada izlendi (**Tablo 8**). Bir hastada işlemle aynı gün gelişen hemoraji hızlı klinik kötüleşme ile seyretmiş ve olgu 37. günde kaybedilmiştir. Diğer hastada işlemden bir gün sonra minimal subaraknoid kanama saptanmış olup takiplerinde 11. günde yapılan difüzyon MRG’de milimetrik iskemik odaklar görülmüştür.

Stent ilişkili stenoz üç hastada izlendi (**Tablo 8**). Bir hastada tedaviden üç ay sonra sol kol ve bacakta uyuşukluk–hissizlik yakınmaları ortaya çıktı. Bir diğer olguda işlemden 10 gün sonra gelişen konuşma bozukluğunun stent darlığına bağlı olduğu

belirlenmiş ve balon anjiyoplasti ile tam damar açıklığı sağlanmıştır. Üçüncü hastada işlemten yaklaşık 10 gün sonra stroke tablosu gelişmiş olup kontrol anjiyografide “fish-mouth” görünümü ve erken kortikal dallarda akım yavaşlaması saptanmıştır. Ayrıca bir hastada giriş yeri ile ilişkili bir komplikasyon izlendi. Aynı olguda ikinci gün kasık bölgesinde kanama gelişmiş olup konservatif olarak izlenmiştir. Gelişen bu komplikasyonlar **Tablo 8**’de sunulmuştur.

Tablo 8. İşlem sonrası gelişen komplikasyonlar

Variable	N (n = 59)
Komplikasyon	17 (%28.8)
Teknik Problemler	5
Tromboemboli	12
İK Hemoraji	2
Stenoz	3
Diğer	1
Mortalite	1 (%1.7)

Toplam hasta sayısı: n = 59.

İşlem uygulanan hastalar yaş dağılımı açısından karşılaştırıldığında komplikasyon gelişen hastalarda ortalama yaş 56.8 ± 12.1 yıl, gelişmeyenlerde 58 ± 9.7 yıl olup iki grup arasında anlamlı fark yoktu ($p=0.681$). Cinsiyet dağılımında da benzer şekilde komplikasyon gelişimi ile erkek veya kadın olma durumu arasında istatistiksel anlamlılık saptanmadı ($p=0.344$). Anevrizma boyutu değerlendirildiğinde komplikasyon gelişen hastalarda median boyut 6 mm (IQR: 4–11), komplikasyon gelişmeyenlerde ise 6 mm (IQR: 5–11.8) idi; fark anlamlı değildi ($p=0.705$). Boyut kategorilerine göre yapılan incelemede (S, L ve G grupları) komplikasyon gelişimi açısından istatistiksel farklılık görülmedi ($p=0.758$). Anevrizmanın lateralizasyonuna göre sağ yerleşimli anevrizmalarda komplikasyon oranı %37 ($n=10$), sol yerleşimlilerde %21.9 ($n=7$) olarak izlendi; fark anlamlı değildi ($p=0.200$).

Lokalizasyona göre (M1, Mbif, Mdis segmentleri) komplikasyon oranları benzerdi ve istatistiksel farklılık bulunmadı ($p>0.999$). Anevrizma tipi açısından wide-neck anevrizmaların yer aldığı hastalarda komplikasyon oranı %31.5 ($n=17$) iken

narrow-neck yapıda anevrizması olan hastalarda komplikasyon görülmedi; buna rağmen fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0.308$). Anevrizma içinden dal çıkışı bulunan hastalarda komplikasyon oranı %70.6 ($n=12$ idi; komplikasyon gelişen ve gelişmeyen hastalarda dal çıkışı açısından anlamlı fark saptanmadı ($p=0.488$). Örtülen dal tipleri (superior trunk, inferior trunk, middle trunk, anterior temporal arter, early cortical dal) açısından da komplikasyon gelişimi ile herhangi bir anatomik dal özelliği arasında istatistiksel ilişki bulunmadı (tüm $p>0.999$). Bu bulguların tamamı **Tablo 9**'da sunulmuştur.



Tablo 9. Komplikasyon gelişimine göre perioperatif özellikler

Variable	Komplikasyon		P_value
	Evet n = 17	Hayır n = 42	
Yaş (yıl)	56.8 ± 12.1	58 ± 9.7	0.681 ^a
Cinsiyet			0.344 ^u
Erkek	7 (%23.3)	23 (%76.7)	
Kadın	10 (%34.5)	19 (%65.5)	
Anevrizma boyutu (mm)	6 (4-11)	6 (5-11.8)	0.705 ^r
Anevrizma boyutu			0.758 ^o
S (<10 mm)	12 (%29.3)	29 (%70.7)	
L (10-25 mm)	4 (%25)	12 (%75)	
G (>25 mm)	1 (%50)	1 (%50)	
Lateralizasyon			0.200 ^u
Sağ	10 (%37)	17 (%63)	
Sol	7 (%21.9)	25 (%78.1)	
Lokalizasyon (MCA segment)			>0.999 ^o
M1	3 (%25)	9 (%75)	
Mbif	12 (%29.3)	29 (%70.7)	
Mdis	2 (%33.3)	4 (%66.7)	
Anevrizma tipi			0.308 ^o
Wide	17 (%31.5)	37 (%68.5)	
Narrow	0	5 (%100)	
Anevrizma içinden dal çıkışı	12 (%70.6)	25 (%61)	0.488 ^u
Superior trunk	5 (%41.7)	9 (%36)	>0.999
Inferior trunk	3 (%25)	5 (%20)	>0.999
Middle trunk	1 (%8.3)	2 (%8)	>0.999
Anterior temporal arter	2 (%16.7)	3 (%12)	>0.999
Early cortical dal	2 (%16.7)	8 (%32)	0.445

^a Student's t-test; ^u Pearson's Chi-square test; ^r Mann-Whitney U test; ^o Fisher's exact test

Toplam hasta sayısı: n = 59.

Uygulanan antiplatelet tedavi protokollerine göre komplikasyon gelişimi incelendiğinde, ASA+klopidogrel tedavisi verilen hastalarda komplikasyon oranı %27.3 (n=6), prasugrel kullananlarda %30.8 (n=4), prasugrel+ASA tedavisi

uygulananlarda %33.3 (n=3) idi. Ticagrelor verilen bir hastada komplikasyon izlenirken, ticagrelor+ASA tedavisi uygulanan hastalarda komplikasyon oranı %30 (n=3) oldu. Klopidoğrel tek başına kullanılan üç hastada komplikasyon gelişmedi. Antiplatelet tedavilerine göre gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0.700).

Prosedürel ek işlemler açısından balon asistansı uygulanan hastalarda komplikasyon oranı %5.9 (n=1), coil ile kombine tedavi uygulananlarda ise %11.8 (n=2) idi. Bu işlemlerin uygulanmadığı hastalarla karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (balon p>0.999; coil p=0.620). İşlem sırasında stentle dal örtülmesi yapılan hastalarda komplikasyon oranı %88.2 (n=15), dal örtülmeyenlerde ise %50 (n=2) olarak izlendi; dal örtülme durumu ile komplikasyon gelişimi arasında anlamlı fark yoktu (p=0.449). Cover edilen dal sayısına göre bakıldığında, hiç dal örtülmeyen hastalarda komplikasyon oranı %50 (n=2), bir dal örtülenlerde %24.4 (n=10), iki dal örtülenlerde ise %35.7 (n=5) idi. Bu dağılımlar komplikasyon gelişmeyen hastalarla karşılaştırıldığında anlamlı fark göstermedi (p=0.449). Örtülen dal tipleri (superior trunk, inferior trunk, middle trunk, anterior temporal arter, early cortical dal) açısından da komplikasyon gelişimi ile anlamlı bir ilişki bulunmadı (tüm p>0.05). Stagnasyon derecesine göre komplikasyon oranı 4A kategorisinde %27.8 (n=10), 4B kategorisinde %31.8 (n=7) olup gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0.743). Tüm bulgular **Tablo 10**'da sunulmuştur.

Tablo 10. Komplikasyon gelişimine göre tedavi özellikleri

Variable	Komplikasyon		P_value
	Evet n = 17	Hayır n = 42	
Antiplatelet tedavi protokolü			0.700 ⁰
ASA+Klopidogrel	6 (%27.3)	16 (%72.7)	
Prasugrel	4 (%30.8)	9 (%69.2)	
Prasugrel+ASA	3 (%33.3)	6 (%66.7)	
Ticagrelor	1 (%100)	0	
Ticagrelor+ASA	3 (%30)	7 (%70)	
Klopidogrel	0	3 (%100)	
Balon kullanımı	1 (%5.9)	3 (%7.1)	>0.999 ⁰
Coil ile kombine işlem	2 (%11.8)	3 (%7.1)	0.620 ⁰
Stentle Cover	15 (%88.2)	40 (%95.2)	0.571 ⁰
Cover edilen dallar			0.449 ⁰
0	2 (%50)	2 (%50)	
1	10 (%24.4)	31 (%75.6)	
2	5 (%35.7)	9 (%64.3)	
Superior trunk	11 (%73.3)	18 (%45)	0.076
Inferior trunk	2 (%13.3)	13 (%32.5)	0.192
Middle trunk	1 (%6.7)	1 (%2.5)	0.475
Anterior temporal arter	3 (%20)	5 (%12.5)	0.669
Early cortical dal	3 (%20)	12 (%30)	0.521
Stagnasyon***			0.743 ^u
4A	10 (%27.8)	26 (%72.2)	
4B	7 (%31.8)	15 (%68.2)	

*** Modifiye Cekirge-Saatci Classification (mCSC)

⁰ Fisher's exact test; ^u Pearson's Chi-square test

Toplam hasta sayısı: n = 59.

İşlem sırasında kullanılan stentlerin özellikleri ile komplikasyon gelişimi arasındaki ilişki **Tablo 11**'de değerlendirilmiştir. Kullanılan stent alt tipleri ile komplikasyon gelişimi arasındaki ilişki incelendiğinde; Pipeline Flex kullanılan hastalarda komplikasyon gözlenmezken (%0), Pipeline Shield uygulanan hastaların %20,8'inde (n=5) ve Pipeline Vantage kullanılan hastaların %31,2'sinde (n=5)

komplikasyon geliştiği saptandı. FRED Jr stent kullanılan hastalarda komplikasyon oranı %54,5 (n=6) ile daha yüksek iken, Silk Vista Baby uygulanan hastalarda bu oran %40 (n=2) olarak bulundu. Stent alt tipleri açısından komplikasyon gelişimi bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0,206). Stent çapına göre değerlendirildiğinde, küçük çaplı stentlerin (≤ 2.75 mm) kullanıldığı hastalarda komplikasyon oranı %17.9 (n=7) iken orta çaplı stentlerin (2.76–3.50 mm) kullanıldığı hastalarda bu oran %55 (n=11) idi. Geniş çaplı stent (> 3.50 mm) kullanılan hastalarda komplikasyon gözlenmedi. Komplikasyon gelişmeyen hastalarda küçük çaplı stent oranı %82.1 (n=32), orta çaplı stent oranı %45 (n=9) olup geniş çaplı stent kullanılan tek hastada komplikasyon izlenmedi. Stent çapı ile komplikasyon gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı (p=0.006). Stent uzunluğu incelendiğinde kısa stentler (≤ 20 mm) kullanılan hastalarda komplikasyon oranı %27.8 (n=15), orta uzunluktaki stentlerde (21–30 mm) %40 (n=2) ve uzun stentlerde (> 30 mm) %100 (n=1) idi. Komplikasyon gelişmeyen hastalarda bu oranlar kısa stentlerde %72.2 (n=39), orta uzunlukta stentlerde %60 (n=3) olup uzun stent kullanılan hastada komplikasyon görülmedi. Stent uzunluğu açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0.291).

