



T.C.
BEZMÎÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

ORTA MENİNGEAL ARTER VE VARYASYONLARININ ÜÇ BOYUTLU
ROTASYONEL ANJİYOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Lütfullah Sarı

Tez Danışmanları:

Doç. Dr. İbrahim İlker Öz

Dr. Öğr. Üyesi Temel Fatih Yılmaz

MAYIS 2022



T.C.
BEZMÎÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

ORTA MENİNGEAL ARTER VE VARYASYONLARININ ÜÇ BOYUTLU
ROTASYONEL ANJİYOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

TIPTA UZMANLIK TEZİ
Dr. Lütfullah Sarı

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. İbrahim İlker Öz
Dr. Öğr. Üyesi Temel Fatih Yılmaz

MAYIS 2022

BEYAN FORMU

Uzmanlık tezi olarak sunduğum “Orta Meningeal arter ve varyasyonlarının üç boyutlu rotasyonel anjiyografi ile değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. İbrahim İlker Öz’ün sorumluluğunda tamamladığımı, tezin planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynakçada eksiksiz gösterdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Dr. Lütfullah Sarı

ÖNSÖZ

A. Meningea media, dural yapıların ana vasküler besleyicisidir. Kökeni ve seyri, sadece hyostapedial sistemin embriyolojik gelişimi ile değil, aynı zamanda internal karotis arter, oftalmik arter, trigeminal arter ile ilişkisi nedeniyle de büyük ölçüde değişebilmektedir. Bu çalışmada, orta meningeal arterin anatomik özellikleri, olası varyantları hakkında bulguları sunuyoruz.

Radyoloji kliniğimizin örnek bir merkez olması için çok emek veren, asistan eğitimi ve akademik çalışmalar için bize bu güzel çalışma ortamını hazırlayan, bize desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Alpay Alkan'a ve tez danışmanım sayın Doç. Dr. İbrahim İlker Öz'e, yardımcı tez danışmanım ve değerli ağabeyim Dr. Öğr. Üyesi Temel Fatih Yılmaz'a ; radyoloji asistanlığı sırasında üzerimizde büyük emeği bulunan Prof. Dr. Hüseyin Özdemir'e, Prof. Dr. Mehmet Bilgin'e, Prof. Dr. Şeyma Yıldız'a, Doç. Dr. Hüseyin Toprak'a, Doç. Dr. Dilek Hacer Çeşme'ye, Doç. Dr. Mehmet Ali Gültekin'e tüm uzman ağabey ve ablalarıma, hepsini çok sevdiğim asistan arkadaşlarıma, her daim beni destekleyen anneme, babama, eşime, kızıma, kardeşlerime ve arkadaşlarıma teşekkürü en içten bir borç bilirim.

Dr. Lütfullah Sarı

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BEYAN FORMU	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÖZET	vii
SUMMARY	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
TABLolar	xii
ŞEKİLLER	xiii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Eksternal Karotis Arter Segmentleri.....	3
2.1.1 Superior tiroid arter	3
2.1.2 Asendan faringeal arter.....	4
2.1.3 Lingual arter	4
2.1.4 Fasiyal arter.....	4
2.1.5 Oksipital arter.....	5
2.1.6 Posterior aurikular arter	5
2.1.7 İnternal Maksiller arter	5
2.1.8 Superfisyal temporal arter.....	8
2.2 Orta Meningeal Arter.....	8
2.2.1 Kemik kanal ve oluk.....	8
2.2.2 Orta meningeal arterin dalları	9
2.2.3 Orta meningeal arterin anastomozları.....	10
2.2.4 Orta meningeal arterin orjinleri.....	10
2.3 Orta Meningeal Arterin Embriyolojisi.....	13
2.3.1 Karotis sistemi.....	14
2.3.2 Hyostapedial sistem.....	15

2.3.3 Oftalmik arter	16
2.3.4 Trigeminal Arter.....	17
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	19
3.1 Çalışma Grubu.....	19
3.2 3B-RA ve CBCT Görüntü Protokolleri	19
3.3 Görüntü Değerlendirme Yöntemi.....	20
3.3.1 Ortak karotis arter.....	20
3.3.2 İnternal karotis arter	21
3.3.3 Eksternal karotis arter.....	21
3.3.4 İnternal maksiller arter.....	22
3.3.5 Orta meningeal arter ve foramen spinozum.....	23
3.3.6 Foramen spinozum uzunluğu	23
3.3.7 Kemik kanal	24
3.3.8 Orta meningeal arter orjini ve dallanması.....	24
3.4 İstatistiksel Analizler	25
4. BULGULAR.....	26
4.1 Veri Analizi	26
4.2 Vasküler Yapıların Tanımlayıcı İstatistikleri.....	27
4.3 Vasküler Yapıların Cinsiyete Göre Tanımlayıcı İstatistikleri.....	28
4.4 Foramen Spinozum'un Morfolojik Değerlendirilmesi	29
4.5 Kemik Kanalın Morfolojik Değerlendirilmesi.....	30
4.6 Orta Meningeal Arter Orjini	30
4.7 Orta Meningeal Arter Dallanması	31
4.8 Orta Meningeal Arter Bifurkasyonu ile Pterion İlişkisi.....	36
4.9 Orta Meningeal Arterin Temporal Fossa Seyri	36
4.10 Orta Meningeal Arter Orjinli Oftalmik Arter.....	37
5. TARTIŞMA.....	38
5.1 Karotis Vasküler Yapıların Cinsiyete Göre Çapları	40
5.2 Foramen Spinozum'un Morfolojik Değerlendirilmesi	41
5.3 Kemik Kanalın Morfolojik Değerlendirilmesi.....	42
5.4 Orta Meningeal Arter Orjini	42
5.5 Orta Meningeal Arter Dallanması	43
5.6 Orta Meningeal Arter Bifurkasyonu ile Pterion İlişkisi.....	45
5.7 Orta Meningeal Arterin Temporal Fossa Seyri	45
5.8 Orta Meningeal Arter Orjinli Oftalmik Arter	46

5.9 Değişkenlerin Cinsiyete Göre Analizi	46
5.10 Değişkenlerin Yaşa Göre Analizi	47
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	48
7. KAYNAKLAR	50
8. EKLER	53
9. ÖZGEÇMİŞ	55



ORTA MENİNGEAL ARTER VE VARYASYONLARININ ÜÇ BOYUTLU ROTASYONEL ANJİYOĞRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Orta meningeal arter, eksternal karotis arterin en büyük dallarından biri olup kraniyal duranın üçte ikisinden fazlasını besleyen en önemli dural arter konumundadır. Bu çalışmanın amacı, MMA'nın Türk popülasyonunda dallanma paternlerini ve topografik özelliklerini üç boyutlu rotasyonel anjiyografi ile değerlendirmek ve önceki kadavra çalışmaları ve literatür taramasına dayalı olarak varyasyonlarının radyolojik sınıflandırmasını tanımlamaktır.

CCA enjeksiyonu yoluyla tek taraflı veya iki taraflı serebral ve karotis arter 3 boyutlu rotasyonel anjiyografi görüntülemesi yapılan 51 erişkin olgu çalışmaya dahil edildi. Ortak karotis arter, internal karotis arter, eksternal karotis arter, internal maksiller arter, orta meningeal arter çapları, foramen spinozum çap ve uzunluğu, kemik kanal çap ve uzunluğu ölçülerek yaş, taraf ve cinsiyete göre analiz edildi. Orta meningeal arterin orijini ve dallanma paterni yaş, taraf ve cinsiyete göre analiz edildi. Orta meningeal arter bifurkasyonu ile pterion ilişkisi ve orta meningeal arterin sfenoskuamozal sutur referans alınarak temporal fossa seyri yaş, taraf, cinsiyet ve dallanma paternine göre analiz edildi. Ortak karotis arter, internal karotis arter, eksternal karotis arter çaplarının kadın olgularda daha ince kalibrasyonda olduğu tespit edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p= 0,021, 0,021$ ve $<0,001$, sırasıyla). Bu çalışmada değerlendirilen diğer arterlerin çaplarının ve diğer anatomik yapıların cinsiyet ve yaş ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$). Çalışma kapsamında değerlendirilen 87 hemikranyumun 83'ünde (%95,4) orta meningeal arterin internal maksiller arterden, 2'sinde (%2,3) ise oftalmik arterde ve son olarak 2'sinde (%2,3) ise oftalmik arter ve internal maksiller arterden ortak köken köken aldığı saptandı. Çalışmada Martins ve ark.'nın sınıflaması referans alınarak modifiye bir sınıflama oluşturuldu. Orjin aldığı artere göre internal maksiller arter kaynaklı dallar tip 1 olarak değerlendirilmiştir. Petrozal dal, anterior divizyon, posterior divizyonun varlığında tip 1a (%49,4), sadece petrozal dal yokluğunda tip 1b ((%31,0), sadece posterior divizyon yokluğunda tip 1c (%9,2), petrozal dal ve posterior divizyon yokluğunda tip 1d (%3,4) ve sadece anterior divizyon yokluğunda tip 1e (%2,3) olarak gruplandırıldı. İnternal maksiller arter dışında orjin alan olgular ise tip 2 (%4,6) olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma kapsamında değerlendirilen 87 hemikranyumun 1'inde (%1,1) oftalmik arter komplet olarak MMA'dan orjin almakta idi. 6 hemikranyumda (%6,9) ise oftalmik arterin, orta meningeal arter ve internal karotis arterden ortak köken aldığı saptandı.

Dallanma paterninin, literatürde var olan kadavra çalışmaları ile karşılaştırıldığında 3B-RA ile radyolojik olarak değerlendirilmesi durumunda farklılıklar arz edebileceği gösterilmiştir. 3B-RA görüntüleme, submilimetrik değerlendirmeye ve detaylı ölçümlere izin verdiği için özellikle vasküler anatomik

çalışmalarda değerli bilgiler sağlamaktadır. Bu bağlamda radyolojik çalışmalar, girişimsel ve cerrahi işlemler öncesi önemli noktaları belirleyerek rehberlik edebilir. MMA ve bununla ilişkili anatomik yapılar üzerinden gerçekleştirilen prosedürlerle ilgili komplikasyon oranlarını azaltabilecek, topografik veya radyolojik noktaları tanımlamak için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Orta meningeal arter, oftalmik arter, Morfometri, Varyasyon, Anatomi, Üç boyutlu rotasyonel anjiyografi



EVALUATION OF MIDDLE MENINGEAL ARTERY AND ITS VARIATIONS BY THREE-DIMENSIONAL ROTATIONAL ANGIOGRAPHY

SUMMARY

The middle meningeal artery is one of the largest branches of the external carotid artery and is the most important dural artery supplying more than two-thirds of the cranial dura. The purpose of this study was to evaluate the topographic features and branches of the middle meningeal artery (MMA) by three-dimensional rotational angiography and to describe the radiological classification of its variations based on previous clinical examples cadaver studies and literature.

51 adult cases who underwent unilateral or bilateral cerebral and carotid artery 3D rotational angiography imaging by CCA injection were included in the study. Common carotid artery, internal carotid artery, external carotid artery, internal maxillary artery, middle meningeal artery diameters, foramen spinosum diameter and length, bony canal diameter and length were measured and evaluated according to age, side, and gender. The origin and branching pattern of the middle meningeal artery were evaluated according to age, side, and gender. The relationship of the middle meningeal artery bifurcation and the pterion, the temporal fossa course of the middle meningeal artery with reference to the sphenosquamosal suture were evaluated according to age, side, gender and branching pattern. The diameters of the common carotid artery, internal carotid artery and external carotid artery were significantly smaller in female than in men ($p= 0.021$, 0.021 and <0.001 , respectively). There was no significant relationship with age, gender and the diameters of other arteries and other anatomical structures ($p>0.05$). The MMA arises from the internal maxillary artery in 83 cerebral hemisphere (95.4%), from the ophthalmic artery in 2 cerebral hemisphere (2.3%), from the ophthalmic artery and internal maxillary artery in 2 cerebral hemisphere (2.3%). In this study, a modified classification was defined based on the classification of Martins et al. Branches originating from the internal maxillary artery were evaluated as type 1 according to the origin of artery. The presence of petrosal branch, anterior division, and posterior division was accepted as type 1a (49,4 %). It was classified as type 1b (31.0%) only in the absence of the petrosal branch. It was classified as type 1c (9.2%) only in the absence of posterior division. In the absence of petrosal branch and posterior division, it was classified as type 1d (3.4%). It was classified as type 1e (2.3%) only in the absence of anterior division. The cases originated other than the internal maxillary artery were classified as type 2 (4.6%). Ophthalmic artery was completely originated from MMA in 1 (1.1%) cerebral hemisphere. In 6 hemicranium (6.9%), it was determined that the ophthalmic artery had a common origin from the middle meningeal artery and internal carotid artery.

It was observed that the branching pattern may show differences when compared the cadaver studies with radiologic evaluation with 3D-RA. 3D-RA

imaging provides precious information in vascular anatomical studies as it allows submillimetric evaluation and detailed measurements. In this context, radiological studies can guide by determining the important points before interventional and surgical procedures. Further studies are needed to identify topographical or radiological points that may reduce complication rates related to procedures performed on MMA and related anatomical structures.

Keywords: Ophthalmic artery, Middle meningeal artery, Morphometry, Variation, Anatomy, Three-dimensional rotational angiography



SİMGELER VE KISALTMALAR

MMA : Orta meningeal arter

CCA : Ortak karotis arter

ICA : İnternal karotis arter

ECA : Eksternal karotis arter

OA: Oftalmik arter

İMA: İnternal maksiller arterden

ark. : Arkadaşları

3B-RA: 3 Boyutlu Rotasyonel Anjiyografi

DSA: Dijital Substraksiyon Anjiyografi

BT : Bilgisayarlı Tomografi

MR : Manyetik Rezonans

max : Maksimum

min : Minimum

mm : Milimetre

SS : Standart Sapma

TABLolar

Sayfa

Tablo 4.1: Bireylerin cinsiyete göre dağılımı.	26
Tablo 4.2: Bireylerin yaş dağılımı.	26
Tablo 4.3: Bireylerin karotis enjeksiyon tarafına göre dağılımı.	27
Tablo 4.4: Bireylerin çekim lateralitesine göre dağılımı.	27
Tablo 4.5: Değerlendirilen vasküler yapıların çaplarının ortalama, ortanca ve minimum-maksimum değerleri.	27
Tablo 4.6: Değerlendirilen vasküler yapıların çaplarının cinsiyete göre ortalama, ortanca, minimum-maksimum ve p değerleri.	29
Tablo 4.7: Değerlendirilen foramen spinozumların çap ve uzunluk değerleri.	30
Tablo 4.8: Değerlendirilen kemik kanalların çap ve uzunluk değerleri.	30
Tablo 4.9: Orta meningeal arterin köken aldığı arterler.	31
Tablo 4.10: Orta meningeal arterin dallanma paterni.	36
Tablo 4.11: Orta meningeal arterin bifurkasyonu ile pterion ilişkisi.	36
Tablo 4.12: Orta Meningeal Arterin temporal fossa seyri.	37
Tablo 4.13: Orta Meningeal Arter'den köken alan Oftalmik arterler.	37

ŞEKİLLER

Sayfa

- Şekil 3.1:** Ortak karotis arter çapı, bifurkasyon noktasının ve bulbus düzeyindeki kısa segment dilatasyonun hemen öncesinde uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür.20
- Şekil 3.2:** İnternal karotis arter çapı, bifurkasyon noktasının hemen sonrasında uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür.21
- Şekil 3.3:** Eksternal karotis arter çapı, bifurkasyon noktasının hemen sonrasında uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür.22
- Şekil 3.4:** İnternal maksiller arter çapı, mandibula boynunun derin komşuluğunda seyir gösteren mandibular kısından uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür.22
- Şekil 3.5:** Orta meningeal arter çapı, foramen spinozumdan geçtiği düzeyde uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür. Bu düzeyde foramen spinozum çapı da ölçülmüştür.23
- Şekil 3.6:** Ölçümlerin yapılması amacıyla kullanılan Radiant programında 3D MPR uygulaması kullanılarak foramen spinozumun uzun aksı elde olunarak ölçülmüştür.24
- Şekil 3.7:** Kemik kanal çapı, kanalın uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür. Sonrasında ölçümlerin yapılması amacıyla kullanılan Radiant programında 3D MPR uygulaması kullanılarak kemik kanalın uzun aksı elde olunarak ölçülmüştür.24
- Şekil 4.1:** 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve petrozal dal, anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı izlenmektedir (b)...32
- Şekil 4.2:** 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı izlenmektedir (b). Petrozal dal izlenmemektedir...32
- Şekil 4.3:** 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve anterior divizyon, petrozal dalın varlığı izlenmektedir (b). Posterior divizyon izlenmemektedir..33
- Şekil 4.4:** 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve yalnız anterior divizyonun varlığı izlenmektedir (b). Petrozal dal ve posterior divizyon izlenmemektedir.....33

- Şekil 4.5:** 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve posterior divizyon, petrozal dalın varlığı izlenmektedir (b). Anterior divizyon izlenmemektedir..34
- Şekil 4.6:** 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter ve oftalmik arter orjini izlenmektedir (a). Oftalmik arter orjini ve seyri izlenmektedir (b)..34
- Şekil 4.7:** 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin oftalmik arter orjini ve seyri izlenmektedir.....35
- Şekil 4.8:** 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin oftalmik arter orjini ve seyri izlenmektedir.....35



1. GİRİŞ ve AMAÇ

Orta meningeal arter (MMA), eksternal karotis arterin (ECA) en büyük dallarından biri olup kraniyal duranın üçte ikisinden fazlasını besleyen en önemli dural arter konumundadır [1]. Olguların çok büyük kesiminde MMA internal maksiller arterden (İMA) kaynaklanmaktadır. Klinik önem ve boyutunun yanında, MMA'yı farklı kılan bir diğer yönü de embriyolojik gelişimi ve çok sayıda anatomik varyasyonudur. MMA'nin terminal dalları, perikavernöz ve kavernöz bölgeler, frontomedial bölge ve posterior fossa düzeylerinde internal karotis arter (ICA), ECA ve ayrıca vertebrobaziler sistemden gelen çok sayıda dal ile anastomoz yapar [1]. MMA'nin anatomisini ve varyasyonlarını anlamak, hyostapedial sistem ve orta kulağın vasküler anatomisi hakkında da iyi bir bilgi sağlamaktadır. MMA'nın anatomik varyasyonları hakkında yapılan çalışmaların birçoğunu kadavra çalışmaları oluşturmaktadır. Bununla birlikte radyolojik olarak kesitsel görüntüleme yöntemleri ve anjiyografik değerlendirmeler ile yapılmış çalışmalar da mevcuttur.

3 boyutlu rotasyonel anjiyografi (3B-RA), sabit bir C-kol anjiyografi cihazı kullanılarak kateter aracılığıyla değerlendirme esnasında bilgisayarlı tomografi benzeri üç boyutlu görüntüler alınmasına izin veren, x-ışınına dayalı bir tıbbi görüntüleme tekniğidir. Günümüzde intra ve ekstrakranial karotis arter ve dallarının hastalıklarında kateter anjiyografi incelemesinin altın standardı olmuştur. 3B-RA, intrakraniyal yapıların saptanması ve değerlendirilmesinde ilave katkı sağlayan büyük bir adımdır. 3 boyutlu veri kümesinin post-processing aşamaları sonrası, kemik yapılarını engellemeden herhangi bir projeksiyonda, yüksek çözünürlüklü istenen görüntülerin elde olunmasına olanak sağlamaktadır.

Kapsamlı post-processing aşamaları sonrası, veri kümesi iş istasyonundan harici bir veri depolama ortamına aktarılırsa, yıllar sonra bile bilimsel amaçlar için kolayca kullanılabilir. Görüntü post-processing aşaması, pencere, genişlik ayarı ve piksel şifti ile sınırlıdır. Ayrıca ham verilerin depolanması genellikle zamanla sınırlıdır.

Öte yandan intrakraniyal vasküler yapıların DSA'sı, ek projeksiyonların yapılıp yapılmaması ve hangi ek projeksiyonların yapılması gerektiğine karar verme konusunda operatörün daha fazla deneyim ve becerisine bağlıdır. 3B-RA'nın Dijital Substraksiyon Anjiyografiye (DSA) göre avantajı, göreli operatör bağımsızlığıdır: istenilen vasküler yapının kateterizasyonundan sonra rotasyonel çalışmanın alınması standart prosedürdür. 3B-RA'nın DSA'ya göre bir dezavantajı ise, çalışma başına daha yüksek kontrast yükü (18-24'e karşı 6 – 8 mL), daha uzun çekim süresi (6 – 8 saniye) ve artan hasta radyasyon dozudur. Akut subaraknoid kanaması olan bazı hastalar gibi kooperasyon kurulamayan olgularda, hasta hareketi görüntü kalitesini bozabilmektedir [2].

Bu çalışmanın amacı, MMA'nın Türk popülasyonunda dallanma paternlerini ve topografik özelliklerini üç boyutlu rotasyonel anjiyografi ile değerlendirmek ve önceki kadavra çalışmaları ve literatür taramasına dayalı olarak varyasyonlarının radyolojik sınıflandırmasını tanımlamaktır. Bu anatomik özelliklerin ve olası varyantlarının bilinmesi özellikle kronik subdural hematom ve menanjiomlar gibi dura patolojilerin endovasküler tedavisinde girişimsel nöroradyologlar ve ayrıca orta kulak patolojilerine yaklaşan cerrahlar için önem arz etmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Eksternal Karotis Arter Segmentleri

ECA, Ortak karotis arterin (CCA) iki terminal dalından biri olup boyun, yüz ve kafa yapılarını besleyen birçok dala sahiptir. CCA'nın diğer terminal dalı ise intrakraniyal yapıları besleyen ve ECA'dan daha geniş kalibrasyona sahip olan ICA'dır [3, 4].

ECA, tiroid kıkırdağının üst sınırı seviyesinde (dördüncü servikal vertebra seviyesinde) başlar. Mandibula boynunun arkasındaki boşluğa girmeden önce, süperior ve anteriora doğru hafif kavisli bir seyir de bulunur. Servikal seyri boyunca çeşitli dallar verir ve kalibrasyonu belirgin inceler. Parotis bezine girerken terminal dalları olan süperfisyal temporal ve İMA'yı oluşturur [3, 4].

ECA'nın, kontralateral ECA'dan gelen dallarla anastomozları mevcuttur.

ECA'nın sekiz dalı vardır ve bu dallar sırayla açıklanacaktır.

2.1.1 Superior tiroid arter

Superior tiroid arteri, hyoid kemiğin büyük kornu seviyesinin hemen altında ECA'dan orjin alır ve tiroid bezini besler. Superior tiroid arteri, sternokleidomastoidin ön sınırının altındaki orjininden itibaren, karotis üçgende kısa bir mesafe için yukarı ve ileri doğru hareket ettikten sonra omohyoid, sternohyoid ve sternotiroid kasların altında aşağı doğru kavis yapar. Medial tarafında inferior faringeal konstriktör kası ve superior laringeal sinirin eksternal dalı bulunur. İnce dalları bitişik kaslara ve çok sayıda dalı tiroid bezini kanlandırdıktan sonra kontralateral taraftaki süperior ve inferior tiroidal arter ile bağlantı kurar. Beze giden dalları genellikle iki adettir. Biri, daha büyük olup, esas olarak ön yüzeyi besler; bezin isthmus kesiminde karşı taraftaki ilgili artere bağlanır. İkinci dal bezin arka yüzeyine iner ve inferior tiroid arter ile anastomoz yapar [3, 4].

2.1.2 Asendan faringeal arter

Faringeal arter, ECA'nın başlangıcına yakın bir kesiminden ve posterior yüzünden orjin alır. İCA ile farinksin arasında dikey olarak seyir gösterdikten sonra, kafa tabanının alt yüzeyinde, longus capitis kasının üzerinde uzanım gösterir [3, 4].

2.1.3 Lingual arter

Lingual arter, ECA'dan kaynaklanmakta olup süperior tiroid arter ve fasyal arter arasındadır. Lingual arter önce hyoid kemiğin büyük kornuna doğru oblik olarak yukarı ve mediale doğru uzanır. Daha sonra aşağı ve öne doğru eğilerek hipoglossal sinir tarafından geçilen bir halka oluşturur. Digastricus ve Stylohyoideus'un altından geçerek Hyoglossus'un altında yatay olarak ilerler ve son olarak neredeyse dile dik olarak yükselerek alt yüzeyinde profunda linguæ adı altında uca kadar anteriora ilerler.

Birinci veya oblik kesimi yüzeysel seyirlidir ve karotis üçgeni içinde bulunur. Constrictor pharyngis medius kasına dayanır ve Platysma, boyun fasyası ile kaplıdır. İkinci veya kavisli kesimi de Constrictor pharyngis medius üzerinde uzanır. Üçüncü veya yatay kesimi, Hyoglossus ve Genioglossus arasında yer alır. Profunda linguæ şeklinde de adlandırılan dördüncü veya terminal kesimi, dilin alt yüzeyi boyunca ucuna kadar uzanır; burada yüzeysel seyretmeye başlayarak sadece mukoza ile kaplanır; üstünde Longitudinalis inferior ve medial tarafında Genioglossus bulunur. Hipoglossal sinir, lingual arterin ilk kısmını çaprazlar [3, 4].

2.1.4 Fasiyal arter

Fasiyal arter, lingual arterin biraz üzerinde karotis üçgende çıkar ve mandibula ramusu tarafından korunarak Digastricus ve Stylohyoideus'un altından eğik olarak geçer ve submaksiller bezin arka yüzeyde bir oluğa girmek için yaylanır. . Daha sonra, Masseter'in antero-inferior köşesinde mandibula korpusu üzerinde yukarı doğru kıvrılır; yanaktan ağız köşesine kadar ileri ve yukarı ilerler, daha sonra burun kenarı boyunca yükselir ve anguler arter adı altında gözün medial komissüründe sonlanır. Fasiyal arter hem boyunda hem de yüzdeki seyirinde belirgin biçimde tortiyöz seyir göstermektedir. Bu seyir başlangıçta, yutma sırasında

farenksin hareketlerine uyum sağlamak için; ve sonrasında da, mandibula, dudaklar ve yanakların hareketlerine uyum sağlamak için önemlidir [3, 4].

2.1.5 Oksipital arter

Oksipital arter, ECA'nın posterior kesiminden, fasiyal arterin karşı tarafında, Digastricus kasının arka karnının alt kenarına yakın bir yerden orjin alır ve skalpin posterior kesiminde sona erer. Kökeninde, Digastricus ve Stylohyoideus'un arka karnı ile kaplıdır ve hipoglossal sinir arkadan öne doğru sarar; daha yukarılarda, ICA'yı, internal juguler veni, vagusu ve aksesuar sinirleri çaprazlar. Daha sonra, atlasın transvers prosesi ile temporal kemiğin mastoid prosesi arasındaki aralıkta yükselir ve yatay olarak geriye doğru geçer, kemiğin yüzeyini oyarak, Sternocleidomastoideus, Splenius capitis, Longissimus capitis ve Digastricus ile kaplanır. Sonrasında rektus kapitis lateralis, obliquus superior ve semispinalis kapitise dayanır. Daha sonra rotasını değiştirerek dikey olarak yukarı doğru seyir gösterir. Trapezius'un kranial ekini Sternokleidomastoideus ile birleştiren fasyayı deler ve skalpin yüzeyel fasyasında tortüöz bir rotada yükselir. Burada çok sayıda dala bölünür ve posterior aurikular, superfisyial temporal arter ile vertekse dek uzanır. Terminal kısmına büyük oksipital sinir eşlik eder [3, 4].

2.1.6 Posterior aurikular arter

Posterior auriküler arter küçük bir dal olup styloid prosesin apeksinin karşı tarafında, Digastricus ve Stylohyoideus'un süperiorunda ECA'dan kaynaklanmaktadır. Parotis bezinin kapsülü altında, temporal kemiğin styloid prosesi üzerinde, kulak kıkırdağı ile mastoid proses arasındaki oluğa yükselir. Auriküler ve oksipital dalları mevcuttur [3, 4].

2.1.7 İnternal Maksiller arter

ECA'nın iki terminal dalından büyük olanı İMA, mandibula boynunun arkasından başlar ve başta parotis bezine gömülü seyreder; mandibula ramusu ile sfenomandibular ligaman arasında ilerler ve daha sonra pterygopalatin fossaya doğru lateral pterygoid kasın yüzeyel veya derin kesiminden ilerler. Yüzün derin yapılarını besler ve arterin seyri boyunca ilgili olduğu yapılara göre adlandırılan üç kısma ayrılır [3, 4]. Bu üç kısım şunlardır:

Mandibular kısım: Mandibula boynunun derin komşuluğundaki seyri nedeniyle böyle adlandırılmıştır.

Pterygoid kısım: Lateral pterygoid kasın iki başı arasındaki seyri nedeniyle böyle adlandırılmıştır.

Pterygopalatin kısım: bu kısım adını içine girdiği pterygopalatine fossadan almıştır.

Geleneksel olarak, bu üç kısım lateral pterygoid kasın öncesi, üzeri ve sonrası olarak tanımlanır. İkinci kısımdan (lateral pterygoid kas üzerindeki kısım) gelen 5 dal yumuşak dokulara giden dallar olarak kabul edilmekte ve kemiklerdeki foramenlerden geçmemektedir. Bununla birlikte, İMA'nın 15 dalından kalan birinci ve üçüncü kısımlardan ayrılan 10 dal, kemiklerdeki foramenlerden geçmemektedir.

Mandibular kısımdan ayrılan dallar:

Derin aurikuler arter: Kulağa girmek için yukarı doğru uzanır ve yüzeysel olarak timpanik membrana doğru ilerler, kıkırdak ve kemik arasından geçerek eksternal akustik meatusun kanlanmasını sağlar.

Anterior timpanik arter: Timpanik membrana yakın seyreden ikinci daldır. Timpanik membran çevresindeki dairesel anastomoza katılmak için orta kulağa doğru petrotimpanik fissür yoluyla geçer.

Orta meningeal arter: Foramen spinosumdan yukarı doğru seyrederek.