Tablo 11. Komplikasyon gelişimine göre stent kullanım özellikleri

Variable	Komplikasyon		P_value
	Evet n = 19	Hayır n = 41	
Kullanılan stent (adet)			0.202 ^a
Pipeline Flex	0	4 (%100)	
Pipeline Shield	5 (%20.8)	19 (%79.2)	
Pipeline Vantage	5 (%31.2)	11 (%68.8)	
FRED Jr	6 (%54.5)	5 (%45.5)	
Silk Vista Baby	2 (%40)	3 (%60)	
Stent çapı			0.006 ^a
Küçük (≤ 2.75 mm)	7 (%17.9)	32 (%82.1)	
Orta (2.76-3.50 mm)	11 (%55)	9 (%45)	
Geniş (>3.50 mm)	0	1 (%100)	
Stent uzunluğu			0.291 ^a
Kısa (≤ 20 mm)	15 (%27.8)	39 (%72.2)	
Orta (21-30 mm)	2 (%40)	3 (%60)	
Uzun (>30 mm)	1 (%100)	0	

^a Fisher's exact test. Kullanılan toplam stent sayısı: n = 60. Not: Bu tabloda analiz stent düzeyindedir. Bazı hastalarda birden fazla stent kullanılmıştır.

4.7. Uzun Dönem Morbidite Sonuçları

Komplikasyon gelişen 17 hastanın 15'ine (%88.2) takipte ulaşılabildi; iki hasta (%11.8) takip dışı kaldı. Değerlendirme, klinik nörolojik muayene, fonksiyonel durumun modified Rankin Scale (mRS) ile ölçümü ve kontrol görüntülemeleri üzerinden gerçekleştirildi.

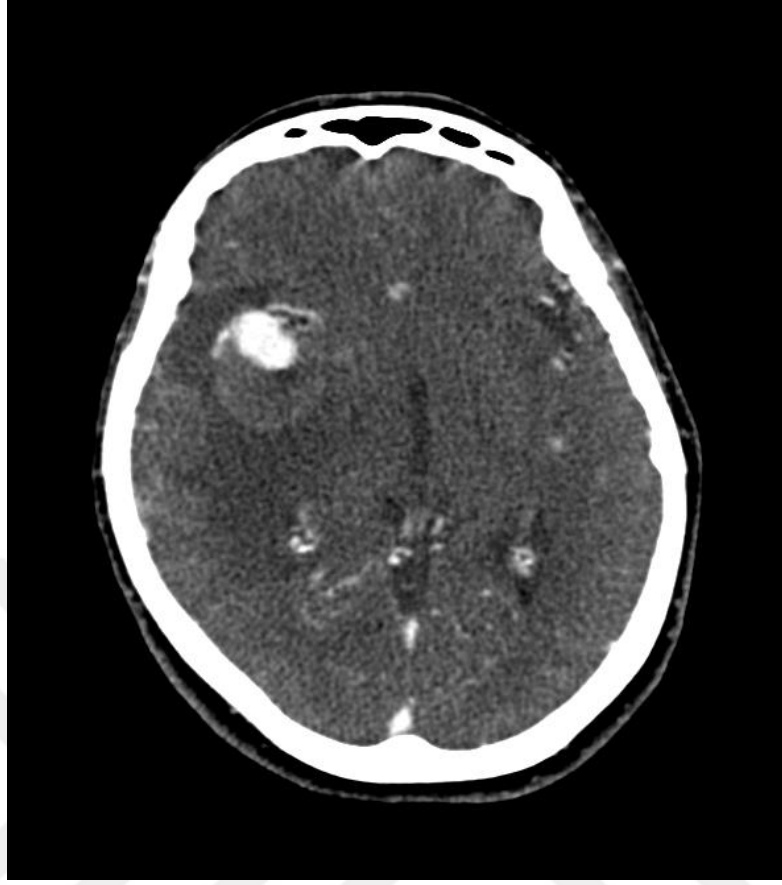
Uzun dönem fonksiyonel sonuçlar incelendiğinde, hastaların 3'ünde (%20.0) mRS 0, 6'sında (%40.0) mRS 1 ve 5'inde (%33.3) mRS 2 saptandı. Buna göre takip edilebilen olguların 14'ünde (%93.3) fonksiyonel bağımsızlık (mRS 0–2) korunmuştu. Daha önce bahsi geçen akut intrakraniyal hemoraji gelişen hasta dışında mortalite izlenmedi ve bu hasta dışında mRS ≥ 3 ile uyumlu kalıcı ağır fonksiyonel kayıp saptanmadı.

Kalıcı nörolojik morbidite açısından değerlendirildiğinde, takip edilen 15 hastanın 12'sinde (%80.0) objektif kalıcı nörolojik defisit izlenmedi. İki hastada (%13.3) uzun dönemde baş ağrısı gibi minör yakınmalar devam etmekle birlikte, bu semptomların fonksiyonel bağımsızlık üzerinde belirgin bir kısıtlılık oluşturmadığı görüldü. Radyolojik takiplerde (n=15) tam anevrizma oklüzyonu 9 hastada (%60.0) saptanırken, 5 hastada (%33.3) rezidü veya parsiyel oklüzyon izlendi; bir hastada oklüzyon durumu değerlendirilemedi. Komplikasyon gelişmesine rağmen olguların önemli bir bölümünde uzun dönemde anevrizma oklüzyonunun sağlanmış ve korunmuş olması, tedavi etkinliğinin sürdüğünü göstermektedir.

4.8. Olgu Sunumu

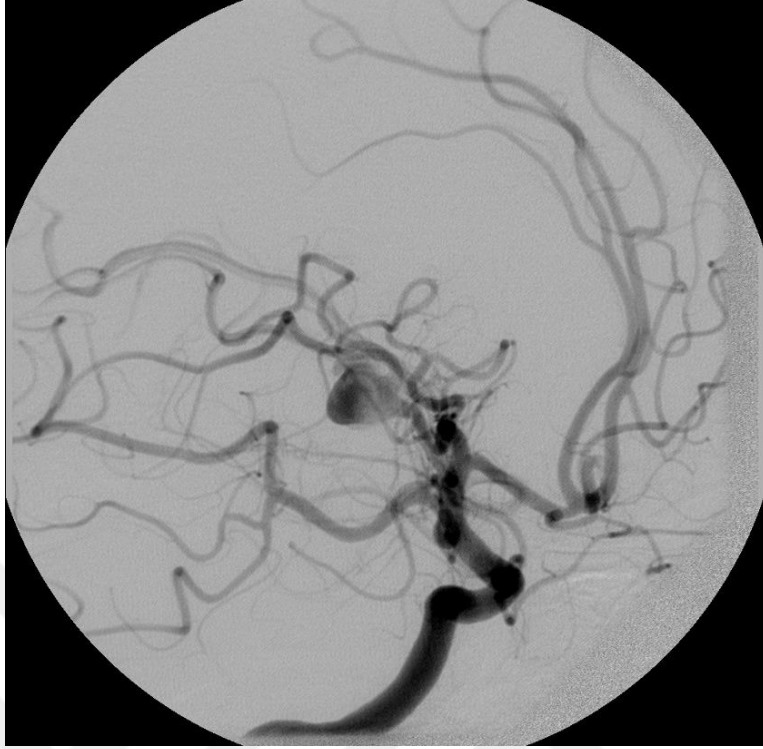
Olgu 1:

65 yaşında kadın hasta, bilinen dissekan, parsiyel tromboze ve giant intrakraniyal anevrizma tanısı ile izlenmekteyken giderek artan baş ağrısı yakınması ile başvurdu. Yapılan görüntülemelerde, yaklaşık 36 × 34 mm boyutlarında olduğu ölçülen anevrizmanın sağ orta serebral arter (MCA) orta trunk segmentinden kaynaklandığı saptandı (**Şekil 11**).



Şekil 11. Olgu 1- Preoperatif BT Anjiyografi

İşlem öncesi değerlendirmelerin ardından hasta endovasküler tedaviye alındı. İşlem sırasında yapılan dijital substraksiyon anjiyografide, sağ MCA orta trunk kaynaklı giant, parsiyel tromboze dissekan anevrizmanın görünümü doğrulandı (**Şekil 12**). Anevrizma segmentini kapsayacak şekilde flow diverter stent implantasyonu gerçekleştirildi (**Şekil 13**).