İnferior alveolar arter: Anterior ve inferiora seyir göstererek mandibular foramende sinirle buluşur. Arter mandibulada daha anteriora ilerleyerek mandibular dişlerin pulpasını (diş dallarıyla birlikte) ve mandibula gövdesini besler. Diğer dalı olan mental dalı, mental foramenden çıkar ve yakındaki dudağı ve cildi besler.

Aksesuar meningeal arter: Trigeminal ganglion beslemesinin ana kaynağıdır. Foramen ovaleden yukarı doğru geçerek orta fossa tabanının ve trigeminal mağaranın (Meckel mağarası) dura materini besler.

Pterygoid kısımdan ayrılan dallar:

Pterygoid kısımdan gelen tüm dallar sadece yumuşak dokuları beslemektedir.

Masseterik arter: Lingual sinire eşlik eder. Mandibular çentikten, beslediği masseter kasının derin yüzeyine geçer.

Pterygoid arter: Lateral pterygoid kası ve medial pterygoid kası besler.

Derin temporal arter: Anterior ve posterior dallar olarak ikiye ayrılır . Sırasıyla temporalis ve perikranyum arasında seyrederek, kasları besler ve orta temporal arterle anastomoz yapar. Anterior divizyon, lakrimal arter ile zigomatik kemiği ve sfenoidin büyük kanadını delen küçük dallar aracılığıyla bağlantı kurar.

Bukkal veya bukkinator arter: Pterygoideus internus ile temporal kasın insersiyosu arasında, beslediği buccinator kasların dış yüzeyine doğru oblik olarak ilerler. Fasiyal arter dalları ve infraorbital arter ile anastomoz yapar. İnfraorbital alandan, burnun yan kenarı boyunca yüzde yüzeysel olarak iner, ardından lateral oral bölge boyunca fasiyal artere anti-paralel olarak ilerler.

Pterygopalatin kısımdan ayrılan dallar:

Sfenopalatin arter: Nazopalatin arter olarak da adlandırılmakta olup burun boşluğunu beslemektedir. Sfenopalatin foramenlerden burun boşluğuna, superior meatusun arka kısmından geçer. Burada postero-lateral nazal dallarını verir. Sfenoidin alt yüzeyini geçen sfenopalatin arter, arka septal dallar olarak nazal septumda sonlanır.

Desendan palatin arter: Sırasıyla sert damak ve yumuşak damağı beslemek için büyük ve küçük palatin arterlere bölünür. Pterigopalatin ganglionun büyük ve küçük palatin dalları ile büyük palatin kanaldan aşağı iner. Büyük palatin foramenlerinden çıkar, sert damağın alveolar sınırının medial tarafındaki bir olukta kesici kanala doğru ilerler; arterin terminal dalı, sfenopalatin arter ile anastomoz yapmak için bu kanaldan yukarı doğru seyir gösterir.

İnfraorbital arter: - yüzdeki infraorbital sinir ile açığa çıkmak için orbitanın tabanı ve infraorbital kanal boyunca inferior orbital fissüründen ileri geçer.

Posterior superior alveolar arter: Maksiller dişleri besler. Maksillanın arka duvarındaki foramenlere karşılık gelen sinirlere eşlik eden dallar verir.

Orta superior alveolar arter: İnfraorbital arterin dalıdır.

Faringeal arter: Farinks ve burnun çatısı gibi yapıları besler.

Anterior superior alveolar arter: İnfraorbital arterin dalıdır.

Pterygoid kanalın arteri: Pterygoid kanala girer. Karşılık gelen sinir ile pterygoid kanal boyunca geriye doğru geçer. Farinksin üst kısmını besler ve timpanik arterlerle anastomoz yapmak için timpanik boşluğa küçük bir dal gönderir [3, 4].

2.1.8 Superfisyal temporal arter

ECA'nın iki terminal dalından küçük olanı olan süperfisyal temporal arter, seyir yönü açısından bakıldığında, ECA'nın devamı gibi görünmektedir. Parotis bezi düzeyinde, mandibula boynunun arkasında başlar ve temporal kemiğin zigomatik psosesinin posterior kökünü çaprazlar. Frontal ve parietal olmak üzere iki kola ayrılır.

Zigomatik prosesi çaprazlarken, auricularis anterior kası ve dens bir fasya ile kaplıdır. Fasyal sinirin temporal ve zigomatik dalları tarafından çaprazlanır [3, 4].

2.2 Orta Meningeal Arter

MMA, kraniyal duranın üçte ikisinden fazlasını beslemesi nedeniyle en önemli dural arter konumundadır [1]. İnternal maksiller arterden köken alan en büyük ve en proksimaldeki dal olup fossa infratemporalis'te ayrılır [5]. Ligamentum sphenomandibulare ile m. pterygoideus lateralis'in arasında seyir gösterdikten sonra süperiora uzanım göstermektedir (32). N. auriculotemporalis'in kökleri arasından ve m. tensor veli palatini'nin lateralinden geçer [3]. Orjinden foramen spinosum girişine kadarki kesimi ilk ekstrakraniyal segmentidir. MMA'nin orjinin anterior yerleşim düzeyi, ekstrakraniyal segmentin posteriora doğru açılı izlenmesine sebep olmaktadır. [6]Bu seyir, MMA'nın DSA'daki karakteristik görünümünü sağlamaktadır. Salamon ve ark.nin meningeal arterlerin arteriyografik görüntülemesi konulu 1967 yılında yayımlanan çalışmasında MMA'nin temporal fossa seyri, açılanmasına göre değerlendirilmiş olup 3 tipe ayrılmıştır [6].

2.2.1 Kemik kanal ve oluk

Kemik kanal ilk olarak 1890'da Trolard tarafından tanımlanmıştır [7]. Eberlova ve ark. çalışmalarında BT incelemelerinde kemik kanal insidansını %85.44 ve kafa tabanına yönelik kadavra incelemesinde % 70.07 saptamışlardır [8].

MMA'nin kemik kanalda seyreden dalı anterior dalıdır. Bifurkasyonundan sonra anterior dal koronal sütün boyunca devam ederken en sık olarak pterion

düzeinden başlayarak parietal kemiğe kadar uzanan kemik kanal içerisinde seyri tarif edilmiştir [8, 9].

2.2.2 Orta meningeal arterin dalları

MMA'nin dallarını en anlaşılır ve kesin tanımlayan 2 yayın Merland ve Martins tarafından yayınlanmıştır [1, 10]. Bu çalışmalardan Merland ve ark. tarafından yapılan serebral anjiyografilere, Martins ve ark. tarafından yapılan ise kadavra diseksiyonlarına dayanmaktadır [1, 10].

MMA, pterional bölgede ön ve arka divizyonlar olmak üzere 2 bölüme ayrılır. Bifurkasyondan önce MMA, temporal fossanın durasını besleyen 2 dal verir. Bu dalların birincisi petrozal dal olup, petroz apeks üzerinde seyrederek fasiyal kanaldan geçen superior timpanik arter yoluyla bu bölgenin (gasser ganglion dahil) durasını ve ayrıca timpanik boşluğun üst kısmını beslemektedir. MMA'nin ikinci bazal dalı, kavernoöz sinüsün lateral duvarını besleyen ve inferolateral trunkusun dalları ile anastomoz yapan kavernoöz daldır [11].

MMA'nin anterior divizyonu konveksite düzeyinde durada yerleşimli olup, koronal sütürü bregmaya kadar takip eder. MMA'nin anterior divizyonu ve onun oluşu, sfenoid büyük kanadın yan kısmının arkasında lateral ve medial dallara bölünür. Lateral dal pteriondan geçerek lateral konveksitenin durasına ulaşır. Anterior divizyonun medial dalı, pterional bölgenin yakınında, temporal fossanın ön kısmının durasını, süperior orbital fissürü besler ve Oftalmik arterin (OA) rekürren meningeal dalları ile anastomoz yaparak sfenoid küçük kanadının altında uzanım göstermektedir [11].

MMA'nin bu anterior bölümünün 2 tip terminal dalı vardır: İlki anterior falsin arterin dalları ile anastomoz yapan falsin arterler ve ikincisi ise kontralateral MMA'nin dalları ile orta hattı geçerek anastomoz yapan kontralateral dallardır [11].

MMA'nin posterior divizyonu da konveksite düzeyindeki durayı beslemekte olup 2 ana dal vermekte olup bu dallar petroskuamozal dal ve parieto-okspital daldır. Bu 2 dal parieto-temporo-okspital duranın, transvers sinüslerin ve ayrıca tentoryumun arka üçte ikisinin vaskülarizasyonuna katılır. MMA'nin posterior divizyonuna ait dallar; oksipital, asendan faringeal, subarkuat ve vertebral arterlerin dural dalları ile anastomoz yapmaktadır [11].

2.2.3 Orta meningeal arterin anastomozları

ECA'nın iki terminal dalından küçük olanı olan süperfisyal temporal arter, seyir yönü açısından bakıldığında, ECA'nın devamı gibi görünmektedir. Parotis bezi düzeyinde, mandibula boynunun arkasında başlar ve temporal kemiğin zigomatik psosesinin posterior kökünü çaprazlar. Frontal ve parietal olmak üzere iki kola ayrılır.

2.2.4 Orta meningeal arterin orjinleri

MMA, olguların yaklaşık tamamında, İMA kaynaklanır, ancak ICA'dan veya baziler arterden de orjin alabilmektedir.

İMA orjini:

MMA'nın klasik orjini genellikle İMA'nın ilk segmentinden olup, infratemporal fossada mandibulanın kondiler proçesinin hemen arkasındadır [1, 10]. MMA, İMA'nın en büyük ve genellikle ilk çıkan dalıdır, ancak İMA seyrinin eksternal pterygoid kasa göre konumuna bağlı olarak aksesuar meningeal arter ile ortak bir trunkusa da sahip olabilmektedir [10, 14].

İMA kasın yüzeysel komşuluğundan geçtiğinde, MMA ve aksesuar meningeal arter, İMA'dan ortak bir trunkusa sahiptir, ayrıca bu durumda inferior dental ve posterior derin temporal arterler ayrı bir kökene sahip olmaktadır. Aksi durumda, İMA eksternal pterygoid kasın derin komşuluğundan geçtiğinde, MMA ve aksesuar meningeal arter İMA'dan farklı orjinlere sahip olmakta, ayrıca bu durumda inferior dental ve posterior derin temporal arterler ortak bir trunkusu paylaşmaktadır [10].

Baziller arter orjini:

Altmann, MMA'nin baziler arter orjinli ilk olgusunu tanımlamıştır Altmann, arterin orjinini AICA ve PICA arasında tanımlamış olup, stapediale arterin (SA) superior dalına ulaşmak için internal akustik kanaldan geçerek "akustikfasial sinire eşlik eden" bir seyir tarif etmiştir [15].

MMA bu varyasyonda genellikle, superior serebellar arter ve AICA arasındaki baziler arterin distal üçte birlik kesiminden kaynaklanır. MMA'nin petrosal dalı ile anastomoz yaptığı gasser bölgesine ulaşmak için, trigeminal sinir boyunca anteriora doğru ilerler. MMA'nin sıklıkla sadece posterior (parieto-

okspital) dalı baziler arterden çıkar ve anterior (frontal) dalı IMA'dan normal orjinini korumaktadır [16-20]. Bununla birlikte, MMA'nın tüm dallarının baziler arter orjinli olduğu yalnız birkaç olgu bildirilmiştir [18, 21, 22].

Bu anatomik varyasyonu açıklamak için iki farklı embriyolojik açıklama önerilmiştir. Seeger ve Hemmer, Laşjaunias ve ark. trigeminal arterin baziler remnantı ile persistan SA arasında gasserian bölgedeki bir anastomoz ile açıklamışlardır [14, 18, 23]. Sonuç olarak, SA'nın proksimal kesiminin stapes seviyesinde regresyonundan sonra, MMA orjinini baziler arterden alır.

Oftalmik arter orjini:

MMA, IMA yerine OA'dan da orjin alabilmektedir. Geniş bir anjiyografik seriye dayalı olarak Dilenge ve Ascherl tarafından bu vasküler varyasyonun insidansının %0.5 olduğu ifade edilmektedir [24].

Bu vasküler anomalinin 2 farklı embriyolojik sürecin sonucu meydana geldiği kabul edilmektedir [23]. Birincisi, supraorbital dalın (SA) gerilememesidir. İkincisi SA'nın maksillomandibular dalı ile İMA arasında anastomoz olmamasıdır [25]. Sonuç olarak, OA'dan orjin alan MMA, superior orbital fissürün lateral kısmından geçmekte ve buna genellikle foramen spinosumun yokluğu eşlik etmektedir.

Maiuri ve ark. ise bu vasküler varyasyonu 3 farklı tipte tanımlamıştır [26]. İlk tip, MMA sulama alanının tamamının superfisyal rekürrent OA tarafından beslenmesidir. İkinci tip, MMA'nın yalnızca anterior dalının OA kökenli olması ve posterior dalının orjinini IMA'dan korumasıdır. Üçüncü tip ise, MMA'nın gerçekten OA orjinli olması değil, OA ile aksesuar meningeal arter (derin rekürren OA yoluyla) arasındaki bir anastomozdur. Bunun sonucunda, anterior meningeal bölge hem MMA hem de OA tarafından herhangi bir bağlantı olmaksızın sulanır.

MMA'nın doğrudan OA'dan mı yoksa lakrimal arterin proksimal kısmından mı kaynaklandığı ise hala tartışma konusudur.

Kavernöz ICA orjini:

MMA'nın kavernöz ICA orjinine dair literatürdeki tek vaka, Laşjaunias ve ark. tarafından tanımlanmıştır [23]. Bu olguda, MMA'nın tüm dalları, ICA enjeksiyonu sırasında dolun göstermekte olup orjini, kavernöz ICA'nın horizontal kesimidir.

Lasjaunias ve ark. bu varyasyonu embriyolojik yaşam sırasında inferolateral trunkusun posterior dalı ile SA arasındaki anastomoz ile açıklamakta olup; sonuç olarak, MMA'nin proksimal kökü regrese olmakta(veya oluşmamakta) ve buna foramen spinosum yokluğu da eşlik etmektedir [23].

Petröz ICA Orjini (Komplet ve Parsiyel SA Persistansı):

SA'nın komplet persistansı çok nadir bir varyant olup, literatürde sadece 2 vaka yayınlanmıştır [14, 27]. Bu olgularda SA petröz ICA'dan olan embriyonik kökenini korur ve orta kulaktan geçerek 2 dal verir: biri MMA'ya karşılık gelen intrakraniyal ve diğeri foramen spinosum yoluyla kraniyal kaviteyi terk eden ekstrakraniyal daldır . Sonuç olarak, bu olgularda foramen spinosum genişler, koklear promontoryum erode olur ve İMA, ECA yerine SA'dan kaynaklanır.Böyle bir anatomik varyant, ventral faringeal arter tarafından maksillomandibular dalın (SA'nın) embriyolojik bir uzantının olmamasıyla açıklanabilmektedir.

SA'nın parsiyel persistansı daha sık görülmektedir ve bu durumda SA'nın sadece intrakraniyal dalı orjinini petröz ICA'dan korumaktadır [1, 15, 23, 25]. Bu durumda foramen spinosum yokluğu veya hipoplazisi eşlik etmekte olup MMA, İMA yerine SA'dan kaynaklanmaktadır. Bu varyant SA'nın proksimal kısmı yerine maksillomandibular arterin proksimal kısmının gerilemesi ile açıklanmaktadır [14].

Psödopetröz ICA orjini (ICA'nın aberrant akımı ile ilişkili SA'nın persistansı):

SA'nın persistansı ve MMA'nın petröz ICA'dan köken alması, ICA'nın intratimpanik seyri ile ilişkilidir ve bu durum "ICA'nın aberrant akımı" olarak da bilinmektedir [23, 25, 28-31].

ICA'nın intratimpanik seyri, primitif karotis arterin ilk 2 segmentinin agenezisi ve hipertrofik inferior timpanik arter ile açıklanmaktadır. İnférieur timpanik arter, asendan faringeal arter ile karotikotimpanik arter (ICA'nın bir dalı) arasındaki anastomozu sağlamaktadır. Bu nedenle bu arterin servikal ve intratimpanik segmentleri karotis sistemden değil, faringo-oksipital ve hiyostapedial sistemlerden (psödo-ICA) köken almaktadır [14, 23, 25]. Bu olgularda, MMA, ICA'nın timpanik segmentinden kaynaklanır ve stapesden geçer.

Servikal ICA orjini (faringotimpanostapedial arter):

MMA, ICA'nın servikal segmentinden de orjin alabilmektedir. Bu çok nadir varyant ilk olarak Lasjaunias ve ark. tarafından tanımlanmıştır [23]. MMA, ICA'nın servikal kısmından kaynaklanıp inferior timpanik kanaldan timpanik boşluğa girer ve SA'nın olağan seyrini takip eder.

Tanımlanan 2 vaka, yalnızca SA'dan kaynaklanan MMA ve foramen spinosum yokluğu ile SA'nın "kısmi" kalıcılığı olarak tarif edilmiştir. Bu varyant embriyolojik olarak, SA'nın inferior timpanik arter (artan faringeal arterin dalı) tarafından ilhak edilmesi ve SA'nın proksimal kısmının regrese olması açıklanmaktadır. Bu nedenle SA, ICA'nın petröz segmenti yerine servikal bölgeden kaynaklanır.

Oksipital arter orjini:

Bu nadir varyant Diamond tarafından, temporal kemik diseksiyonu sırasında bulunan bir parsiyel persistant SA vakası olarak tanımlanmıştır [32]. SA'nın petröz ICA yerine oksipital arterden köken alması ve temporal kemiğin petröz kısma girmek için styloid proses ile karotis kanal arasındaki "özel bir foramen"den geçmesi olarak tarif edilmiştir. Timpanik boşluğun arka duvarından ve stapeslerden geçtikten sonra SA, petroz apekse ulaşmak için fasiyal kanala girerek MMA'nın dallarını oluşturmaktadır.

Distal petröz ICA orjin (mandibular arter orjin):

Lasjaunias ve ark., MMA'nın vidian arterin normal orjinine yakın bir lokalizasyonda distal petröz ICA orjinini gösteren tek araştırmacıdır [14]. Bu durumda MMA, intratimpanik bir seyir göstermemektedir.

Bu varyasyon, birinci aortik arkın ikinci aortik ark (SA) tarafından ilhak edilmişlerdir; bu nedenle mandibular arter, MMA bölgesi olan birincil bölgesini korur.

2.3 Orta Meningeal Arterin Embriyolojisi

Dural ve orbital arterlerin ve hatta maksiller dalların embriyolojik hayatta gelişmesinde en önemli role sahip yapılardan biri Stapedial arterdir(SA). Karmaşık embriyolojik gelişimi, MMA ve orbital arterlerin multipl anatomik varyasyonlarını açıklamaktadır. Kalıcı SA taşıyan insanlarda anatomistler tarafından yapılan orta

kulak diseksiyonları , bu arterin kökenini ve seyrini tanımlamıştır. Kulak, burun ve boğaz cerrahlarının, orta kulak ameliyatları sırasında tespit ettikleri vakalar da hem embriyolojik gelişmeyi anlamada yardımcı olmuş hem de kalıcı bir SA varlığında ameliyatın komplikasyon riskleri hakkında farkındalık uyandırmıştır. Girişimsel ve diagnostik nöroradyologlar da bu anatomik varyasyona özellikle dikkat çekmişlerdir. Hyostapedial, karotis ve oftalmik sistemlerle ilgili embriyolojik gelişim anlaşıldıktan sonra, SA'nın dahil olduğu anatomik varyasyonlar daha rahat anlaşılabilir.

İlk persistan SA vakasının, 1836'da Hyrtl tarafından bir insan kadavrasında stapes obturatöründen geçen bir arterle tanımlandığı ifade edilmiştir [33].

Padget'in Carnegie koleksiyonundaki 22 insan embriyosunun diseksiyonlarına dayanan yayını, kraniyofasiyal arterlerin ve özellikle hyostapedial arterlerin embriyolojik gelişimi hakkında çok fazla bilgi sağlamıştır [34]. Yine benzer dönemde Altmann, aortik arkların ve karotis sistem varyantlarının gelişimi hakkında kapsamlı bir çalışma yapmıştır [15].

2.3.1 Karotis sistemi

ICA'nın embriyolojik gelişimi ayrıntılı bir başlık olmakla birlikte tezimizin doğrudan kapsamı dışında olması nedeniyle, yalnızca "ICA'nın aberran seyrinin" anlaşılmasına yönelik kesimi incelenmiştir. "ICA'nın aberran seyri" ICA'nın intratimpanik seyrinden oluşur ve kalıcı SA; bunun sonucunda MMA'nın orjinindeki varyasyonlar ile ilişkili olabilmektedir.

Padget'in ilk aşamasında (4-5 mm embriyolar), ilk 2 aortik arkın doğal regresyona başlamasıyla, İCA'nın ayrışması başlamış olur. ICA'nın embriyolojik segmentleri, üçüncü aortik arkın ve dorsal aort kranialinden üçüncü aortik arkuna kadarki kesiminden kaynaklanmaktadır. Dorsal aort da aynı zamanda üçüncü ve dördüncü aortik ark arasında regrese olur [15, 34].

Embriyolojik açıdan ICA, Lasjaunias ve Santoyo-Vazquez tarafından 7 farklı segmentte değerlendirilmiştir. İlk segment, ventral faringeal arterin (gelecekteki ECA) orjininden üçüncü aortik ark ile dorsal aort arasındaki bağlantıya kadar olan üçüncü aortik ark karşılık gelmektedir. İkinci segment, ikinci ve üçüncü aortik ark arasındaki dorsal aortaya karşılık gelmektedir. Üçüncü segment, birinci ve ikinci aortik ark arasındaki dorsal aorttur. Dördüncü segment, birinci aortik ark ile trigeminal arterin (primitif maksiller arterin) orjini arasındaki dorsal aorttur. Beşinci

segment, trigeminal arterin (primitif maksiller arterin) orjini ile primitif dorsal OA'nın (gelecekteki inferolateral trunkus) orjini arasındaki dorsal aorttur. Altıncı segment, primitif dorsal OA'nın kökeni ile primitif ventral OA'nın kökeni arasındadır. Yedinci segment, primitif ventral OA ile primitif karotis bifurkasyonu arasındadır [35].

Karotis bulbus, ICA'nın diğer segmentleri ile aynı embriyolojik kökene sahip olmayıp faringo-okspital sistemden kaynaklanmaktadır. Bu bilgiyle asendan faringeal ve oksipital arterlerin orjinindeki varyasyonlar kolayca anlaşılabilir. ICA'nın 1 veya daha fazla segmentinin agenezi veya anormal regresyonu, ICA'nın intratimpanik seyrini (faringo-karotis anastomozu ile) ve ayrıca ICA agenezi durumunda farklı "reperfüzyon" tiplerini açıklamaktadır. "ICA'nın aberran akımı" olarak da adlandırılan ICA'nın intratimpanik seyri, birinci ve ikinci segmentlerin anormal regresyonunun sonucunda inferior timpanik arter (asenden faringeal arterden) ile karotikotimpanik arter (karotis arterden) arasındaki anastomoz sonucu oluşur [15, 28]. Sonuç olarak psödo-ICA, stapeslerden geçmeden intratimpanik bir seyir gösterir.

2.3.2 Hyostapedial sistem

"Hyostapedial arter", ikinci aortik arkın tam embriyolojik gelişimini tanımlamak için kullanılan terimdir. Hyoid arterden gelişen ve stapes krusundan geçtikten sonra adını alan SA, Padget evre III ve VI (9-24 mm) arasında bulunan embriyonik bir arterdir [34]. Hyostapedial sistem, çok sayıda dural, orbital ve fasiyal arterin geliştiği önemli bir embriyolojik sistemdir.

Hyoid arter, embriyolojik gelişimin erken döneminde (4-5 mm, Padget 31 evre I) gerileyen ikinci aortik arkın dorsal remnantıdır [28, 36]. Bu ark regresyonundan sonra, yaklaşık 5-6 mm'lik evrede (Padget 31 evre II) hyoid arter, mandibular arterle (birinci aortik arkın remnantı) anastomoz yaptığında, gebeliğin 7. ve 19. haftalarının arasında hızlı bir lateral uzanma gösterir [34].

Padget evre III'de (7-12 mm embriyo), hyoid arter belirgindir ve SA olarak stapes kruslarından geçerek kranial olarak büyüme gösterir. Buna karşılık, mandibular arter bu evrede kısa olup tanımlanması güçtür. Bu aşamada, SA'nın 2 ana dalının (supraorbital ve maksillomandibular bölümler) ilk formları görülebilmekle birlikte, kesin olarak yalnızca Padget 31 evre IV'te (12-14 mm) görülebilmektedirler.

SA, 16–18 mm’lik evrede (Padget31 evre V), Gasserian bölgeye doğru uzamasını sürdürerek gelecekteki timpanik boşluğa geçer ve özellikle stapes krusundan geçerek maksimum gelişimine ulaşır [15, 23, 34]. Trigeminal sinirin oftalmik kökünü takip eden supraorbital arter, orbital dalların (supraorbital, lakrimal, etmoidler ve frontal arterler) ve ayrıca MMA’nin gelişimini sağlar [14]. Maksillomandibular arter, foramen spinosum aracılığıyla kraniyal kaviteyi terkeder ve ekstrakraniyal sahada infraorbital ve mandibular arter (gelecekteki infraorbital ve inferior alveolar arterler) dallarını verir.

SA’nın bu maksimum gelişiminden sonra, MMA’nin erişkin konfigürasyonunu ulaşması için 2 ekleme ve 2 regresyon meydana gelir.

Intrakraniyal sahada, orbital dallar primitif OA tarafından eklenir ve supraorbital dalın trans-sfenoidal segmenti regrese olur. MMA’nin anterior dalı ile lakrimal arter (sfenoidal arter) arasında bir anastomoz arteri kalır ve bu yapı orbitaya superior orbital fissür aracılığıyla ulaşır.

Ekstrakraniyal sahada, ventral faringeal arter SA’nın maksillomandibular arterini ekleyerek MMA’nin proksimal kökünü oluşturur ve ECA’ya dönüşür.

Sonuç olarak, SA içindeki akımın terse dönmesiyle, timpanik kesimi regrese olur ve remnant yapılar olarak karotikotimpanik arteri (ICA’dan) ve superior timpanik arteri (MMA’nın petroz dalından) bırakır. SA ile ilgili bu eklemeler ve regresyonlar Padget31 evre VI’da (20–24-mm embriyo) gerçekleşir [14, 34].

2.3.3 Oftalmik arter

İlkel OA’nın embriyogenezi, bazı evrelerde hiyostapedial sistemlerle ilişkilidir. OA’nın oluşumu 4-18 mm’lik evrelerde primitif dorsal OA ve primitif ventral OA’ya bağlıdır. Primitif dorsal OA, primitif ICA’nın kavernöz segmentinden gelişir ve primitif ventral OA, primitif ICA’nın anterior divizyonundan gelişir. Primitif dorsal OA, orbitaya superior orbital fissür yoluyla ve primitif ventral OA, optik kanaldan geçerek girer. Daha sonra bu 2 arter arasında 2 ana anastomoz oluşur. Birincisi, optik sinir (OA’nın gelecekteki ikinci segmenti) etrafındaki 2 arter tarafından sağlanan bir intraorbital pleksiform anastomozdur. İkinci anastomoz intradural aralıkta olup, OA’nın definitif supraklinoidal kökenini oluşturmak için primitif ventral OA ile primitif ICA arasındadır. Primitif ventral OA’nın proksimal kısmı (ACA’daki orijini ve ICA ile anastomozu arasında), daha sonra OA’nın erişkin

gövdesini vermek üzere regrese olur. Bir sonraki adımda, primitif dorsal OA'nın proksimal kısmı geriler ve remnantı, primitif ICA'nın inferolateral gövdesi olur. Eşzamanlı olarak, 7- ve 24 mm'lik embriyo evrelerinde (Padget'in III-VI. evreleri), SA, petröz ICA'nın primitif hyoid arkından kaynaklanır [34].

Supraorbital arter, orbitaya girdikten sonra etmoidonazal ve lakrimal arter dallarını vermektedir. Etmoidonazal arter, optik sinir etrafındaki arteriyel halkada primitif OA ile anastomoz yapar. Supraorbital arterin trans-sfenoidal kısmı daha sonra regrese olur ve orbital dalları, erişkin şeklini vermek için primitif OA tarafından ilhak edilir.

MMA dallarının persistansı (veya ekstrem olgularda OA'nın komplet MMA orjini) 2 farklı fenomenle açıklanabilmektedir. Bunlardan ilki; supraorbital dal ve OA arasında bir anastomozun olmaması sonucunda orbital arterlerin dual beslenmesidir. İkincisi ise primitif OA'nın regresyonu sonucu SA'nın supraorbital dalının proksimal kökünün kalıcı olması ve OA'nın tam MMA orjinli sonuçlanmasıdır.

MMA'dan kaynaklanan ve superior orbital fissür yoluyla orbitaya penetre olan OA insidansının %1.4 ile 2.5 arasında olduğu tahmin edilmektedir (60). Bu anatomik varyasyonda orbital arterler, superior orbital fissürden veya sfeno-orbital foramen yoluyla geçen MMA'nın anterior divizyonu tarafından beslenir. Santral retinal arter genellikle beslemesini suprakavernöz ICA'dan sağlar, ancak literatürde birkaç olguda santral retinal arterin ICA katılımı olmaksızın yalnız MMA tarafından beslendiği gösterilmiştir.

2.3.4 Trigeminal Arter

Trigeminal arter, 4-5 mm embriyolarda (Padget evre I) ortaya çıkan ve 12 mm embriyolarda (Padget evre III) kaybolan karotis-baziler anastomozlardan birini temsil eder[34].

Superior ve anteroinferior serebellar arterler arasındaki baziler arterden köken alır, gasser ganglionunun medialinden geçer ve ICA'nın dördüncü ve beşinci segmentleri arasındaki bileşke seviyesinde trigeminal siniri primitif ICA'ya kadar takip eder. Trigeminal arter, ICA'da primitif maksiller arter ile ortak bir kökene sahiptir.