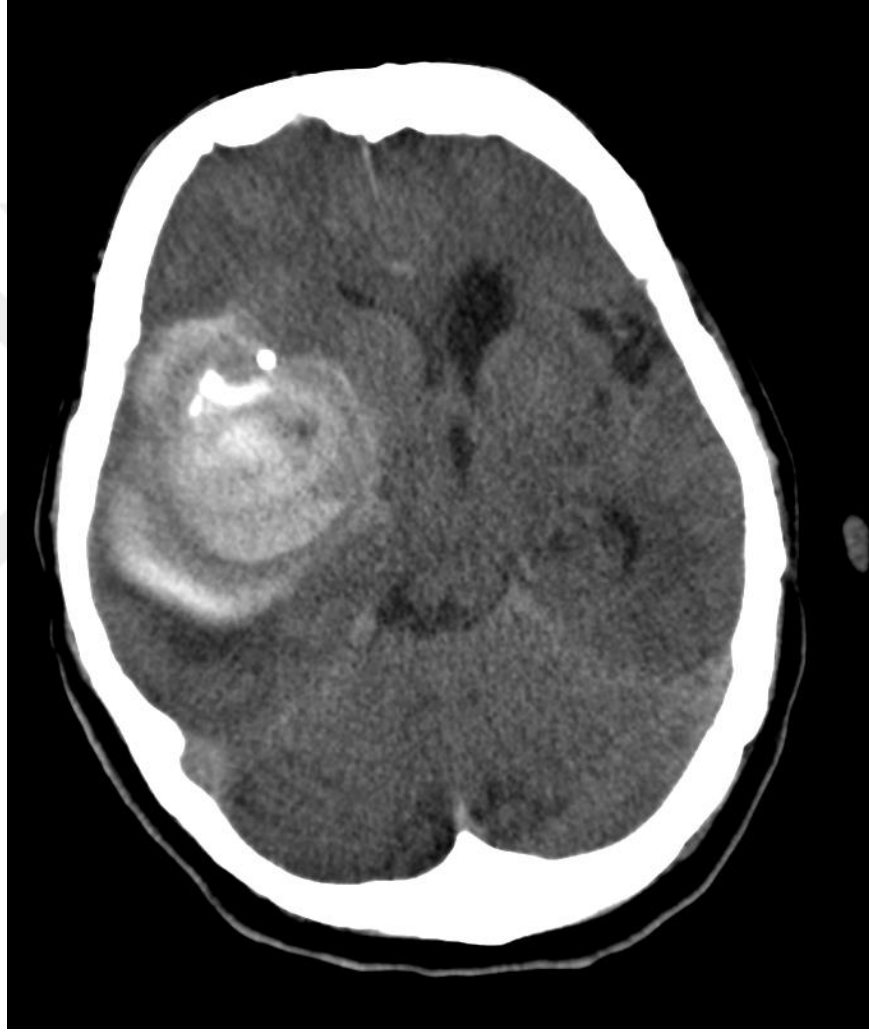


Şekil 12. Olgu 1- İşlem sırasında DSA

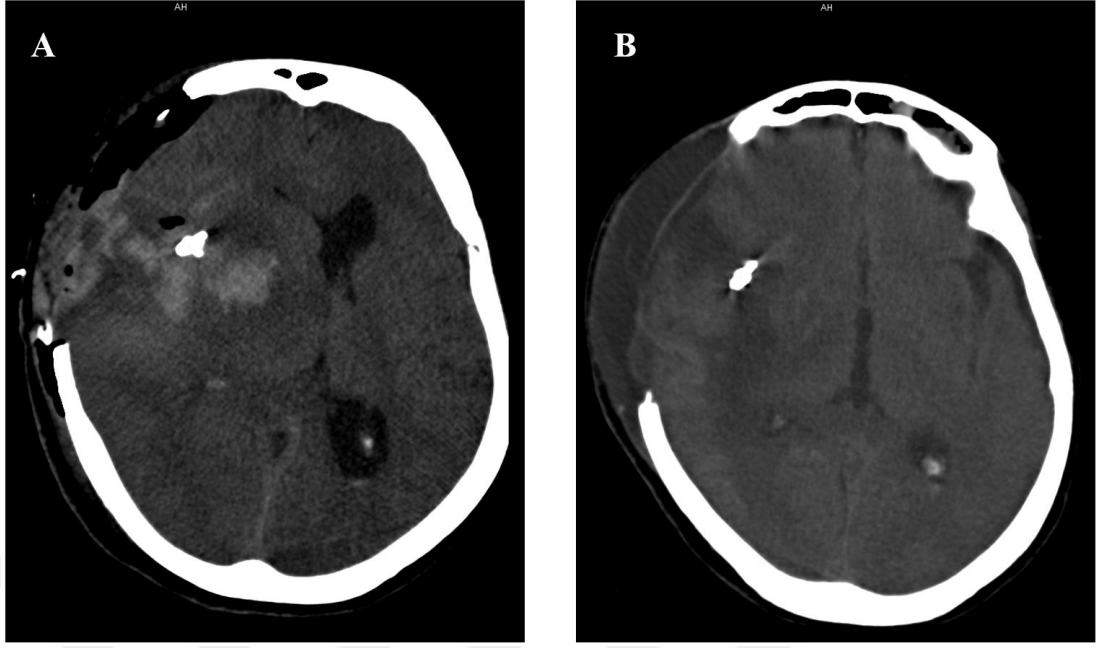


Şekil 13. Olgu 1- Flow Diverter stent yerleşimi

İşlem sonrası aynı gün çekilen beyin bilgisayarlı tomografisinde akut intraparenkimal kanama geliştiği izlendi (**Şekil 14**). Takip eden süreçte hastaya cerrahi müdahale uygulandı. Postoperatif birinci gün çekilen beyin bilgisayarlı tomografide persistan kanama alanları ve artmış beyin ödemi saptandı (**Şekil 15A**). On yedinci gün kontrol görüntülemelerinde yaygın beyin ödemi ve herniasyon ile uyumlu radyolojik bulgular izlendi (**Şekil 15B**).



Şekil 14. Olgu 1- İşlem sonrası aynı gün beyin BT

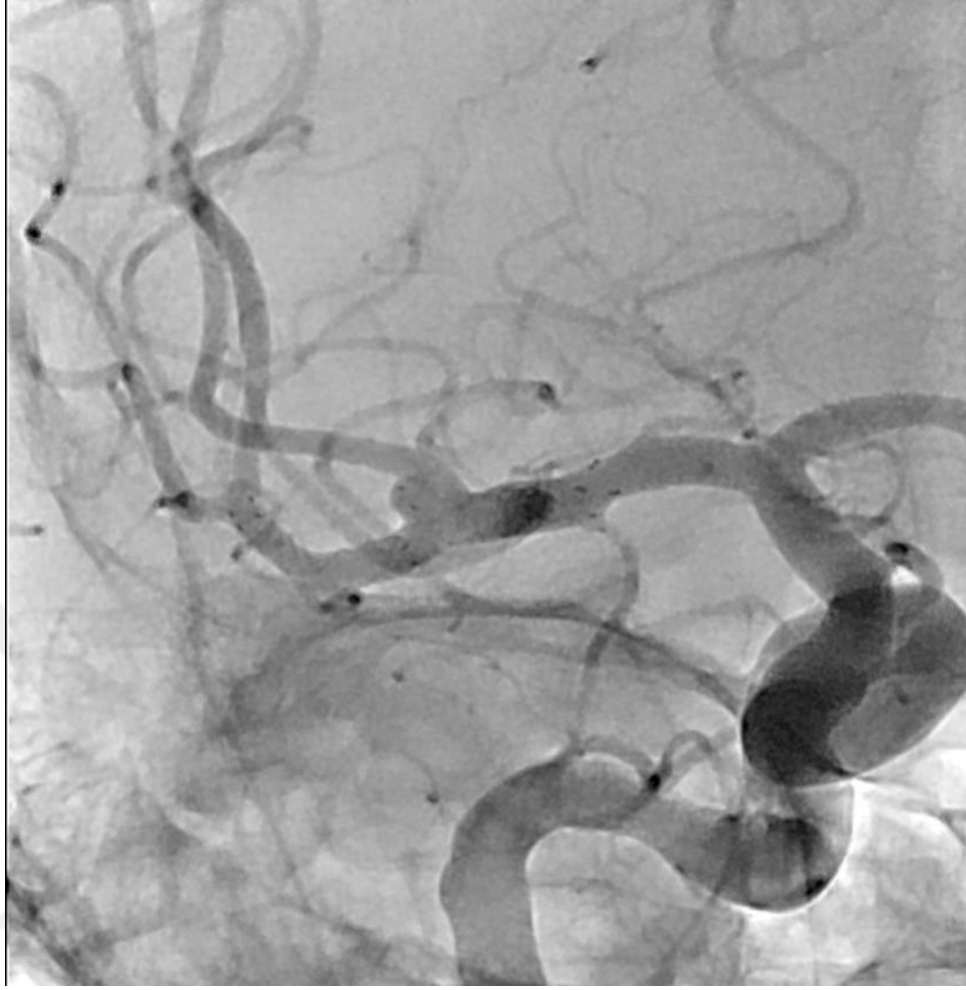


Şekil 15. Olgu 1- Postoperatif beyin BT. **A:** Postop 1. Gün, **B:** Postop 17. Gün

Hasta, endovasküler girişim sonrası gelişen komplikasyonlar nedeniyle takip sürecinin 37. gününde vefat etti.

Olgu 2:

32 yaşında erkek hasta, asemptomatik seyirli sağ MCA bifurkasyon anevrizması nedeniyle değerlendirildi. Dijital substraksiyon anjiyografide anevrizmanın sakküler tipte olduğu, yaklaşık 3×4 mm boyutlarında ölçüldüğü ve geniş boyunlu yapıda olduğu izlendi. Anevrizmanın superior trunk çıkışlı M2 dalı ile yakın ilişkili olduğu saptandı (**Şekil 16**). Hastanın özgeçmişinde yaklaşık üç yıl önce subaraknoid kanama öyküsü bulunduğu, bu dönemde dış merkezde bir üniversite hastanesinde yatışının olduğu ve sağ tarafta geçici kuvvetsizlik geliştiği öğrenildi. Takip sürecinde hastaya toplam dört kez serebral anjiyografi uygulandığı kaydedildi. Yaklaşık 1,5 yıl önce dış merkezde sol MCA anevrizmasına koil embolizasyonu uygulanmıştı. Aynı dönemde sağ MCA bifurkasyonundaki anevrizma için koil tedavisi önerilmiş; ancak yüksek maliyet ve hastanın tedaviyi kabul etmemesi nedeniyle hasta merkezimize yönlendirilmişti.



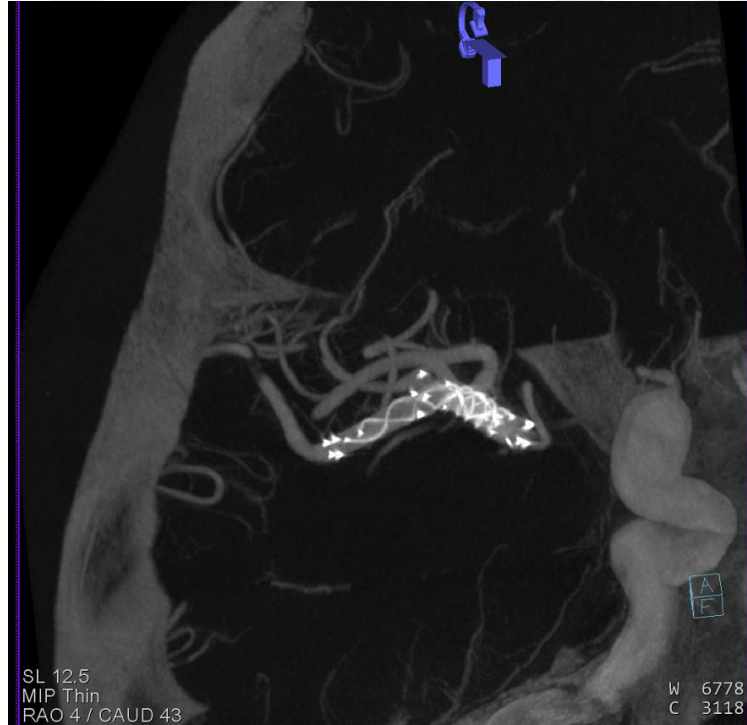
Şekil 16. Olgu 2- İşlem öncesi DSA (2D) – Tedavi lanlaması

İşlem öncesi fizik muayenede, hastanın sağ alt ekstremitesinde diz altı bölgede yaklaşık bir haftadır devam eden şişlik saptandı. Bu bulgu işlem öncesi değerlendirmelerde dikkate alınarak hasta endovasküler tedaviye uygun şekilde hazırlandı. Hastaya işlem öncesi dönemde asetilsalisilik asit ve klopidoğrel ile çiftli antiplatelet tedavi başlandı.

Endovasküler tedavide flow diverter stent kullanıldı (**Şekil 17**). İlk yerleştirilen stentin proksimale migrasyon göstermesi üzerine, internal karotid arter tortiyözitesi ve kateter kontrolünün yetersizliği nedeniyle ikinci stent teleskopik olarak açıldı. İşlem sırasında ek komplikasyon izlenmedi (**Şekil 18**).