Bu 2 primitif arterin karotis kalıntısı, lateral klival, marjinal tentoryal ve inferior hipofizer arterlerin kaynaklanacağı gelecekteki meningohipofizeal gövde olacaktır. Trigeminal arterin baziler kalıntısının, MMA'nın baziler arterden olası orjininden sorumlu olduğu düşünülebilir [15, 34].

Aslında, bu trigeminal kalıntı, persistant SA ile anastomoz yaptığında, MMA nihai olarak BA'dan orjin almaktadır.



3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1 Çalışma Grubu

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nın Girişimsel Radyoloji Bölümü'nde Mayıs 2020'den Aralık 2021'e kadar, CCA enjeksiyonu yoluyla tek taraflı veya iki taraflı 3B-RA ile serebral ve karotis arter görüntülemesi incelenen tüm erişkin olgular çalışmaya dahil edildi. Dentofasiyal deformiteleri ve ECA stenozu %70'in üzerinde olan veya total oklüzyonu olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Dahil edilme kriterlerine uyan 51 olgu (19 erkek ve 32 kadın; ortalama yaş: 50.06 ± 12.96 yıl) kaydedildi. Otuz altı hasta iki taraflı görüntüledi ve 3B-RA görüntüleri ile toplam 87 hemikranyum incelendi.

Çalışmada değerlendirilen 51 olgunun 31'inin BT Anjio görüntüleri mevcut olup, 0,5 ve 0,6 mm kalınlığındaki ince kesit görüntüleri incelendi. MMA dallanması açısından bakıldığında, uzaysal rezolüsyonun 3B-RA'ya kıyasla belirgin düşük olması nedeniyle dalların ideal değerlendirilememesinden dolayı BT Anjio incelemeleri çalışmaya dahil edilememiştir. Bu kesitsel çalışma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından değerlendirildi ve 17.08.2021 tarih, 29088 sayılı karara göre tıbbi açıdan uygun bulundu.

3.2 3B-RA ve CBCT Görüntü Protokolleri

3B-RA ve düz panel Cone Beam Computed Tomography (CBCT) verileri, tek düzlemlili düz panel anjiyografi sistemi (Allura Xper FD20, Philips Medical Systems, Hollanda) kullanılarak elde edildi. Üreticinin varsayılan ayarlarıyla "Cerebral Prop Scan" protokolü kullanıldı. CCA'ya yerleştirilmiş bir diagnostik kateter ile ham veriler elde edildi. Kontrast madde (300 µmg I/mL), 2 s'lik bir görüntüleme gecikmesiyle 6 s (toplam hacim 24 µmL) için 4 µmL/s'lik bir hızla

infüze edildi. A. femoralis hemostazı manüel kompresyonla sağlandı ve ardından hasta gözlem odasına gönderildi. İş istasyonunda Allura 3B-RA 6.4.6 ve XperCT Dual 3.2.6 (Philips Medical Systems Netherland B.V. Hollanda) kullanılarak ham verilerin son işlenmesinden sonra, 0.14-0.36 mm kesit kalınlığında çok yüksek uzamsal çözünürlüklü CBCT rekonstrüksiyonları elde edildi .

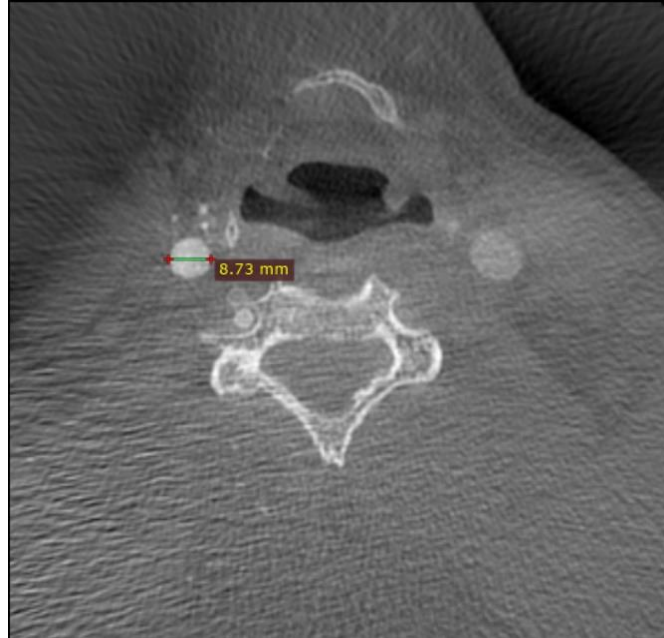
3.3 Görüntü Değerlendirme Yöntemi

Her hasta için görüntüler Bezmialem Vakıf Üniversitesi PACS sisteminden indirildi ve ölçümler Radiant programı aracılığıyla iki radyolog tarafından konsensusla tamamlandı. Radyologlar tarafından, morfolojik bulguları değerlendirirken vasküler yapıların görünürlüğünü optimize etmek için görüntü parametrelerini ayarlandı.

Bu çalışmada ölçümü yapılan parametreler aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1 Ortak karotis arter

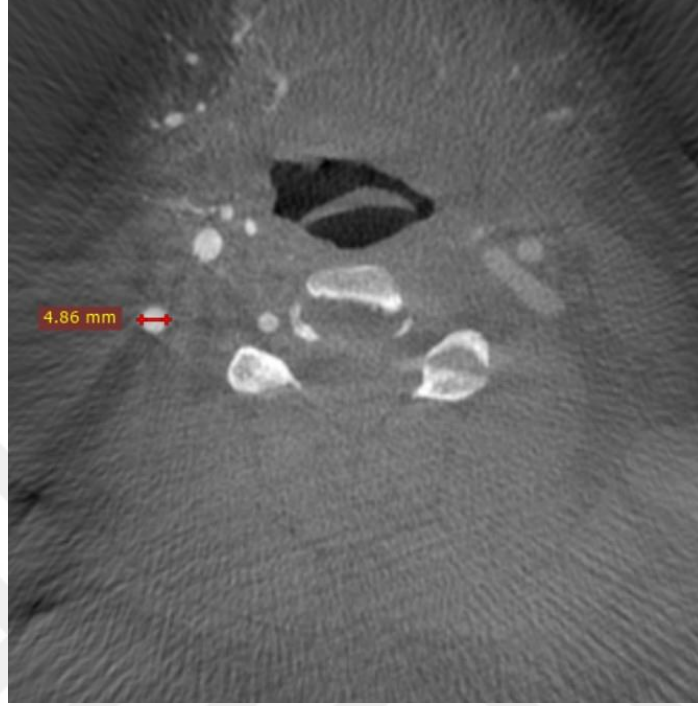
CCA çapı, bifurkasyon noktasının ve bulbus düzeyindeki kısa segment dilatasyonun hemen öncesinde uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Ortak karotis arter çapı, bifurkasyon noktasının ve bulbus düzeyindeki kısa segment dilatasyonun hemen öncesinde uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür.

3.3.2 İnternal karotis arter

ICA çapı, bifurkasyon noktasının hemen sonrasında uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür (Şekil 3.2).

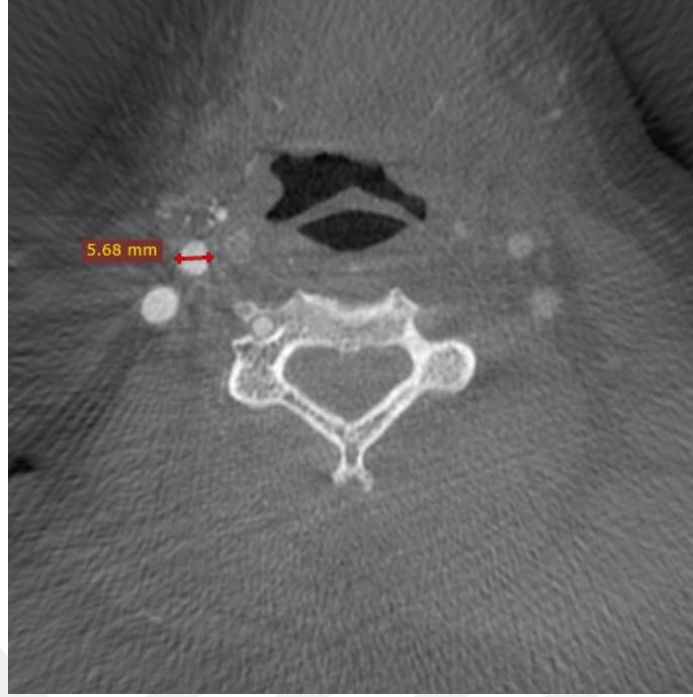


Şekil 3.2: İnternal karotis arter çapı, bifurkasyon noktasının hemen sonrasında uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür.

3.3.3 Eksternal karotis arter

ECA çapı, bifurkasyon noktasının hemen sonrasında uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür (Şekil 3.3).

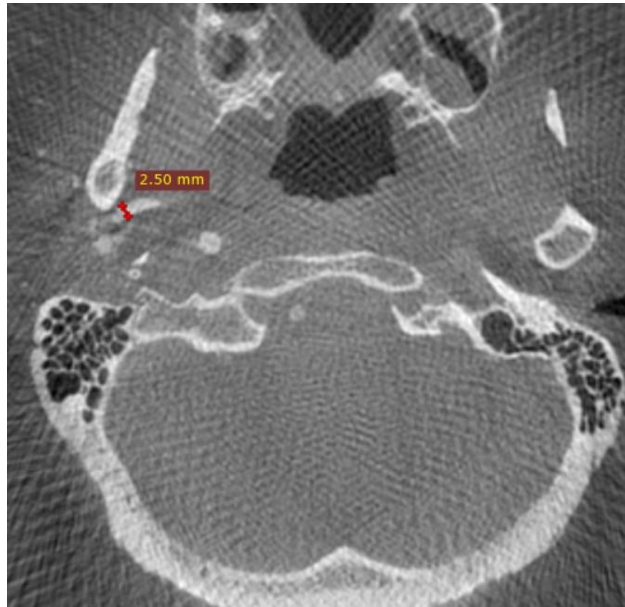
ECA çapı, bifurkasyon noktasının hemen sonrasında uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Eksternal karotis arter çapı, bifurkasyon noktasının hemen sonrasında uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür.

3.3.4 İnternal maksiller arter

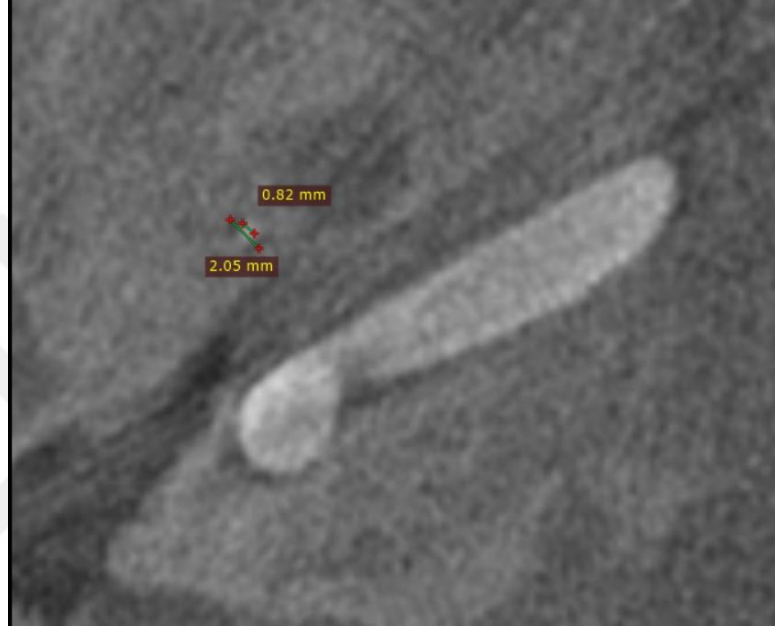
İnternal maksiller arter çapı, mandibula boynunun derin komşuluğunda seyir gösterem mandibular kısmından uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: İnternal maksiller arter çapı, mandibula boynunun derin komşuluğunda seyir gösterem mandibular kısmından uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür.

3.3.5 Orta meningeal arter ve foramen spinozum

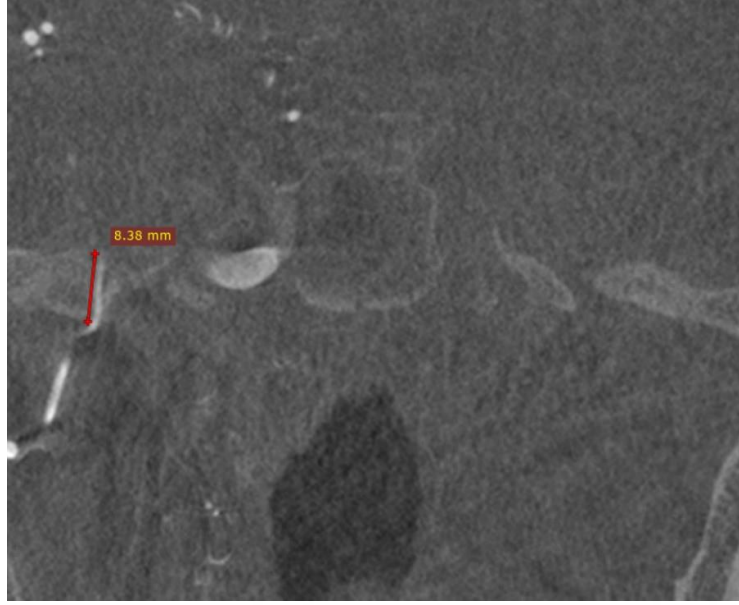
MMA çapı, foramen spinozumdan geçtiği düzeyde uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür. Bu düzeyde foramen spinozum çapı da ölçülmüştür. (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Orta meningeal arter çapı, foramen spinozumdan geçtiği düzeyde uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür. Bu düzeyde foramen spinozum çapı da ölçülmüştür.

3.3.6 Foramen spinozum uzunluğu

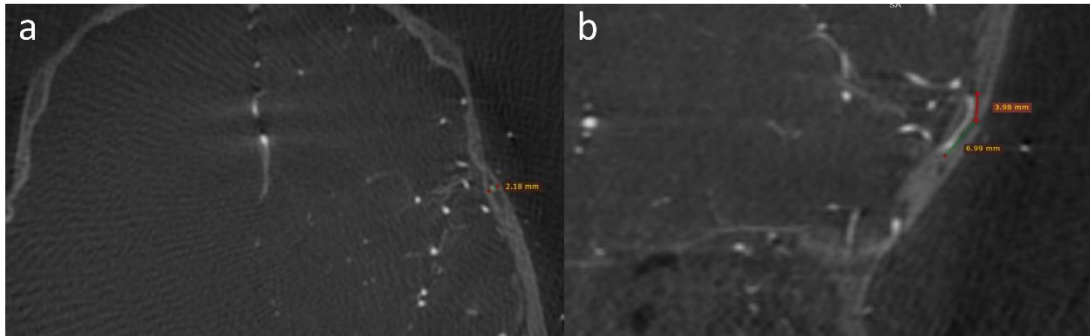
Ölçümlerin yapılması amacıyla kullanılan Radiant programında 3D MPR uygulaması kullanılarak foramen spinozumun uzun aksı elde edilerek ölçülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Ölçümlerin yapılması amacıyla kullanılan Radiant programında 3D MPR uygulaması kullanılarak foramen spinosumun uzun aksı elde olunarak ölçülmüştür.

3.3.7 Kemik kanal

Kemik kanal çapı, kanalın uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür. Sonrasında ölçümlerin yapılması amacıyla kullanılan Radiant programında 3D MPR uygulaması kullanılarak kemik kanalın uzun aksı elde olunarak ölçülmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Kemik kanal çapı, kanalın uzun aksına dik olacak şekilde aksiyel kesitlerde ölçülmüştür (a). Sonrasında ölçümlerin yapılması amacıyla kullanılan Radiant programında 3D MPR uygulaması kullanılarak kemik kanalın uzun aksı elde olunarak ölçülmüştür (b).

3.3.8 Orta meningeal arter orjini ve dallanması

MMA'nın orjin aldığı vasküler yapılar değerlendirilmiştir. MMA'nın dalları temelde Martins ve ark.'nın yapmış olduğu dallanma paterni sınıflaması baz alınarak değerlendirilmiştir. Giuffrida-Ruggeri ve ark.'nın pterional bifurkasyon düzeyi

hakkındaki değerlendirmesi referans alınarak MMA'nın AD ve PD olarak ayrıldığı bölge pterion inferioru, pterion düzeyi ve pterion süperioru şeklinde değerlendirilmiştir.

3.4 İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analiz için SPSS yazılımı (Windows için sürüm 21.0; SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanıldı. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerinde; sürekli sayısal değişkenler için minimum-maksimum değerler, ortanca, ortalama (\pm), standart sapma (SS) istatistikleri kullanılırken, nitel değişkenler için ise sayı ve yüzde (%) ifadesi kullanıldı. Sürekli sayısal değişkenlerin yaş ve cinsiyet için değerlendirilmesinde ortalama \pm standart sapma istatistikleri kullanıldı. Normallik testi için Shapiro Wilk testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren değişkenlerin yaş ve cinsiyet ile ilişkisi bağımsız gruplar student t testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi. Normal dağılmayan değişkenler için bağımsız grup karşılaştırmaları için Kruskal Wallis testi yapıldı. Post-hoc analiz için Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi kullanıldı. Tüm istatistiksel karşılaştırmalar için, 0,05'in altındaki bir p değerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1 Veri Analizi

Çalışmaya 32 kadın ve 19 erkek olmak üzere toplam 51 birey dahil edildi. Kadın olgular toplam birey sayısının %62,7'ünü, erkek olgular ise %37,3'ünü oluşturmaktaydı (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Bireylerin cinsiyete göre dağılımı.

Cinsiyet	Sayı	%
Kadın	32	62,7
Erkek	19	37,3
Toplam	51	100

Bireylerin yaş dağılımı 18-76 yaş arasında ve ortalama yaş ise $50,06 \pm 12,97$ yaş olarak tespit edildi (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Bireylerin yaş dağılımı.

	Ortalama \pm SS	Ortanca	Minimum-Maksimum
Yaş (yıl)	$50,06 \pm 12,97$	51	18-76

Çalışmada toplam 87 hemikranyum değerlendirilmiş olup 43'ü sağ taraf (%49,4), 44'i sol taraf (%50,6) enjeksiyonuydu (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Bireylerin karotis enjeksiyon tarafına göre dağılımı.

Taraf	Sayı	%
Sağ	43	49,4
Sol	44	50,6
Toplam	87	100

36 olguda çekimler bilateral (%70,6) , 15 olguda ise unilateraldi (%29,4) (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Bireylerin çekim lateralitesine göre dağılımı.

Lateralite	Sayı	%
Unilateral	15	29,4
Bilateral	37	70,6
Toplam	51	100

4.2 Vasküler Yapıların Tanımlayıcı İstatistikleri

CCA, ICA, ECA, İMA ve MMA'nın ölçülen çaplarının ortalama, ortanca ve minimum-maksimum değerleri aşağıdaki tablo 4.5'te özetlendi.

Tablo 4.5: Değerlendirilen vasküler yapıların çaplarının ortalama, ortanca ve minimum-maksimum değerleri.

Arter	Ortalama \pm SS (çap) (mm)	Ortanca (çap) (mm)	Minimum-Maksimum (çap) (mm)
Ortak karotis arter	6,71 \pm 0,95	6,50	5,00-8,64
İnternal karotis arter	5,22 \pm 1,00	5,20	3,22-7,60
Eksternal karotis arter	4,17 \pm 0,70	4,20	2,70-6,80
İnternal maksiller arter	2,35 \pm 0,33	2,30	1,60-3,10
Orta meningeal arter	1,26 \pm 0,34	1,20	0,30-2,80

Yapılan morfometrik ölçümlerde; CCA'nın çapı ortalama $6,71 \pm 0,95$ mm (min-max: 5,00-8,64 mm) ölçülmüş olup yaş ve taraf ile arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır ($p=0,419$ ve $0,538$, sırasıyla).

ICA'nın çapı ortalama $5,22 \pm 1,00$ mm (min-max: 3,22-7,60 mm) ölçülmüş olup yaş ve taraf ile arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır ($p=0,998$ ve $0,789$, sırasıyla).

ECA'nın çapı ortalama $4,17 \pm 0,70$ mm (min-max: 2,70-6,80 mm) ölçülmüş olup yaş ve taraf ile arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır ($p=0,294$ ve $0,052$, sırasıyla).

İnternal maksiller arterin çapı ortalama $2,35 \pm 0,33$ mm (min-max: 1,60-3,10 mm) ölçülmüş olup yaş ve taraf ile arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır ($p=0,311$ ve $0,378$, sırasıyla).

MMA'nın çapı ortalama $1,26 \pm 0,34$ mm (min-max: 0,30-2,80 mm) ölçülmüş olup yaş ve taraf ile arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır ($p=0,335$ ve $0,206$, sırasıyla).

4.3 Vasküler Yapıların Cinsiyete Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

CCA, ICA, ECA, İMA ve MMA'nın ölçülen çaplarının cinsiyete göre ortalama, ortanca ve minimum-maksimum değerleri aşağıdaki tablo 4.6'da özetlendi.

Yapılan morfometrik ölçümlerde; CCA'nın çapı kadınlarda ortalama $6,53 \pm 0,87$ mm (min-max: 5,00-8,60 mm), erkeklerde ortalama $7,20 \pm 0,99$ mm (min-max: 5,60-8,64 mm) ölçülmüş olup çap ile cinsiyet arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmıştır ($p=0,021$).

ICA'nın çapı kadınlarda ortalama $5,04 \pm 1,00$ mm (min-max: 3,22-7,60 mm), erkeklerde ortalama $5,56 \pm 0,91$ mm (min-max: 3,80-7,50 mm) ölçülmüş olup çap ile cinsiyet arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmıştır ($p=0,021$).

ECA'nın çapı kadınlarda ortalama $3,91 \pm 0,59$ mm (min-max: 2,70-5,20 mm), erkeklerde ortalama $4,62 \pm 0,66$ mm (min-max: 3,40-6,80 mm) ölçülmüş olup çap ile cinsiyet arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmıştır ($p<0,001$).

İnternal maksiller arterin çapı kadınlarda ortalama $2,34 \pm 0,32$ mm (min-max: 1,70-3,10 mm), erkeklerde ortalama $2,40 \pm 0,35$ mm (min-max: 1,60-3,10 mm)

ölçülmüş olup çap ile cinsiyet arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır (p=0,656).

MMA'nın çapı kadınlarda ortalama $1,27 \pm 0,37$ mm (min-max: 0,70-2,80 mm), erkeklerde ortalama $1,24 \pm 0,29$ mm (min-max: 0,30-1,80 mm) ölçülmüş olup çap ile cinsiyet arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır (p=0,367).

Tablo 4.6: Değerlendirilen vasküler yapıların çaplarının cinsiyete göre ortalama, ortanca, minimum-maksimum ve p değerleri.

Arter	Cinsiyet	Ortalama \pm SS (çap) (mm)	Ortanca (çap) (mm)	Minimum-Maksimum (çap) (mm)	p değeri
Ortak karotis arter	Kadın	$6,53 \pm 0,87$	6,35	5,00-8,60	0,021
	Erkek	$7,20 \pm 0,99$	7,05	5,60-8,64	
İnternal karotis arter	Kadın	$5,04 \pm 1,00$	5,10	3,22-7,60	0,021
	Erkek	$5,56 \pm 0,91$	5,60	3,80-7,50	
Eksternal karotis arter	Kadın	$3,91 \pm 0,59$	3,90	2,70-5,20	<0,001
	Erkek	$4,62 \pm 0,66$	4,60	3,40-6,80	
İnternal maksiller arter	Kadın	$2,34 \pm 0,32$	2,20	1,70-3,10	0,656
	Erkek	$2,40 \pm 0,35$	2,40	1,60-3,10	
Orta meningeal arter	Kadın	$1,27 \pm 0,37$	1,20	0,70-2,80	0,367
	Erkek	$1,24 \pm 0,29$	1,30	0,30-1,80	

4.4 Foramen Spinozum'un Morfolojik Değerlendirilmesi

Foramen spinozum 85 hemikranyumda (%97,7) saptanmıştır. Ölçülen çap ve uzunluk ortalama değerleri aşağıda tablo 4.7'de özetlenmiştir.

Çap ile yaş, taraf ve cinsiyet arasında istatistiksel fark saptanmamıştır (p=0,484, 0,580 ve 0,841 sırasıyla).

Uzunluk ile yaş, taraf ve cinsiyet arasında istatistiksel fark saptanmamıştır (p=0,198, 0,689 ve 0,053, sırasıyla).

Tablo 4.7: Değerlendirilen foramen spinozumların çap ve uzunluk değerleri.

Foramen Spinozum	Ortalama ± SS (çap) (mm)
Çap	2,22 ± 0,45
Uzunluk	6,44 ± 1,97

4.5 Kemik Kanalın Morfolojik Değerlendirilmesi

Kemik kanal 47 hemikranyumda (%54) saptanmıştır. Ölçülen çap ve uzunluk ortalama değerleri aşağıda tablo 4.8’de özetlenmiştir.

Çap ile yaş, taraf ve cinsiyet arasında istatistiksel fark saptanmamıştır (p=0,677, 0,524 ve 0,524 sırasıyla).

Uzunluk ile yaş, taraf ve cinsiyet arasında istatistiksel fark saptanmamıştır (p=0,739 , 0,288 ve 0,221 sırasıyla).

26 olguda kemik kanalın belirgin tortüyoöz seyir göstermesi nedeniyle uzunluk değerlendirmesi yapılamadı.

Tablo 4.8: Değerlendirilen kemik kanalların çap ve uzunluk değerleri.

Kemik kanal	Ortalama ± SS
Çap	1,65 ± 0,41
Uzunluk	12,29 ± 6,54

4.6 Orta Meningeal Arter Orjini

Çalışma kapsamında değerlendirilen 87 hemikranyumun 83’inde (%95,4) MMA’nın İMA’dan, 2’sinde (%2,3) ise OA’dan ve son olarak 2’sinde (%2,3) ise OA ve İMA’dan ortak köken köken aldığı saptandı (Tablo 4.9).

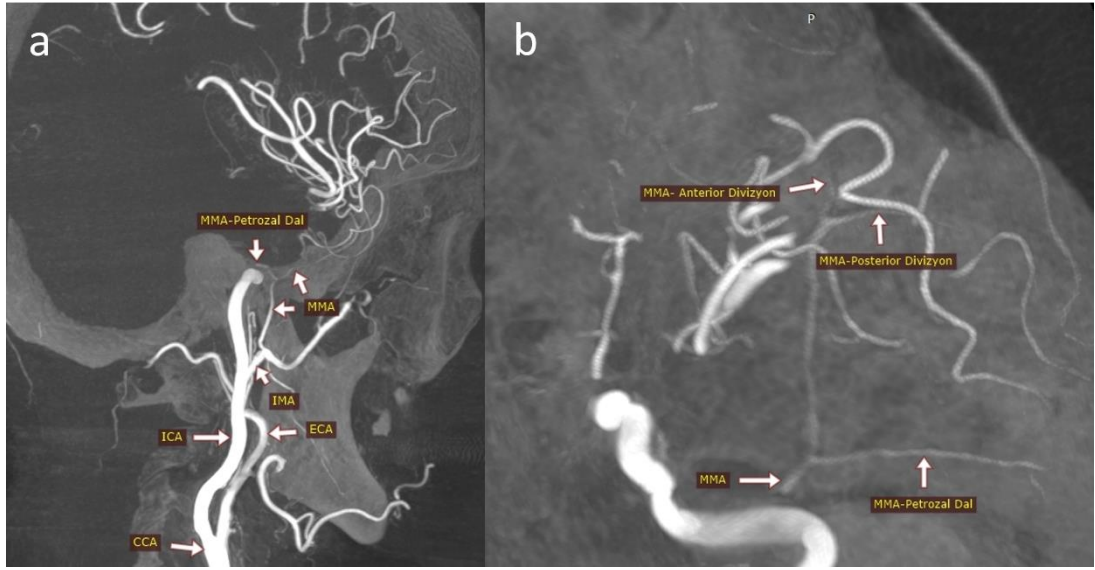
Tablo 4.9: Orta meningeal arterin köken aldığı arterler.

Orta Meningeal Arter başlangıcı	Sayı	%
İnternal maksiller arter	83	95,4
Oftalmik arter	2	2,3
İnternal maksiller arter ve oftalmik arter	2	2,3
Toplam	87	100

4.7 Orta Meningeal Arter Dallanması

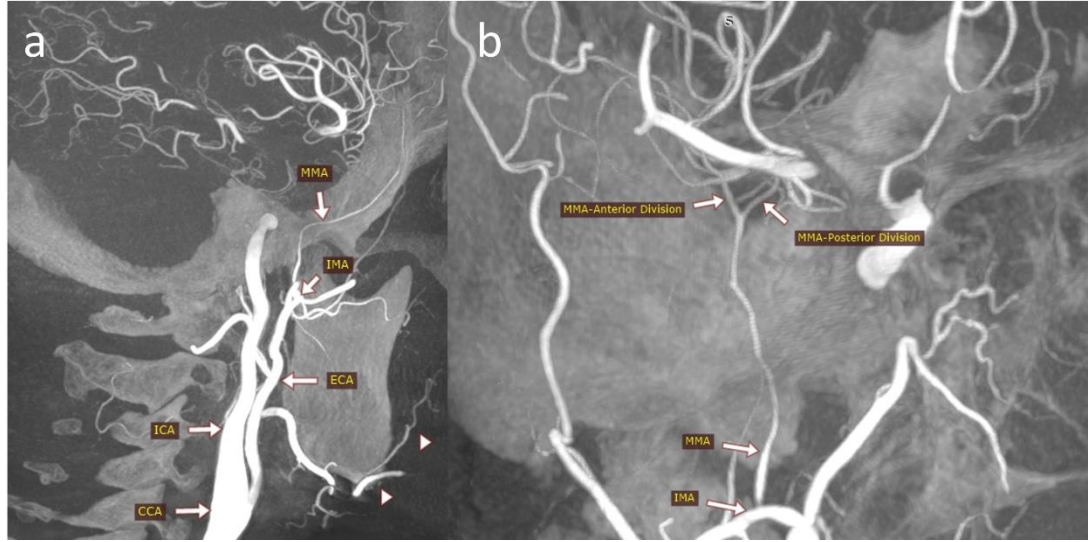
MMA'nın dallanma paterninin değerlendirmesinde çalışmamızda Martins ve ark.'nin sınıflaması referans alındı. Martins ve ark.'nin sınıflaması mikrocerrahi ile yapılmış olup çalışmamızda radyolojik değerlendirme yapılması nedeniyle olgularda dalların görülme sıklığının farklı olduğu saptanmıştır. Bu nedenle Martins ve ark.'nin sınıflaması referans alınarak modifiye bir sınıflama oluşturulmuştur. Orjin aldığı artere göre İMA kaynaklı dallar tip 1 olarak değerlendirilmiş olup petrozal dal, anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı veya yokluğu üzerinden dallar gruplandırılmıştır. Kavernöz dal, ince kalibrasyonundan dolayı ideal seçilememesi nedeniyle dahil edilmemiştir.