Şekil 17. Olgu 2- Flow Diverter stent deploy aşaması



Şekil 18. Olgu 2- İşlem sonrası DSA tabanlı 3D thin MIP Rekonstrüksiyon

Beşinci ayda yapılan dijital substraksiyon anjiyografi kontrolünde anevrizmanın oklüde olduğu ve ilgili dalın patent seyrettiği gözlemlendi (Class 1A). Yirmi altıncı ayda gerçekleştirilen manyetik rezonans anjiyografi kontrolünde de benzer şekilde anevrizmanın tam oklüde olduğu ve parent damar patensinin korunduğu saptandı (Class 1A). Klinik takiplerde hastanın modifiye Rankin skoru 0 olarak değerlendirildi (Şekil 19).



Şekil 19. Olgu 2- Beşinci ay DSA kontrolü

5. TARTIŞMA

Günümüzde hangi MCA anevrizmalarının cerrahi ile tedavi edileceği veya hangilerinde endovasküler tedavi uygulanacağı tartışılmaya devam etmektedir (56). MCA anevrizmalarının önemli bir bölümü bifurkasyon seviyesinde oluşan geniş boyunlu anevrizmalardır. Bir veya daha fazla yan dal damar içermesi ile birlikte mikrocerrahi için genellikle elverişsiz bir anatomik yapıya sahip olduğu kabul edilmektedir (57). Geniş boyunlu MCA bifurkasyon anevrizmaları geleneksel olarak mikrocerrahi ile tedavi edilmekte bununla birlikte yan dal damarları tıkama riski ve koil herniasyonu riski sorun oluşturmaktadır (56, 58). MCA anevrizmaları tedavisinde stent destekli koil, balon remodeling ve Y-stent yerleştirilmesi gibi çeşitli endovasküler teknikler kullanılmış, nüks ve komplikasyon oranları bu yöntemlerin tartışılır hale gelmesine neden olmuştur (57).

Akım yönlendirici stentlerin kullanımı ise diğer bölge anevrizma endovasküler tedavisinde olduğu gibi MCA anevrizmaları için de yeni bir bakış açısı oluşturmıştır. Bu yöntem sadece anevrizma kesesine kan akışını kısıtlamakla kalmamakta, aynı zamanda anevrizma boynunu yeniden şekillendirmekte ve ana damarı yeniden yapılandırmaktadır (59). Bu çalışma iki hasta dışında rüptüre olmamış MCA anevrizması saptanan 57 hastanın dahil edildiği akım yönlendirici stent ile tedavi edilen toplam 59 hasta ile yürütülmüştür. Öncelikle hastaların demografik ve klinik özellikleri sunulmuş, anevrizma sayısı, boyutu, büyüklüğü ile birlikte morfolojik özellikleri ve yerleşim yerleri belirtilmiştir. Sonrasında ise çalışma amacımız doğrultusunda akım yönlendirici stentler ile anevrizma tedavisi sürecindeki antiplatelet tedavi, uygulanan ek işlemler (balon kullanımı, coil ile kombine işlem v.b.) cover edilen dallar, kullanılan stent türleri (Pipeline Flex, Pipeline Shield ve Pipeline Vantage -Medtronic, FRED Jr -MicroVention ve Silk Vista Baby-Balt), çapları ve uzunlukları verilmiştir. Son olarak modifiye CSC, dal patensi, stent patensi ilk ve son kontrol verileri ile Stagnasyon ve modifiye CSC ilişkisi sunularak merkezimizin MCA anevrizmalarında akım yönlendirici stentler ile tedavi deneyimi paylaşılmıştır.

Yapılan bir sistematik bir derlemede MCA anevrizma tespit edilen hastaların yaş ortalaması 49,85 yıl olarak bulunmuş ve %55,2'sinin kadın hastalardan oluştuğu

rapor edilmiştir (60). Losif ve ark. ları tarafından yürütülen MCA anevrizmaları ile ilgili çalışmalarında hastaların yaş ortalaması 52,4 yıl olarak bulunmuş kadın hastaların ise daha yüksek sayıda olduğu (toplam 58 hastanın 41'i kadın) bildirilmiştir (61). Çalışmamızda hastaların yaş ortalaması 57,6 olarak saptanmış %50,8'inin kadınlardan oluştuğu gözlenmiştir. İntrakranial anevrizmaların çocukluk döneminden ileri yaşa kadar tüm yaş grubunda görülmekle birlikte özellikle 50 yaş civarında sıklık kazandığı verisi bizim çalışmamız ile de desteklenmiştir. Birçok çalışmada ve meta analiz çalışmalarında kadınlarda daha sık gözlendiği rapor edilmekle birlikte (61, 62), bizim hastalarımızda kadın erkek oranında belirgin bir farklılık gözlenmemiş, çalışmamızın sınırlı hasta sayısı ile yürütülmüş olmasının rolü olabileceği düşünülmüştür.

İntrakranial anevrizmalar genellikle başka bir tıbbi nedenle yapılan görüntülemeler sırasında tesadüfen tespit edilmektedir (63). Rüptüre olmamış çeşitli nedenler ile uygulanan kranial görüntülemeler sonucunda saptanan anevrizmaları olan hastaların büyük bir bölümünün asemptomatik veya hafif düzeyde baş ağrısı nedeni ile başvurduğu bildirilmektedir (64). Bununla birlikte intrakranial anevrizmalarda en çok korkulan tablo rüptür ve buna bağlı gelişen SAK tablosudur (65). Bizim çalışmamızda da anevrizmaların % 96,6'sı henüz rüptüre olmamış ve SAK tablosu gelişmemiş hastalarda saptanan anevrizmalardır. Henüz rüptür gelişmemiş hastaların dahil edildiği çalışmalarda ifade edildiği gibi bizim çalışmamızda da en sık gözlenen bulgu baş ağrısıdır (%71,2). Asemptomatik vakalar, diğer ifade ile bir semptomu olmayan hastalar (%15,3) ikinci sırada yer almıştır.

Çeşitli nedenler ile saptanan intrakranial anevrizmaların %50 ile 80'nin yaşam süresince rüptüre olmadığı bildirilmektedir (66). Yayımlanan çalışmalarda saptanan MCA anevrizmalarının büyük bir bölümünün küçük anevrizmalardan oluştuğu ve rüptür öncesinde saptandığı bildirilmektedir (67). Bu anevrizmalarda anevrizma boyutunun, hacminin, volümünün ve büyüme özelliği göstermesinin SAK riskini artıran faktörler olduğu gösterilmiştir (68, 69). Bizim çalışmamızda saptanan anevrizmaların 3'te 2'den fazlasının küçük anevrizmalar (%69,5) oluşu gösterilmiş SAK gelişen vakaların sadece %6,8 vakada görülmesinin literatür ile uyumlu olduğu düşünülmüştür.

Tüm MCA anevrizmalarının %80-85'ini bifurkasyon bölümlerinden orijin almakta, proksimal MCA (%10-15) ve distal MCA (%2-6) anevrizmaları daha az oranda gözlenmektedir (70, 71). MCA anevrizmalarında olduğu gibi çoğunluğunun arteriyel bifurkasyon noktalarından orijin aldığı anevrizmalarda sakküler tip en sık saptanan anevrizma morfolojisini oluşturmaktadır (72, 73). Sistemik derleme çalışmasında MCA anevrizmalarının önemli bir bölümünün sakküler tarzda olduğu bildirilmiştir (60). Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak saptanan MCA anevrizmalarının %93,2'sinin sakküler morfoloji gösterdiği saptanmıştır.

MCA bifürkasyon anevrizmalarının diğer bifürkasyon bölgelerinde görülen anevrizmalara göre büyük çoğunluğu küçük anevrizmalar şeklindedir. MCA bifürkasyon anevrizmaları ile yapılan bir çalışmada yaklaşık %80'nin küçük anevrizmalardan oluştuğu, %15'nin büyük ve sadece %5'nin dev anevrizmalardan oluştuğu bildirilmiştir (61). Soydemir ve ark. ları tarafından yapılan ülkemizden bir çalışmada dahil edilen hastaların ortalama anevrizma çapı 4,55 mm bulunmuş, MCA anevrizmalarının %96,1'inin küçük (< 10 mm) anevrizmalar olduğu rapor edilmiştir (74). Bizim vakalarımızın %69,5'inde anevrizma boyutu 10 mm'nin altında saptanmış, %27,1'inde 10-25 mm ve sadece %3,4'ünde 25 mm'nin üstünde olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak MCA anevrizmalar genel özellikleri ile uyumlu olarak büyük bir çoğunluğunun küçük (< 10 mm) anevrizmalar olduğu ve dev anevrizma (> 25 mm) oranının oldukça düşük olduğu gösterilmiştir.

MCA de anevrizma tespit edilen hastalar ile yürütülen bir çalışmada, %60,3'ünün sağ MCA'da %39,7'sinin sol MCA da yer aldığı saptanmıştır (61). Bir başka tek merkez deneyiminin paylaşıldığı çalışmada MCA anevrizmalarının sağ ve sol yerleşimi benzer bulunmuştur (75). Bizim çalışmamızda da %54,2'sinin solda yerleştiği tespit edilmiş, literatürde ifade edildiği gibi belirgin bir farklılık gözlenmemiştir.

Birçok çalışmada MCA anevrizmalarının boyutu, morfolojisini ve şekli araştırılmış ancak sınırlı çalışmada bu anevrizmaların yeri, kubbe yönünü ve o bölgede bulunan ana ve genişleyen damarlar ile perforan arterlerle ilişkisi ele alınmıştır (76). Dashti ve arkadaşları tarafından yayınlanan bir çalışmada MCA anevrizmaları

proksimal (M1A), bifurkasyon (MbifA) ve distal tipler (MdistA) olarak sınıflandırılmıştır (77). Yasargil tarafından oluşturulan sınıflandırma ise kubbenin Silvian fissüre izdüşümüne göre MbifA'ler 3 tipe ayrılmış; anterosuperior izdüşüm (Silvian fissürüne doğru), posterior izdüşüm (M2'ler arasında) ve inferior izdüşüm (insulaya doğru) anevrizmaları olarak açıklanmıştır (76, 78). Ülkemizden yayınlanan bir çalışmada çalışmaya dahil edilen MCA anevrizmalarının %68,4'ünün M1 segmentten %31,6'sının MCA bifurkasyonundan orijin aldığı sunulmuştur (74). Bizim çalışmamızda saptanan MCA anevrizmalarının %69,5'inin Mbif segmentten orijin aldığı, M1 (%20,3) ve Mdis (%10,2) segmentten orijin alanların daha az oranda görüldüğü belirlenmiştir. Verilerimiz MCA anevrizmaların orijininin dahil edilen hasta gruplarının özelliklerine göre değişebileceğini göstermektedir.

MCA anevrizmalarında olduğu gibi çoğunluğunun arteriyel bifurkasyon noktalarından orijin aldığı anevrizmalar genellikle geniş boyunlu anevrizmalar olarak saptanmaktadır (65). Soydemir ve arkadaşların tarafından yayınlanan çalışmada saptanan MCA anevrizmalarının %80,3'ünün geniş boyunlu anevrizmalar olduğu rapor edilmiştir (74). MCA anevrizması tespit edilen hastalarımız %91,5'nin geniş anevrizma boynuna sahip olduğu görülmüştür.