Tip 1a olarak değerlendirilen grupta petrozal dal, anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı izlenmekte olup bu grupta 43 (%49,4) hemikranyum bulunmaktadır (şekil 4.1).



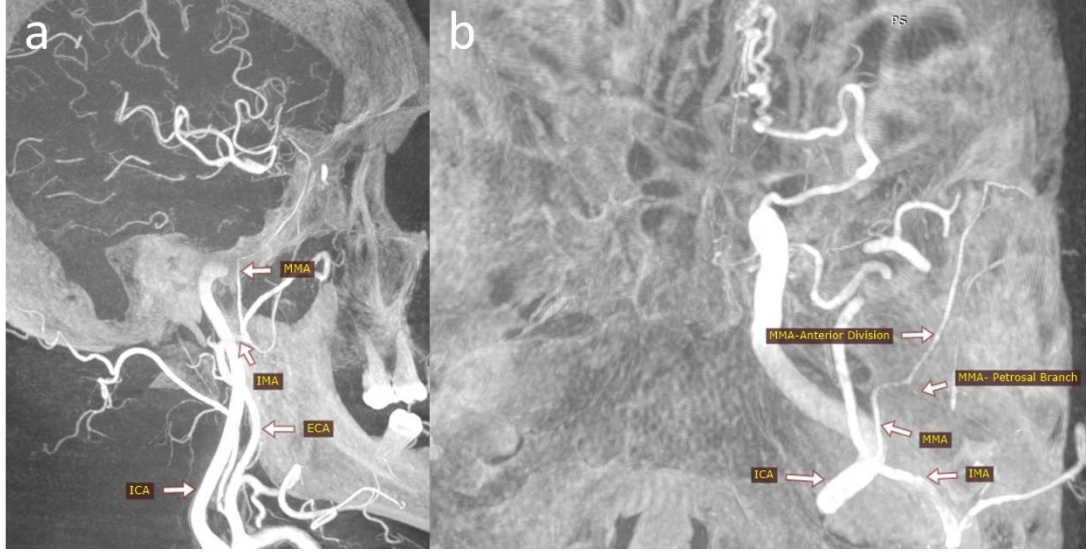
Şekil 4.1: 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve petrozal dal, anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı izlenmektedir (b).

Tip 1b olarak değerlendirilen grupta anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı izlenmekte olup petrozal dal izlenmemektedir. Bu grupta 27 (31,0) hemikranyum bulunmaktadır(şekil 4.2).



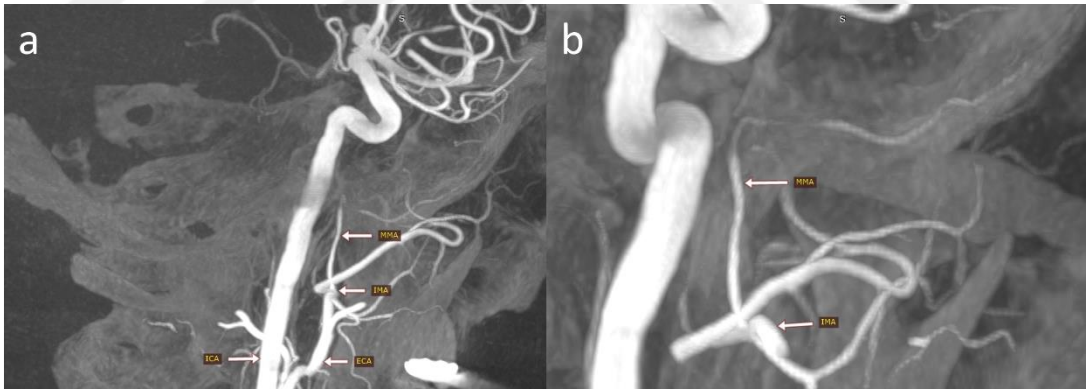
Şekil 4.2: 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı izlenmektedir (b). Petrozal dal izlenmemektedir.

Tip 1c olarak değerlendirilen grupta anterior divizyon, petrozal dal varlığı izlenmekte olup posterior divizyon izlenmemektedir. Bu grupta 8 (%9,2) hemikranyum bulunmaktadır (şekil 4.3).



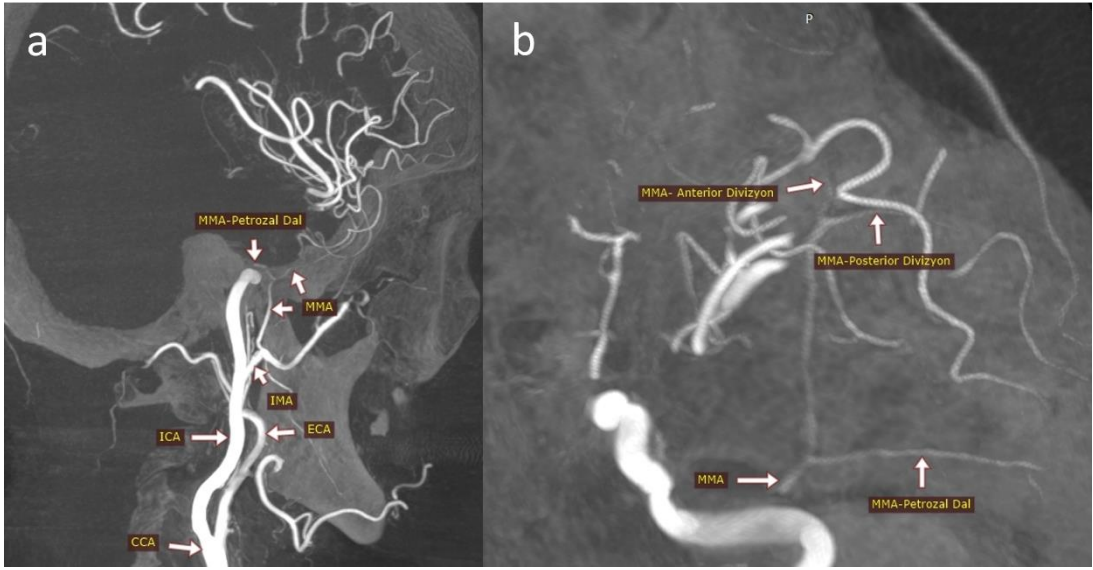
Şekil 4.3: 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve anterior divizyon, petrozal dalın varlığı izlenmektedir (b). Posterior divizyon izlenmemektedir.

Tip 1d olarak değerlendirilen grupta anterior divizyon varlığı izlenmekte olup posterior divizyon ve petrozal dal izlenmemektedir. Bu grupta 3 (%3,4) hemikranyum bulunmaktadır (şekil 4.4).



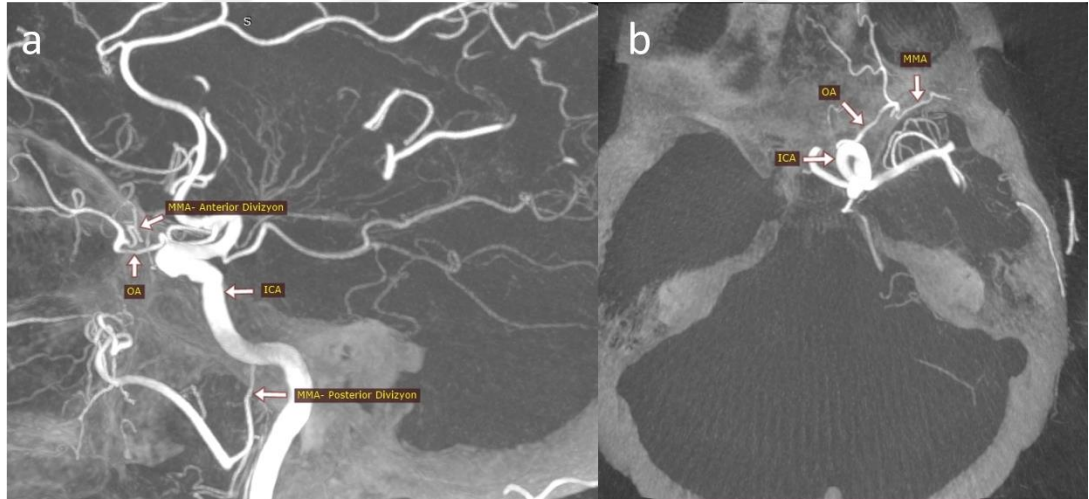
Şekil 4.4: 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve yalnız anterior divizyonun varlığı izlenmektedir (b). Petrozal dal ve posterior divizyon izlenmemektedir.

Tip 1e olarak değerlendirilen grupta posterior divizyon, petrozal dal varlığı izlenmekte olup anterior divizyon izlenmemektedir. Bu grupta 2 (%2,3) hemikranyum bulunmaktadır (şekil 4.5).

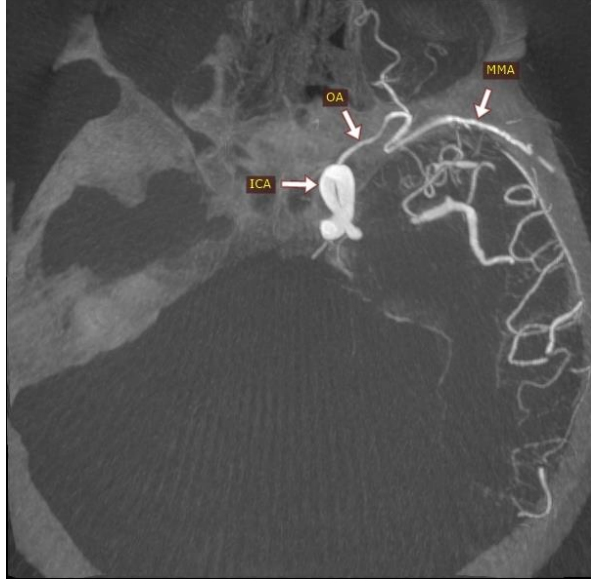


Şekil 4.5: 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter orjini (a) ve posterior divizyon, petrosal dalın varlığı izlenmektedir (b). Anterior divizyon izlenmemektedir.

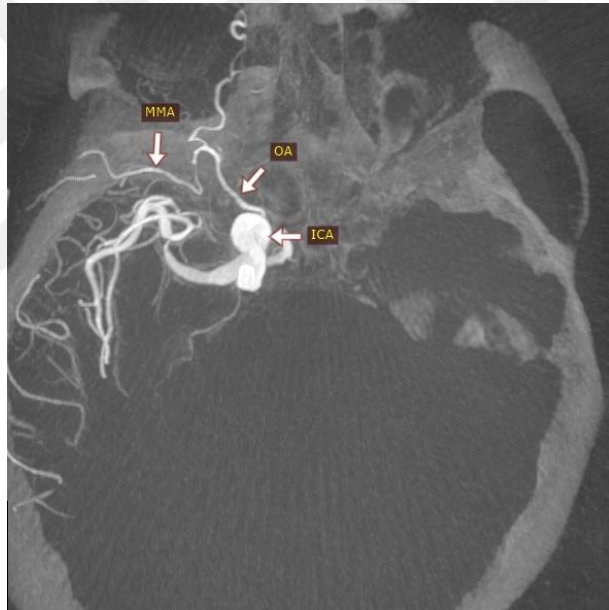
MMA'nın orjinin İMA dışında bir vasküler yapı olması durumunda ise tip 2 olarak sınıflandırılmıştır. Bu grupta 4 (%4,6) hemikranyum bulunmaktadır (şekil 4.6, 4.7, 4.8).



Şekil 4.6: 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin internal maksiller arter ve oftalmik arter orjini izlenmektedir (a). Oftalmik arter orjini ve seyri izlenmektedir (b).



Şekil 4.7: 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin oftalmik arter orijini ve seyri izlenmektedir.



Şekil 4.8: 3B-RA maksimum intensite projeksiyon görüntüsünde, orta meningeal arterin oftalmik arter orijini ve seyri izlenmektedir.

Dallanma paternleri ile yaş, taraf ve cinsiyet arasında istatistiksel fark saptanmamıştır ($p=0,965$, $0,137$ ve $0,981$ sırasıyla).

3 boyutlu rotasyonel anjiyografi ile yapılan bu radyolojik değerlendirme paterni tablo 4.10'da özetlendi.

Tablo 4.10: Orta meningeal arterin dallanma paterni.

Orta Meningeal Arter tipi	Sayı	%
Tip 1a	43	49,4
Tip 1b	27	31,5
Tip 1c	8	9
Tip 1d	3	3,4
Tip 1e	2	2,2
Tip 2	4	4,5

Tip 1: İMA orjinli MMA tipleri; Tip 2: İMA dışı orjinli MMA tipleri

4.8 Orta Meningeal Arter Bifurkasyonu ile Pterion İlişkisi

Anterior ve posterior divizyonu bulunan 70 olguda (%80,5) bifurkasyon noktası ile pterion ilişkisi görsel olarak incelenmiştir. Olguların bifurkasyon noktası pterion düzeyi, pterion inferioru ve pterion süperioru olmak üzere 3 ayrı grupta değerlendirilmiş olup tabloda özetlenmiştir. (Tablo 4.11).

Bifurkasyon düzeyleri ile yaş, taraf, cinsiyet ve dallanma paterni arasında istatistiksel fark saptanmamıştır ($p=0,359, 0,681, 0,874$ ve $0,673$ sırasıyla).

Tablo 4.11: Orta meningeal arterin bifurkasyonu ile pterion ilişkisi.

Orta meningeal arter bifurkasyonu ile Pterion ilişkisi	Sayı	%
İnferior bifurkasyo	24	34,3
Pterion düzeyi bifurkasyo	39	55,7
Süperior bifurkasyo	7	10

4.9 Orta Meningeal Arterin Temporal Fossa Seyri

Salamon ve ark.nın meningeal arterlerin arteriyografik görüntülemesi konulu 1967 yılında yayınlanan çalışmasında MMA'nın temporal fossa seyri, açılanmasına göre değerlendirilmiş olup 3 tipe ayrılmıştır [6]. Çalışmamızda MMA kesitsel olarak

değerlendirilmiş olup Sfenoskuamozal sutur referans alınarak seyri değerlendirilmiştir. İnternal maksiller arterden köken alarak sfenoskuamozal sutur komşuluğunda seyir gösteren 81 MMA değerlendirilmiştir. Sfenoskuamozal sutur anteriorunda seyredenler tip 1, sfenoskuamozal sutur ile süperpoze seyredenler tip 2, sfenoskuamozal sutur posteriorunda seyredenler tip 3 olarak sınıflandırılarak tabloda özetlenmiştir. (Tablo 4.12).