Akım değiştirici stent kullanımıyla ilişkili başlıca komplikasyonlar hemorajik ve tromboembolik olaylardır (79). Bu cihazın neointimal doku oluşumuna yardımcı olan bir metal stentten oluşması tromboembolik komplikasyonların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (57). Soydemir ve ark.ları tarafından yürütülen FD stentlerin MCA anevrizmalarında etkinliği ve güvenilirliğinin araştırıldığı çalışmada, 67 hastanın 10'nunda (%14,9) prosedür ilişkili komplikasyon gelişmiştir (74). Bu çalışmada 5 hastada teknik problemlerin, 4 hastada tromboembolik olayların ve 1 hastada hemorajik komplikasyonların geliştiği gözlenmiştir. Çalışmamızda hastalarımıza antiplatelete tedavi uygulanmış uygulanan tedavi protokolleri **Tablo 4'**te sunulmuştur. Bununla birlikte literatürde ifade edildiği üzere bizim hastalarımızda da en sık gözlenen komplikasyon tromboembolik olaylar (komplikasyon gelişen 17 hastanın 12'sinde) olarak saptanmıştır. İK hemoraji ise 2 hastada gözlenmiştir. Teknik problemler 5 hastada ve stenoz 3 hastada saptanan diğer komplikasyonları oluşturmaktadır. Mortalite ise sadece 1 hastada (%1,7) gözlenmiştir.

Serimizde 59 hastanın birinde (%1,7) mortalite izlenmiş olup, bu oran literatürde MCA yerleşimli anevrizmalar için bildirilen değerlerle uyumludur. Cagnazzo ve ark. (2017) MCA anevrizmaları için gerçekleştirdikleri sistematik derleme ve meta-analizde mortalite oranını %2, kalıcı nörolojik morbidite oranını yaklaşık %10 olarak bildirmiştir (62). Benzer şekilde, Piano ve ark. (2022) kompleks MCA anevrizmalarında FD tedavisi sonrası mortalite oranını %2,1, genel morbidite oranını %8,6 olarak raporlamışlardır (80). Takip edilen komplikasyonlu hastaların hiçbirinde kalıcı nörolojik defisit saptanmamıştır (baş ağrısı gibi minör semptomlar hariç).

Anterior sirkülasyonun diğer segmentlerini içeren büyük FD çalışmaları (örneğin PUFS ve PREMIER) genellikle daha düşük morbidite oranları bildirmektedir (50, 79). Bu farklılığın, MCA bifürkasyon anatomisi, yan dalların ve perforan arterlerin varlığı ile ilişkili hemodinamik ve teknik zorluklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bağlamda, serimizdeki sonuçların ICA ağırlıklı çalışmalardan daha yüksek, ancak MCA'ya özgü yayınlarla uyumlu olması beklenen bir bulgudur.

Oklüzyon oranları değerlendirildiğinde, serimizde tam oklüzyon oranının literatürde bildirilen MCA FD serileriyle benzer aralıkta olduğu görülmektedir. Dikkat çekici olarak hem tam hem de inkomplet oklüzyon grubundaki tüm yaşayan hastalarda iyi fonksiyonel sonuç elde edilmiştir. Bu bulgu, klinik sonucun yalnızca anjiyografik oklüzyon başarısı ile değil, esas olarak periprosedürel komplikasyonların varlığı ile ilişkili olduğunu vurgulayan literatürle uyumludur.

MCA anevrizmaları tedavisinde akım değiştirici stentler, diğer cerrahi veya endovasküler yaklaşımların uygun olmadığı veya daha iyi sonuçlar sunmadığı durumlarda ve önceki cerrahi veya endovasküler tedavi sonrası kalan lezyonlarda öncelikle düşünülmelidir (81). Özellikle geniş boyunlu MCA bifürkasyon anevrizmalarında bu zorluklar ile daha sık karşılaşmış, yeterli ve kalıcı embolizasyon oranlarına ulaşmak için akım değiştirici stentler gibi yardımcı cihazların kullanılmasını gerektirmiştir (82, 83). Bizim çalışmamızda toplam 5 hastada (%8,5) coil veya clip benzeri tedavi uygulanma öyküsü mevcut olup kalan 54 hastada (%91,5) daha öncesinde herhangi bir anevrizma cerrahi tedavi öyküsü yoktur.

İlk müdahaleyle anevrizma tıkanıklığının sağlanamadığı vakalarda, ikinci bir endovasküler stent kullanma zorunluluğu sıkışan dalın üzerinde daha fazla risk oluşturabilmektedir. Bu gibi durumlarda balon kullanımı, bypass cerrahisi ve sıkışan dalın feda edilmesi gibi daha karmaşık prosedürler de gerekebilmektedir (57, 58). Çalışmamızda 4 hastada (%6,8) balon kullanımı ve 3 hastada (%5,1) coil ile kombine işlem gerçekleştirilmiştir.

MCA anevrizmalarının büyük bir çoğunluğunun küçük anevrizmalardan (<10 mm) oluştuğu ve bu anevrizmaların rüptür riskinin daha düşük olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte rüptüre olması durumunda morbidite ve mortalitenin belirgin şekilde arttığı rapor edilmektedir (75, 84, 85). MCA anevrizmalarında FD stent ile tedavi genellikle geniş boyunlu veya birleşik yan dalları olan anevrizmalarda tercih edilmektedir. Soydemir ve ark.ları tarafından yürütülen çalışmada total veya yeterli oklüzyon saptanan anevrizma oranı 6, 12, 24, 36 ve 60. aylarda sırası ile %43,8, % 63,5, %,73.3, % 85,7 ve 87,5 olarak saptanmıştır (74). Bizim çalışmamızda ilk kontrolde tam veya parsiyel oklüzyon gerçekleşen hasta oranı sırası ile %40 ve %44 olarak saptanmış, son kontrolde ise bu oranlar sırası ile %58,0 ve %34 olarak gözlenmiştir. İlk kontrolde 8 hastada (%17,8) oklüzyon gerçekleşmediği, son kontrolde ise 4 hastada (%26,7) oklüzyon gerçekleşmediği tespit edilmiştir. İlk kontrolde 50 hasta değerlendirmeye alınmış ve yüksek oranda tam veya kısmi oklüzyon oranları, diğer ifade ile düşük oranda oklüzyon gerçekleşmeyen hasta oranları gözlenmiştir. Bu veri erken dönemde FD stent ile tedavi etkinliğini desteklemektedir.

MCA anevrizmalarının akım yönlendirmesinin potansiyel dezavantajlarına rağmen, akım değiştirici stentler bu anevrizmaların tedavisinde güvenli bir seçenek oluşturmaktadır. Literatürü incelendiğinde akım yönlendirici stentlerle tedavi edilen distal anevrizmaların genel komplikasyon insidansının %15 ile %20 arasında değiştiği bildirilmiştir (86). MCA anevrizmaları için akım yönlendirmesiyle ilgili bugüne kadarki deneyimimiz, benzer oklüzyon oranları ve teknik sorunlar olmaksızın literatür ile uyumlu komplikasyon oranları göstermiştir. Çalışmamızda yapılan ileri analizlerde komplikasyon gelişimin ile yaş, cinsiyet, anevrizma boyutu, anevrizma tarafı ve lokalizasyonu, anevrizma tipi, anevrizma içerisinden yan dal çıkış lokasyonu,

antiplatelet tedavi protokolü, destek tedavi uygulama prosedürleri ile stegnasyon arasında anlamlı ilişki gösterilememiştir (**Tablo 9** ve **Tablo 10**). Sonuçlarımızda tek merkez verileri ve sınırlı sayıda hasta ile yürütülmesinin etkili olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Komplikasyon gelişimi ile ilişkili risk faktörlerinin belirlenmesinde daha geniş serilerin dahil edildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Pipeline Embolizasyon Cihazı her biri 28-33µm çapında 48 adet telden örülmüş, silindirik yapıda kendiliğinden açılabilen bir stenttir. Stent çapları 2.5mm ile 5 mm arasında değişmekte, uzunluğu ise 10 ile 35 mm arasındadır. Optimal açılma gösterdiğinde por büyüklüğü 0.02-0.05 mm²'dir ve %30-35 metal yüzey alanı oluşturur (87). Silk stent bir diğer esnek yapıda stenttir ve kendine ait bir mikrokater ile anevrizma boynuna yerleştirilmektedir (88). FRED çift katmanlı veya “stent in stent” olarak adlandırılan bir akım yönlendirici stenttir. Düşük poroziteli iç tabakası anevrizmaya olan akımı azaltmakta ve anevrizma oklüzyonunu sağlamaktadır. Yüksek gözenekli dış tabaka ise yan dallara ve perforan arterlere olan akımın devamlılığını sağlar (89). Çalışmamızda kullanılan stentlerin %73,4'ünü (n=44) Pipeline ailesi oluşturmakta olup; Pipeline Flex %6,7 (n=4), Pipeline Shield %40,0 (n=24) ve Pipeline Vantage %26,7 (n=16) oranlarında kullanılmıştır. FRED Jr stentler %18,3 (n=11) vakada, Silk Vista Baby stentler ise %8,3 (n=5) vakada tercih edilmiştir. Kullanılan stentlerin büyük bir çoğunluğunu (%65) küçük çaplı stentler (≤2,75 mm) oluşturmuş, orta çaplı (2,76-3,50 mm) stentler %33,3 vakada kullanılırken geniş çaplı stent sadece 1 (%1,7) vakada kullanılmıştır. Vakaların %90'ında kısa stentler (≤20 mm) kullanılmış, orta (21-30 mm) ve uzun boylu (>30 mm) olanlar daha az oranda tercih edilmiştir.

DSA, parent arter ve yan dalların detaylı bir şekilde değerlendirilmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir (34). MCA anevrizmaları gibi çoğunluğunun bifürkasyon bölgelerinden orijin aldığı anevrizmalarda yan dal açıklığının takiplerde değerlendirilmesi önerilmektedir (75, 90). Losif ve ark.ları tarafından yapılan çalışmada akım değiştiriciler ile tedavi edilen MCA anevrizmalarında 6. ayda % 68 vakada görülen total oklüzyonun 1. yıl kontrollerinde %95'e ulaştığı gösterilmiştir (61).

MCA bifurkasyon anevrizmalarında, akım yönlendirici stentler ile tedavinin etkisi, herhangi bir rüptüre neden olmadan anjiyografik olarak daha yavaş şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda anjiyografik değerlendirme muhtemelen diğer endovasküler teknikler için uygulanan normal değerlendirmeden daha sonra sistematik olarak yapılmalıdır. Çekirge-Saatçi anjiyografik değerlendirme ölçeği, FD tedavisinin değerlendirilmesi için daha uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu değerlendirme aracı sayesinde yalnızca anevrizmal oklüzyonun değil, aynı zamanda zamanla oluşan tüm hemodinamik modifikasyon (yan dal v.b.) sürecinin daha kapsamlı bir değerlendirmesini sağlamaktadır (50, 91, 92). Çalışmamızda anevrizma oklüzyonunun tam gerçekleştiği (Class 1) bununla birlikte yan dal akım durumu (Class 1A, Class 1B ve Class 1C) ile verilerin ilk ve son kontrol karşılaştırmaları ile birlikte rezidüel dolum (Class 2, Class 3 ve Class3A) gözlenen vakaların ilk ve son kontrol değerlendirmesinde oranları **Tablo 6**'da sunulmuştur. Ayrıca operasyon hemen sonrası stagnasyon durumu ile tam oklüzyon (Class 1) saptanan hastalar ile rezidüel akım (Class 2 ve Class 3) gözlenen hastalar arasında istatistiksel anlamlı ilişki gösterilememiştir.

Son zamanlarda yapılan bir çalışmada cover edilen dalların şeklinin ve anevrizma kesesine göre konumlarının hem yan dal açıklığında hem de anevrizma tıkanıklığında önemli bir rol oynadığı tartışılmıştır (93). MCA bifurkasyon dallarının doğası ve anastomozlardaki değişkenlik, terminal arter boyunca basınç gradyanının anevrizmanın tıkanmaya doğru yeniden şekillenme sürecini geciktirebileceği ifade edilmektedir (94). Çalışmamızda cover edilen dal sayıları ve bunları yerleşim verileri sunulmakla birlikte bunların anevrizma oklüzyonu, parent arter ve yan dal akım devamlılığındaki rolleri karşılaştırmaları sınırlı hasta sayısı nedeni ile yapılmamıştır.

Akım değiştirici stentler esas olarak kan akışını anevrizmadan uzaklaştırmakta ve endotelizasyon için iskele oluşturarak görev yapmaktadır. Ana damar yeniden şekillenmesi genellikle haftalar ila aylar içinde gerçekleşmektedir. Ancak, yan dalı (kubbe veya boyundan gelen) olan anevrizmalarda veya bifürkasyon bölgesinde yer alan anevrizmalarda tam oklüzyonun çok daha uzun sürelerde gelişmesi sık gözlenen bir durum olarak bildirilmektedir (49, 95). Çalışmamızda ilk kontrolde stent patensinin %97,8 vakada gözleendiği tespit edilmiş sadece 1 vakada darlık/oklüzyon tespit

edilmiştir. Son kontrolde stent patensinin 38 vakada (%82.6) devam ettiği 8 vakada darlık/oklüzyon gözleendiği tespit edilmiştir.

MCA anevrizmalarının akım değıştirici stentler ile tedavisinde karşılaşılabilecek birkaç potansiyel dezavantaj söz konusudur. Akım değıştirici stent ile tedavi, bifurkasyonun 1 kolunu hapsederek kaplanmış dalın tıkanmasına yol açabilmektedir (57, 96). Bifurkasyon bölgesi anevrizmalarında dal tıkanıklığının klinik toleransı kesin değildir. Çalışmalarda bifurkasyon anevrizmalarında anevrizma tıkanıklığının yan dal tıkanıklığıyla anlamlı şekilde ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (57). Çalışmamızda yan dal patensi değerdirmesinde ilk ve son kontrolde sırası ile %62.2 ve % 62.2 hastada yan dal patent tespit edilmiştir. İlk ve son kontrolde sırası ile %22.2 ve %22.2 vakada yan dal da incelme, %15.6 ve %15.6 vakada oklüzyon tespit edilmiştir. Sonuçlarımız yüksek oranda yan dal patensi veya akım devamlılığı olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmalar yan dal akım devamlılığının kontrol anjiyografilerde değışmeden devam ettiğini desteklemektedir (61).

Bu çalışmada; önemli bir bölümü küçük anevrizmalar olması le birlikte, geniş boyunlu ve yan dal çıkışı olan MCA anevrizmalarının tedavisinde FD stentlerin güvenliğini ve etkinliğini araştırılmıştır. Kullanılan FD yönteminin etkinliği ve güvenilirliği karşılaştırması kapsamında kullanılan yöntem ve stent özelliklerinin komplikasyon gelişimdeki rolleri de incelenmiştir. Soydemir ve ark.ları tarafından yürütölen çalışmada kullanılan FD stent yöntemi (FRED, FRED Jr ve PIPELINE kullanılmış) benzer anevrizma oklüzyon oranları göstermiştir (74). Aynı çalışmada anevrizma oklüzyonu ve yan dal patensi sağlanması ile stent büyüklüğü arasında anlamlı ilişki gösterilememiştir. Bizim çalışmamızda ise kullanılan FD stent yöntemlerinin ve seçilen stent uzunluklarının benzer komplikasyon oranları gösterdiği saptanmıştır. Bununla birlikte küçük stentlerin kullanıldığı anevrizmaların %17.9'unda komplikasyon gözlenirken %82.1'inde komplikasyon gözlenmemiş, orta çaplı stentlern kullanıldığı anevrizmaların ise %55'inde komplikasyon gözlenirken %45'inde komplikasyon gözlenmemiştir ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulgumuzun MCA anevrizmalarında büyüklük arttıkça başarı oranlarının düşebileceği bilgisi ile uyumlu olarak değerdendirilmiştir.

Çalışmamızın temel bazı kısıtlılıkları mevcuttur. Öncelikle; çalışmamızın tek bir merkezde ve sınırlı sayıda hasta ile yürütülmesi önemli kısıtlılıklarımızdan birini oluşturmaktadır. Bu kapsamda çok merkezli, yeterli sayıda hastanın dahil edildiği çalışmalara ihtiyaç söz konusudur.

Kabul edilebilir komplikasyon oranları ile akım yönlendirici stentlerin MCA anevrizmaları için etkili bir tedavi alternatifi olduğu çalışmamız ile de desteklenmiştir. Bu yöntem ile tedavi sürecinde etkili bir antiagregan tedavi birlikte uygulanmalıdır. Akım değiştirici tedavilerin uzun dönemdeki etkileri nedeni ile anjiyografik kontrollerin daha uzun zaman aralıkları ile yapılması gereklidir.



6. SONUÇ

Bu tez kapsamında, MCA anevrizmalarının akım değiştirici stentlerle tedavisine ilişkin merkezimizde elde edilen veriler sistematik olarak değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, 57 hastada uygulanan toplam 59 akım yönlendirici stent prosedürü değerlendirilmiştir. Bulgularımız, akım yönlendirici stentlerin özellikle rüptüre olmamış, geniş boyunlu ve kompleks anatomili MCA anevrizmalarında güvenli ve etkili bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir. Hastalarımızın büyük çoğunluğunun asemptomatik veya hafif semptomlarla başvurmuş olması ve anevrizmaların %96'sının rüptüre olmamış dönemde saptanmış olması, erken tanı ve uygun hasta seçiminin klinik yönetimdeki önemini desteklemektedir.

Anevrizma morfolojisi ve damar ilişkisi göz önüne alındığında, akım yönlendirici stentlerin yalnızca anevrizma kesesinde akımı azaltmakla kalmayıp parent damarı yeniden şekillendirme kapasitesi sayesinde MCA bifurkasyon anevrizmalarında anlamlı bir avantaj sağladığı görülmüştür. Çalışmamızda görülen yüksek teknik başarı, kabul edilebilir komplikasyon oranları ve kontrol anjiyografilerinde saptanan olumlu oklüzyon profili, literatürle uyumludur ve bu yöntemin MCA anevrizmalarında giderek artan kullanımına katkı sunmaktadır.

Bununla birlikte, yan dal açıklığı ve stent permeabilitesinin uzun dönem izlemlerle düzenli olarak değerlendirilmesi gerektiği görülmektedir. Bazı hastalarda stagnasyon derecesi ile mCSC oklüzyon sonuçları arasında yakın ilişki saptanması, başlangıç anjiyografik akım paternlerinin tedavi öngörüsünde kullanılabileceğine işaret etmektedir.

Uygulanan işlemlerin teknik olarak tamamlanabildiği, takip edilebilen olgularda parent arter ve yan dal akım sürekliliğinin izlenebildiği ve anjiyografik dönüşümün zaman içerisinde kademeli olarak gerçekleştiği gözlenmiştir. Bu bulgular, akım değiştirici stent uygulamalarının seçilmiş MCA anevrizmalarında kullanılabilişliğine ilişkin tanımlayıcı bir veri seti sunmaktadır.

Geniş boyunlu, kompleks morfolojili ve özellikle mikrocerrahi açısından riskli MCA anevrizmalarında akım yönlendirici stentler gl bir alternatif olarak değerlendirilmelidir. MCA bifurkasyon anatomisinin doğal varyasyonları göz önünde bulundurularak, yan dalların açıklığının korunmasına yönelik pre-prosedürel planlama titizlikle yapılmalıdır. Kapsanan dalların uzun dönem açıklığını değerlendirmek için düzenli takip önemlidir.

Uygun ift antiplatelet tedavi protokollerinin uygulanması ve hasta uyumunun sağlanması, trombotik komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir.

İlk ve uzun dönem kontrol anjiyografileri, stent permeabilitesi ve anevrizma oklüzyon derecesinin değerlendirilmesinde temel rol oynamaktadır. Takip protokollerinin standartlaştırılması önerilir.

Örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve uzun dönem kontrol oranlarının düşük kalması, yorumların kapsamını belirgin şekilde daraltmaktadır. Bununla birlikte, mevcut sonuçlar, akım değiştirici stentlerin MCA anevrizmalarında tedavi seçenekleri arasında yer alma potansiyeline işaret etmektedir. Bu tedavinin konumunun daha net şekilde belirlenebilmesi için, geniş örneklerle yrtlen, yöntemler arası karşılaştırmalar içeren ve uzun dönem sonuçlarını ortaya koyan çalışmalara ihtiyaç devam etmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, Rinkel GJ. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol.* 2011;10(7):626-36.
2. Gibo H, Carver CC, Rhoton AL, Jr., Lenkey C, Mitchell RJ. Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg.* 1981;54(2):151-69.
3. Shapiro M, Raz E, Nossek E, Chancellor B, Ishida K, Nelson PK. Neuroanatomy of the middle cerebral artery: implications for thrombectomy. *J Neurointerv Surg.* 2020;12(8):768-73.
4. Khatri R, Qureshi MA, Chaudhry MRA, Maud A, Vellipuram AR, Cruz-Flores S, et al. The Angiographic Anatomy of the Sphenoidal Segment of the Middle Cerebral Artery and Its Relevance in Mechanical Thrombectomy. *Interv Neurol.* 2020;8(2-6):231-41.
5. Ravindran K, Casabella AM, Cebal J, Brinjikji W, Kallmes DF, Kadirvel R. Mechanism of Action and Biology of Flow Diverters in the Treatment of Intracranial Aneurysms. *Neurosurgery.* 2020;86(Suppl 1):S13-S9.
6. D'Urso PI, Lanzino G, Cloft HJ, Kallmes DF. Flow diversion for intracranial aneurysms: a review. *Stroke.* 2011;42(8):2363-8.
7. Brisman JL, Song JK, Newell DW. Cerebral aneurysms. *N Engl J Med.* 2006;355(9):928-39.
8. Thompson BG, Brown RD, Jr., Amin-Hanjani S, Broderick JP, Cockroft KM, Connolly ES, Jr., et al. Guidelines for the Management of Patients With Unruptured Intracranial Aneurysms: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2015;46(8):2368-400.
9. Mizutani T, Miki Y, Kojima H, Suzuki H. Proposed classification of nonatherosclerotic cerebral fusiform and dissecting aneurysms. *Neurosurgery.* 1999;45(2):253-9; discussion 9-60.

10. Merritt WC, Berns HF, Ducruet AF, Becker TA. Definitions of intracranial aneurysm size and morphology: A call for standardization. *Surg Neurol Int.* 2021;12:506.
11. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J, 3rd, Meissner I, Brown RD, Jr., Piepgras DG, et al. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet.* 2003;362(9378):103-10.
12. Rinkel GJ, Djibuti M, Algra A, van Gijn J. Prevalence and risk of rupture of intracranial aneurysms: a systematic review. *Stroke.* 1998;29(1):251-6.
13. Etminan N, Chang HS, Hackenberg K, de Rooij NK, Vergouwen MDI, Rinkel GJE, et al. Worldwide Incidence of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage According to Region, Time Period, Blood Pressure, and Smoking Prevalence in the Population: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Neurol.* 2019;76(5):588-97.
14. Rinne J, Hernesniemi J, Niskanen M, Vapalahti M. Analysis of 561 patients with 690 middle cerebral artery aneurysms: anatomic and clinical features as correlated to management outcome. *Neurosurgery.* 1996;38(1):2-11.
15. Dashti R, Hernesniemi J, Niemela M, Rinne J, Porras M, Lehecka M, et al. Microneurosurgical management of middle cerebral artery bifurcation aneurysms. *Surg Neurol.* 2007;67(5):441-56.
16. Zhu W, Liu P, Tian Y, Gu Y, Xu B, Chen L, et al. Complex middle cerebral artery aneurysms: a new classification based on the angioarchitecture and surgical strategies. *Acta Neurochir (Wien).* 2013;155(8):1481-91.
17. Zhou Z, Lan W, Yu J. Endovascular treatment of middle cerebral artery aneurysms: current status and future prospects. *Front Neurol.* 2023;14:1239199.
18. White PM, Teasdale EM, Wardlaw JM, Easton V. Intracranial aneurysms: CT angiography and MR angiography for detection prospective blinded comparison in a large patient cohort. *Radiology.* 2001;219(3):739-49.
19. Chen X, Liu Y, Tong H, Dong Y, Ma D, Xu L, et al. Meta-analysis of computed tomography angiography versus magnetic resonance angiography for intracranial aneurysm. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(20):e10771.

20. Villablanca JP, Jahan R, Hooshi P, Lim S, Duckwiler G, Patel A, et al. Detection and characterization of very small cerebral aneurysms by using 2D and 3D helical CT angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2002;23(7):1187-98.
21. Jo KI, Kim HR, Yeon JY, Hong SC, Kim JS. Treatment outcomes of surgical clipping for unruptured anterior circulation aneurysm-single institute experiences in the era of neurophysiologic monitoring and endovascular treatment. *Neurosurg Rev*. 2015;38(4):677-82.
22. van Dijk JM, Groen RJ, Ter Laan M, Jeltrema JR, Mooij JJ, Metzemaekers JD. Surgical clipping as the preferred treatment for aneurysms of the middle cerebral artery. *Acta Neurochir (Wien)*. 2011;153(11):2111-7.
23. Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, et al. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet*. 2005;366(9488):809-17.
24. Spetzler RF, McDougall CG, Zabramski JM, Albuquerque FC, Hills NK, Russin JJ, et al. The Barrow Ruptured Aneurysm Trial: 6-year results. *J Neurosurg*. 2015;123(3):609-17.
25. Pierot L, Barbe C, Nguyen HA, Herbreteau D, Gauthier JY, Januel AC, et al. Intraoperative Complications of Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms with Coiling or Balloon-assisted Coiling in a Prospective Multicenter Cohort of 1088 Participants: Analysis of Recanalization after Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysm (ARETA) Study. *Radiology*. 2020;295(2):381-9.
26. Pierot L, Cognard C, Spelle L, Moret J. Safety and efficacy of balloon remodeling technique during endovascular treatment of intracranial aneurysms: critical review of the literature. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012;33(1):12-5.
27. Wallace AN, Samaniego E, Kayan Y, Derdeyn CP, Delgado Almandoz JE, Dandapat S, et al. Balloon-assisted coiling of cerebral aneurysms with the dual-

- lumen Scepter XC balloon catheter: Experience at two high-volume centers. *Interv Neuroradiol.* 2019;25(4):414-8.
28. Sirakov A, Bhogal P, Sirakova K, Penkov M, Minkin K, Ninov K, et al. Endovascular treatment of wide-necked intracranial aneurysms using the Nautilus Intrasaccular System: initial case series of 41 patients at a single center. *J Neurointerv Surg.* 2023;15(10):989-94.
 29. Cay F, Peker A, Arat A. Stent-assisted coiling of cerebral aneurysms with the Neuroform Atlas stent. *Interv Neuroradiol.* 2018;24(3):263-9.
 30. King B, Vaziri S, Singla A, Fargen KM, Mocco J. Clinical and angiographic outcomes after stent-assisted coiling of cerebral aneurysms with Enterprise and Neuroform stents: a comparative analysis of the literature. *J Neurointerv Surg.* 2015;7(12):905-9.
 31. Aguilar-Salinas P, Brasiliense LB, Santos R, Cortez G, Gonsales D, Aghaebrahim A, et al. Safety and efficacy of stent-assisted coiling in the treatment of unruptured wide-necked intracranial aneurysms: a single-center experience. *Cureus.* 2019;11(6).
 32. Fujimoto M, Lylyk I, Bleise C, Albina P, Chudyk J, Lylyk P. Long-Term Outcomes of the WEB Device for Treatment of Wide-Neck Bifurcation Aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2020;41(6):1031-6.
 33. Pierot L, Moret J, Turjman F, Herbreteau D, Raoult H, Barreau X, et al. WEB Treatment of Intracranial Aneurysms: Clinical and Anatomic Results in the French Observatory. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2016;37(4):655-9.
 34. Chua MMJ, Silveira L, Moore J, Pereira VM, Thomas AJ, Dmytriw AA. Flow diversion for treatment of intracranial aneurysms: Mechanism and implications. *Ann Neurol.* 2019;85(6):793-800.
 35. Gaub M, Murtha G, Lafuente M, Webb M, Luo A, Birnbaum LA, et al. Flow diversion for endovascular treatment of intracranial aneurysms: past, present, and future directions. *Journal of Clinical Medicine.* 2024;13(14):4167.
 36. Topcuoglu OM, Akgul E, Daglioglu E, Topcuoglu ED, Peker A, Akmangit I, et al. Flow diversion in middle cerebral artery aneurysms: is it really an all-purpose treatment? *World neurosurgery.* 2016;87:317-27.

37. Bhogal P, AlMatter M, Bänzner H, Ganslandt O, Henkes H, Aguilar Pérez M. Flow diversion for the treatment of MCA bifurcation aneurysms—a single centre experience. *Frontiers in Neurology*. 2017;8:20.
38. Cagnazzo F, Fanti A, Lefevre P-H, Derraz I, Dargazanli C, Gascou G, et al. Distal anterior cerebral artery aneurysms treated with flow diversion: experience of a large-volume center and systematic review of the literature. *Journal of neurointerventional surgery*. 2021;13(1):42-8.
39. Yu J, Lv X. Flow diversion for intracranial aneurysms beyond the circle of Willis. *Frontiers in Neurology*. 2021;12:674966.
40. Iosif C, Mounayer C, Yavuz K, Saleme S, Geyik S, Cekirge H, et al. Middle cerebral artery bifurcation aneurysms treated by extrasaccular flow diverters: midterm angiographic evolution and clinical outcome. *American Journal of Neuroradiology*. 2017;38(2):310-6.
41. Yoshida S, Kazekawa K, Kamatani K, Maruyama K, Takigawa K, Tashiro N, et al. Neurological outcomes of flow-diverter stent placement for middle cerebral artery aneurysms, with reference to the effects of argatroban on ischemic events: patient series. *Journal of Neurosurgery: Case Lessons*. 2024;8(6).
42. Soydemir E, Gündoğmuş CA, Türeli D, Baltacıoğlu NA, Bayri Y, Baltacıoğlu F. Safety and efficacy of flow diverter stents in the treatment of middle cerebral artery aneurysms: a single-center experience and follow-up data. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2023;29(2):350.
43. Cagnazzo F, Cappucci M, Dargazanli C, Lefevre P-H, Gascou G, Riquelme C, et al. Treatment of distal anterior cerebral artery aneurysms with flow-diverter stents: a single-center experience. *American Journal of Neuroradiology*. 2018;39(6):1100-6.
44. Kulcsar Z, Houdart E, Bonafe A, Parker G, Millar J, Goddard AJ, et al. Intra-aneurysmal thrombosis as a possible cause of delayed aneurysm rupture after flow-diversion treatment. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2011;32(1):20-5.
45. Mendenhall SK, Sahlein DH, Wilson CD, Filley AC, Ordaz J, Ahluwalia RK, et al. The natural history of coiled cerebral aneurysms stratified by Modified

- Raymond-Roy Occlusion Classification. *World Neurosurgery*. 2019;128:e417-e26.
46. Mascitelli JR, Moyle H, Oermann EK, Polykarpou MF, Patel AA, Doshi AH, et al. An update to the Raymond–Roy occlusion classification of intracranial aneurysms treated with coil embolization. *Journal of neurointerventional surgery*. 2015;7(7):496-502.
 47. Stapleton CJ, Torok CM, Rabinov JD, Walcott BP, Mascitelli JR, Leslie-Mazwi TM, et al. Validation of the modified Raymond–Roy classification for intracranial aneurysms treated with coil embolization. *Journal of neurointerventional surgery*. 2016;8(9):927-33.
 48. Cekirge H, Saatci I. A new aneurysm occlusion classification after the impact of flow modification. *American Journal of Neuroradiology*. 2016;37(1):19-24.
 49. Hanel RA, Cortez GM, Lopes DK, Saatci I, Cekirge HS. Brain aneurysm and parent vessel remodeling after flow diversion treatment: a proposed modification for Cekirge-Saatci classification (mCSC). *J Neurointerv Surg*. 2023;15(2):102-4.
 50. Hanel RA, Cortez GM, Lopes DK, Nelson PK, Siddiqui AH, Jabbour P, et al. Prospective study on embolization of intracranial aneurysms with the pipeline device (PREMIER study): 3-year results with the application of a flow diverter specific occlusion classification. *J Neurointerv Surg*. 2023;15(3):248-54.
 51. Yao H, Zou C, Zhu S, Wu Y, Sun J, Lu Z, et al. Flow diverter treatment for proximal middle cerebral artery non-saccular aneurysms: multicenter efficacy and safety analysis. *Front Neurol*. 2025;16:1586956.
 52. Baykara E, Topcu A, Celiker O. Middle Cerebral Artery Ischemic Complications After Flow Diverter Deployment from Internal Carotid Artery Extending into M1 Segment. *Turk Neurosurg*. 2024;34(2):268-73.
 53. Feng X, Huang J, Weng S, Huang C, Huang M, Wen Z, et al. Hemodynamic analysis of optimal branch selection for flow-diverting stents in middle cerebral artery bifurcation aneurysms: a pilot study. *J Neurointerv Surg*. 2025.
 54. Schungel MS, Wohlgemuth WA, Elolf E, Rensch L, Brill R, Schob S. Flow Diversion for the Treatment of Middle Cerebral Artery Aneurysms. *Rofo*. 2025;197(3):266-76.

55. Gunkan A, Vilardo M, Scarramal JPL, Elek A, Bocanegra-Becerra JE, Cardoso LJC, et al. Flow diversion for distal cerebral aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *J Neurointerv Surg*. 2025.
56. Rodríguez-Hernández A, Sughrue ME, Akhavan S, Habdank-Kolaczowski J, Lawton MT. Current management of middle cerebral artery aneurysms: surgical results with a "clip first" policy. *Neurosurgery*. 2013;72(3):415-27.
57. Daou B, Jabbour P. Flow Diversion for Treating Middle Cerebral Artery Aneurysms. *World Neurosurg*. 2016;90:627-9.
58. Zanaty M, Chalouhi N, Tjoumakaris SI, Gonzalez LF, Rosenwasser R, Jabbour P. Flow diversion for complex middle cerebral artery aneurysms. *Neuroradiology*. 2014;56(5):381-7.
59. Alderazi YJ, Shastri D, Kass-Hout T, Prestigiacomo CJ, Gandhi CD. Flow diverters for intracranial aneurysms. *Stroke Res Treat*. 2014;2014:415653.
60. Hou K, Xu K, Liu H, Li G, Yu J. The Clinical Characteristics and Treatment Considerations for Intracranial Aneurysms Associated With Middle Cerebral Artery Anomalies: A Systematic Review. *Front Neurol*. 2020;11:564797.
61. Iosif C, Mounayer C, Yavuz K, Saleme S, Geyik S, Cekirge HS, et al. Middle Cerebral Artery Bifurcation Aneurysms Treated by Extrasaccular Flow Diverters: Midterm Angiographic Evolution and Clinical Outcome. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2017;38(2):310-6.
62. Cagnazzo F, Mantilla D, Lefevre PH, Dargazanli C, Gascou G, Costalat V. Treatment of Middle Cerebral Artery Aneurysms with Flow-Diverter Stents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2017;38(12):2289-94.
63. Toth G, Cerejo R. Intracranial aneurysms: Review of current science and management. *Vasc Med*. 2018;23(3):276-88.
64. Gagliardi D, Faravelli I, Villa L, Pero G, Cinnante C, Brusa R, et al. Bilateral Cavernous Carotid Aneurysms: Atypical Presentation of a Rare Cause of Mass Effect. A Case Report and a Review of the Literature. *Front Neurol*. 2018;9:619.

65. Le K, Heskett C, De Stefano FA, Fry L, Lei C, Dharia A, et al. An Analysis of Landmark Articles Regarding Aneurysms of the Middle Cerebral Artery. *World Neurosurg.* 2023;171:72-83.
66. Le Roux PD, Winn HR. Management of cerebral aneurysms. How can current management be improved? *Neurosurg Clin N Am.* 1998;9(3):421-33.
67. Taryana GO, Fauzi AA, Miftahussurur M, Suroto NS. Efficacy and safety of endovascular interventions for unruptured middle cerebral artery aneurysms: a systematic review and meta-analysis of occlusion rates and periprocedural complications. *J Clin Neurosci.* 2025;139:111380.
68. Padmanaban V, Zhu J, Zhou S, Ansari SA, Howington JU, Sahlein DH, et al. Safety and efficacy of endovascular versus microsurgical treatment of unruptured wide-necked middle cerebral artery aneurysms: a propensity score-matched analysis of the NeuroVascular Quality Initiative Quality Outcomes Database Cerebral Aneurysm Registry. *J Neurosurg.* 2024;140(6):1736-44.
69. Ma J, Zheng Y, Li P, Zhou T, Sun Z, Ju T, et al. Risk factors for the rupture of intracranial aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *Front Neurol.* 2023;14:1268438.
70. Tsutsumi K, Horiuchi T, Nagm A, Toba Y, Hongo K. Clinical characteristics of ruptured distal middle cerebral artery aneurysms: Review of the literature. *J Clin Neurosci.* 2017;40:14-7.
71. Eboli P, Ryan RW, Alexander JE, Alexander MJ. Evolving role of endovascular treatment for MCA bifurcation aneurysms: case series of 184 aneurysms and review of the literature. *Neurol Res.* 2014;36(4):332-8.
72. Setton A, Davis AJ, Bose A, Nelson PK, Berenstein A. Angiography of cerebral aneurysms. *Neuroimaging Clin N Am.* 1996;6(3):705-38.
73. Dengler J, Rüfenacht D, Meyer B, Rohde V, Endres M, Lenga P, et al. Giant intracranial aneurysms: natural history and 1-year case fatality after endovascular or surgical treatment. *J Neurosurg.* 2021;134(1):49-57.
74. Soydemir E, Gundogmus CA, Tureli D, Andac Baltacioglu N, Bayri Y, Baltacioglu F. Safety and efficacy of flow diverter stents in the treatment of middle cerebral artery aneurysms: a single-center experience and follow-up data. *Diagn Interv Radiol.* 2023;29(2):350-8.

75. Bhogal P, AlMatter M, Bazner H, Ganslandt O, Henkes H, Aguilar Perez M. Flow Diversion for the Treatment of MCA Bifurcation Aneurysms-A Single Centre Experience. *Front Neurol.* 2017;8:20.
76. Marchi F, Bonasia S, Chiappini A, Reinert M, Robert T. Clinical and radiological outcomes in relation with the anatomical orientation of clipped middle cerebral artery bifurcation aneurysms. *Clin Neurol Neurosurg.* 2021;202:106491.
77. Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Rinne J, Porras M, Lehecka M, et al. Microneurosurgical management of middle cerebral artery bifurcation aneurysms. *Surg Neurol.* 2007;67(5):441-56.
78. Yasargil M. *Microneurosurgery* Stuttgart. New York Thieme. 1984;1:169-85.
79. Becske T, Potts MB, Shapiro M, Kallmes DF, Brinjikji W, Saatci I, et al. Pipeline for uncoilable or failed aneurysms: 3-year follow-up results. *J Neurosurg.* 2017;127(1):81-8.
80. Piano M, Lozupone E, Milonia L, Pero G, Cervo A, Macera A, et al. Flow diverter devices in the treatment of complex middle cerebral artery aneurysms when surgical and endovascular treatments are challenging. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases.* 2022;31(12):106760.
81. Thompson BG, Brown RD, Jr., Amin-Hanjani S, Broderick JP, Cockroft KM, Connolly ES, Jr., et al. Guidelines for the Management of Patients With Unruptured Intracranial Aneurysms: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2015;46(8):2368-400.
82. De Leacy R, Bageac DV, Siddiqui N, Bellon RJ, Park MS, Schirmer CM, et al. Safety and Long-Term Efficacy Outcomes for Endovascular Treatment of Wide-Neck Bifurcation Aneurysms of the Middle Cerebral Artery: Insights From the SMART Registry. *Front Neurol.* 2022;13:830296.
83. Makhambetov Y, Maidan A, Nurimanov C, Kaliyev A, Kunakbayev B, Nurakay N, et al. Safety and efficacy of flow diverter stents in the treatment of bifurcation cerebral aneurysms: single-center experience. *Diagn Interv Radiol.* 2025;31(4):366-71.

84. 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. *Neuroradiol J.* 2015;28(4):365-75.
85. Elsharkawy A, Lehečka M, Niemelä M, Kivelev J, Billon-Grand R, Lehto H, et al. Anatomic risk factors for middle cerebral artery aneurysm rupture: computed tomography angiography study of 1009 consecutive patients. *Neurosurgery.* 2013;73(5):825-37; discussion 36-7.
86. Cagnazzo F, Cappucci M, Dargazanli C, Lefevre PH, Gascou G, Riquelme C, et al. Treatment of Distal Anterior Cerebral Artery Aneurysms with Flow-Diverter Stents: A Single-Center Experience. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2018;39(6):1100-6.
87. Fischer S, Vajda Z, Aguilar Perez M, Schmid E, Hopf N, Bänzner H, et al. Pipeline embolization device (PED) for neurovascular reconstruction: initial experience in the treatment of 101 intracranial aneurysms and dissections. *Neuroradiology.* 2012;54(4):369-82.
88. Murthy SB, Shah S, Shastri A, Venkatasubba Rao CP, Bershad EM, Suarez JJ. The SILK flow diverter in the treatment of intracranial aneurysms. *J Clin Neurosci.* 2014;21(2):203-6.
89. Möhlenbruch MA, Herweh C, Jestaedt L, Stampfl S, Schönenberger S, Ringleb PA, et al. The FRED flow-diverter stent for intracranial aneurysms: clinical study to assess safety and efficacy. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2015;36(6):1155-61.
90. Topcuoglu OM, Akgul E, Daglioglu E, Topcuoglu ED, Peker A, Akmangit I, et al. Flow Diversion in Middle Cerebral Artery Aneurysms: Is It Really an All-Purpose Treatment? *World Neurosurg.* 2016;87:317-27.
91. Duman E, Coven I, Yildirim E, Yilmaz C, Pinar HU. Endovascular Treatment of Wide Necked Ruptured Saccular Aneurysms with Flow-Diverter Stent. *Turk Neurosurg.* 2017;27(3):362-7.
92. Jesser J, Alberalar ND, Kizilkilic O, Saatci I, Baltacioglu F, Özlük E, et al. Safety and Efficacy of the FRED Jr Flow Re-Direction Endoluminal Device for Intracranial Aneurysms: Retrospective Multicenter Experience With Emphasis on Midterm Results. *Front Neurol.* 2021;12:722183.

93. Washington CW, Ju T, Zipfel GJ, Dacey RG, Jr. Middle cerebral artery bifurcation aneurysms: an anatomic classification scheme for planning optimal surgical strategies. *Neurosurgery*. 2014;10 Suppl 1:145-53; discussion 53-5.
94. Epilepsy. A clinical and experimental research. Proceedings of the Second European Regional Conference on Epilepsy, Warsaw, October 5-7, 1978. *Monogr Neural Sci*. 1980;5:1-306.
95. Fiehler J, Ortega-Gutierrez S, Anagnostakou V, Cortese J, Cekirge HS, Fiorella D, et al. Evaluation of flow diverters for cerebral aneurysm therapy: recommendations for imaging analyses in clinical studies, endorsed by ESMINT, ESNR, OCIN, SILAN, SNIS, and WFITN. *J Neurointerv Surg*. 2025;17(6):632-9.
96. Cebal JR, Raschi M, Mut F, Ding YH, Dai D, Kadirvel R, et al. Analysis of flow changes in side branches jailed by flow diverters in rabbit models. *Int J Numer Method Biomed Eng*. 2014;30(10):988-99.