Temporal fossa seyirleri ile yaş, taraf, cinsiyet ve dallanma paterni arasında istatistiksel fark saptanmamıştır (p=0,997, 0,146, 0,777 ve 0,057 sırasıyla).

Tablo 4.12: Orta Meningeal Arterin temporal fossa seyri.

Orta Meningeal Arterin temporal fossa seyri	Sayı	%
Sfenoskuamozal sutur anteriorunda seyir	4	4,9
Sfenoskuamozal sutur ile süperpoze seyir	66	81,5
Sfenoskuamozal sutur posteriorunda seyir	11	13,6

4.10 Orta Meningeal Arter Orjinli Oftalmik Arter

Çalışma kapsamında değerlendirilen 87 hemikranyumun 1'inde (%1,1) OA komplet olarak MMA'dan orjin almakta idi. 6 hemikranyumda (%6,9) ise OA'nın, MMA ve ICA'dan ortak köken aldığı saptandı (Tablo 4.13).

Tablo 4.13: Orta meningeal arterden köken alan oftalmik arterler.

Oftalmik Arter başlangıcı	Sayı	%
İnternal karotis arter	80	92
Orta meningeal arter	1	1,1
İnternal karotis arter ve orta meningeal arter	6	6,9
Toplam	87	100

5. TARTIŞMA

Meninkslerin vasküler anatomisi kişiden kişiye çok fazla değişkenlik göstermekte olup karmaşık bir yapıya sahiptir [11]. Meninkslerin kanlanmasını sağlayan ana arter, ECA'nın internal maksiller dalının ilk segmentinden çıkan MMA'dır [1]. Kompleks embriyolojik gelişimi göz önünde bulundurulduğunda MMA ICA ve vertebrobaziller sistemden de orjin alabileceği görülmektedir [33].

MMA'nın dallanma ve varyasyon anatomisinin incelendiği detaylı kadavra diseksiyon çalışmaları mevcuttur [1]. Ancak diseksiyon çalışmaları, in vivo kan akışı ve damar lümen çapı hakkında çok az bilgi vermektedir. Radyolojik çalışmaları kadavra çalışmalarından ayıran en önemli teknik özellikler ise, seyrine ait morfolojik detayların verilebilmesi, tüm değerlendirmelerin farklı gözlemciler ve çalışmalar için tekrarlanabiliyor olması, in vivo değerlendirme ve kolay uygulanabilmesidir.

MMA'nın anatomisi DSA başta olmak üzere radyolojik modalitelerle de değerlendirilmiştir. Merland ve ark.'nın 1970'li yıllarda anjiyografik görüntüleme yöntemi ile yaptıkları çalışma sayesinde meningeal vaskülarizasyon in vivo olarak gösterilebilmiş olup dallanma paterni sınıflandırılmıştır [10]. Merland ve ark.'nın erken çalışmaları ile kıyaslandığında günümüzde yüksek rezolüsyonlu radyolojik tekniklerin gelişmesi sayesinde submilimetrik damarların tanımlanması ve seyri daha detaylı olarak incelenebilmektedir.

Dural vasküler anatomide MMA'nın yerinin anlaşılması, bu arterin birçok hastalıkta ve tedavide rol oynaması nedeniyle hem girişimsel nöroradyologlar hem de beyin cerrahları için artan önem taşımaktadır.

Kronik subdural hematoma tedavisinde MMA yerinin anlaşılması, geçtiğimiz son 10 yıl boyunca nöroradyologların ve beyin cerrahlarının MMA'ya ilgisini arttırmıştır. Çoğunlukla 65 yaş üstü, antikoagülan ve antitrombotik tedavi gören hastalarda hafif kafa travması sonucu köprü ven yaralanması ile gelişmektedir [37]. Geleneksel tedavi, yüksek oranda tekrarlama (%2-37) riski ile burr-hole açılması

yoluyla tahliyedir [37]. Link ve ark. ve birçok araştırmacı, endovasküler MMA embolizasyonu yoluyla tekrarlayan kronik subdural hematoma yönetimini uygulamaktadır. MMA, kanayan membranların başlıca arteriyel kaynağıdır; böylece oklüzyonu subdural aralıktaki koleksiyonun emilmesini sağlamaktadır [37, 38]. Bu tedavi sonrası nüks oranı cerrahi tedaviyle benzer olmakla birlikte, daha az invaziv bir prosedür olması nedeniyle tercih edilmektedir [38].

MMA, kanama dışında menenjiom gibi tümörlerin tedavisinde de önem arz etmektedir [39-41]. Meningioma en sık görülen benign intrakraniyal tümörlerdir. MMA, majör dural arter olması nedeniyle, çoğu kraniyal meningioma da vaskularizasyon kaynağıdır. Semptomatik meningioma için cerrahi birinci basamak tedavi olmakla birlikte, rezeksiyon sırasındaki kanamayı sınırlamak için preoperatif MMA embolizasyonu tercih edilebilmektedir [39]. Meningioma yerleşim yerlerine göre ICA dural dalları, ECA dural dalları veya bunların kombinasyonu ile beslenebilmektedir. Anteriör kraniyal fossa meningioma genellikle MMA ve OA'nın anterior falsin arter dalı tarafından beslenirken; orta kraniyal fossa meningioma, MMA ile petröz ve kavernoöz ICA'nın dural dalları tarafından beslenir. Posterior fossa meningioma ise vertebral arterin posterior meningeal arter dalından ve diğeri ECA dallarından beslenmekte olup nadiren MMA tarafından beslenmektedir. Embolizasyon işlemleri esnasında, girişimsel nöroradyologların komplikasyonları önlemek için MMA ve ICA dalları arasındaki olası anastomozlar nedeniyle anatomiye dikkatlice değeriendirmesi gerekmektedir [40, 41].

Girişimsel nöroradyologlar tarafından tedavi edilen başlıca dural patoloji dural AVF'dir. MMA yoluyla transarteriyel embolizasyon, dural AVF tedavisi için başarılı bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Griessenauer ve ark.'a göre, başarılı bir dural AVF embolizasyonu için en önemli kriter kuvvetli bir MMA beslenmesi olarak belirlenmiştir [42]. MMA aracılığıyla gerçekleştirilen transarteriyel embolizasyonu verimli kılan diğeri faktörler ise, sıvı embolizan ajanın penetrasyonunu kolaylaştıran uzun düz seyri, kateterlerin yerleştirilmesine izin veren geniş çap ve geniş dural bölgedir [42].

BT ve MR görüntülerinde MMA dallarının detaylı görülememesi nedeniyle morfometrik çalışmalar bu modaliteler aracılığıyla yetersiz kalmaktadır. MPR ve 3B-RA görüntüleme yöntemlerinin kullanılması, MMA dallanma ve varyasyon

anatomisinin detaylı olarak değerlendirilebilmesine olanak sağlamıştır. Literatürü değerlendirdiğimizde 3B-RA ile MMA değerlendirmesine dair çalışma bulunmamaktadır. Bu amaçla çalışmamızda, 51 olguda, MMA ve dallarının morfometrik değerlendirmeleri yapılarak, sonuçlar yaş ve cinsiyete göre değerlendirildi.

İn vivo 3B-RA görüntüleme yönteminin küçük çaptaki arterleri ve anatomik yapıları gösterebilen hassas bir modalite olmasından dolayı ve literatürde bu konu ile alakalı çalışma olmaması sebebi ile, çalışmamızın meningeal patolojilere müdahalede bulunacak olan girişimsel radyologlara ve cerrahlara katkı sağlayacağı düşünülmüştür. Bu bilgiler kullanılarak, MMA'nın ve ilişkili anatomik yapılarının önceki kadavra çalışmalarının ışığında morfolojik sınıflandırmaları yapılmıştır.

5.1 Karotis Vasküler Yapıların Cinsiyete Göre Çapları

Krejza ve ark., 500 erişkin olguda Karotis USG aracılığıyla CCA ve ICA çaplarını değerlendirmişlerdir. Katılımcıların yaş ortalaması 52 ± 15 yıl olup %61'ini kadın olgular oluşturmuştur. Kadın olgularda ICA ($4,66 \pm 0,78$ mm) ve CCA ($6,10 \pm 0,80$ mm) ortalama çapları, erkek olguların ICA ($5,11 \pm 0,87$) ve CCA ($6,52 \pm 0,98$ mm) ortalama çaplarına kıyasla anlamlı olarak daha küçük bulunmuştur [43].

Baz ve ark. ise, 70 erişkin olguda Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi modalitesi aracılığıyla ICA çaplarını değerlendirmişlerdir. ICA'nın ekstrakraniyal kısmının çapını karotis bulbus, bulbus sonrası genişleme, servikal orta nokta ve karotis foramenin girişinin altı olmak üzere dört yerde ölçmüşlerdir. İntrakranial segment çapını ise yedi ayrı yerde ölçmüşlerdir. Ayrıca ICA'nın servikal ve intrakranial segmentlerinin uzunluğunu da ölçmüşlerdir. Tüm segmentlerde damar çaplarında anlamlı fark mevcut olup kadın olgularda daha ince bulunmuştur. Ayrıca tüm segmentlerde damar uzunluklarında da anlamlı fark mevcut olup kadın olgularda daha kısa bulunmuştur [44].

Çalışmamızda, CCA'nın çapı kadınlarda ortalama $6,53 \pm 0,87$ mm (min-max: 5,00-8,60 mm), erkeklerde ortalama $7,20 \pm 0,99$ mm (min-max: 5,60-8,64 mm), ICA'nın çapı kadınlarda ortalama $5,04 \pm 1,00$ mm (min-max: 3,22-7,60 mm), erkeklerde ortalama $5,56 \pm 0,91$ mm (min-max: 3,80-7,50 mm), ECA'nın çapı

kadınlarda ortalama $3,91 \pm 0,59$ mm (min-max: 2,70-5,20 mm), erkeklerde ortalama $4,62 \pm 0,66$ mm (min-max: 3,40-6,80 mm) olarak bulundu. CCA, ICA ve ECA'nın ölçülen çaplarının kadınlarda, erkeklere kıyasla ince kalibrasyonda olduğu gözlemlendi. Literatürdeki birçok çalışma ile uyumlu olarak kadın ve erkek olgular arasında çap farkının istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı.

5.2 Foramen Spinozum'un Morfolojik Değerlendirilmesi

Yanagi, 111 fetüs kafatası, 25 çocuk kafatası ve 220 yetişkin kafatası inceleyerek foramen spinozum ve foramen ovaleyi değerlendirmiştir. Erişkinlerde foramen spinosum'un ortalama çapını 2.63 mm olarak saptamıştır. Sağ-sol taraf arasında ve cinsiyet açısından karşılaştırıldığında foramen tiplerinde farklılık saptamamıştır [45].

Lang ve ark.nın çalışmasında, yenidoğanlarda foramen spinosum uzunluğu yaklaşık 2,25 mm ve yetişkinlerde yaklaşık 2,56 mm olarak ölçülmüştür. Genişlik ise yetişkinlerde 1,05 mm'den yaklaşık 2,1 mm'ye kadar uzanmaktadır. "Canalis spinosus"un maksimum uzunluğuna bakıldığında yenidoğan döneminde 2,85 mm'e erişkin dönemde ise 7,35 mm'e ulaştığı saptanmıştır [46].

Worku ve ark.nın 64 erişkin kafatası üzerinde yaptıkları çalışmalarında, ortalama uzunluk sağ tarafta $3,72 \pm 1,33$ mm ve sol tarafta $3,37 \pm 1,26$ mm olarak ölçülmüştür. Sağ ve sol taraftaki ortalama foramen spinozum genişliği ise sırasıyla $3,3 \pm 1,19$ mm ve $2,97 \pm 1,15$ mm olarak sunulmuştur [47].

Çalışmamızda foramen spinozum yalnız 2 olguda ve birer tarafta saptanmadı. Ortalama çap değeri $2,22 \pm 0,45$ mm ve uzunluk değeri $6,44 \pm 1,97$ mm olarak ölçüldü. Taraf ve cinsiyet ile karşılaştırmalı değerlendirmede anlamlı farklılık saptanmadı. Foramen spinozum uzunluğu çalışmamızda literatüre kıyasla uzun saptanmış olup var olan ve yukarıda bahsedilen çalışmaların tamamının kadavra çalışması olduğu görülmektedir. 3B-RA ve MPR teknikleri ile yaptığımız değerlendirmede foramen spinozum uzunluğunu tüm aks boyunca göstermiş bulunmamızın teknik açıdan bu farklılığı etkilemiş olabileceğini ve açıklayabileceğini düşünmekteyiz. Ölçülen anatomik uzunlukların popülasyonlar arasında farklılık göstermesinin bir diğer nedeni de etnisite farklılığı olup bunun da çalışmamızdaki sonuçlar üzerinde etkili olabileceğini düşünmekteyiz.

5.3 Kemik Kanalın Morfolojik Değerlendirilmesi

Honnegowda ve ark., 75 erişkin kafatasında kemik kanal ve ilişkili yapıları değerlendirmiştir. Sağ kemik kanalın ortalama uzunluğu 12.8 ± 4.5 mm ve sol kemik kanalın ortalama uzunluğu 13.7 ± 9.3 mm olarak saptanmış olup aralarında anlamlı fark tespit edilmiştir [48].

Fujimoto ve ark. ise, kemik kanalın ortalama uzunluğunu 9,2 mm ölçmüş olup sağ ve sol taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır [9].

Eberlova ve ark.nın çalışmasında, BT taramalarına göre, kemik kanal insidansı %85.44 idi ve kadınlarda erkeklere göre anlamlı derecede daha yüksekti. Kanalların çoğu bilateral olmakla birlikte ortalama kanal uzunluğu 17.67 mm, ortalama çap 1.33 olarak saptanmıştır [8].

Çalışmamızda kemik kanal 47 tarafta (%54) saptanmış olup ortalama çap $1,65 \pm 0,41$ mm, ortalama uzunluk $12,29 \pm 6,54$ mm ölçüldü. Sağ kemik kanalın ortalama uzunluğu $11,00 \pm 6,28$ mm ve sol kemik kanalın ortalama uzunluğu $13,96 \pm 6,70$ mm olarak ölçüldü. Taraflar ile çap ve uzunluk arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (p:0,524 ve 0,288, sırasıyla). Cinsiyet ile karşılaştırmalı değerlendirmede de anlamlı farklılık saptanmadı (p:0,524 ve 0,221, sırasıyla).

5.4 Orta Meningeal Arter Orjini

MMA'nın klasik orjini İMA'dır. Olguların yaklaşık tamamında İMA'nın ilk segmentinden kaynaklanır. Ancak MMA'nın ICA, OA ve vertebrobaziler arter orjinleri de bildirilmiştir.

Dilenge ve Ascherl, yaklaşık 3500 serebral anjiogram içeren geniş bir anjiyografik seriye dayalı olarak OA orjinli MMA varyasyonunun insidansını %0.5 olarak ifade etmişlerdir [24]. Ayrıca literatürde OA'dan kaynaklanan farklı MMA vakaları da olgu sunumu olarak tanımlanmıştır [49].

Çalışmamızda değerlendirilen 87 hemikranyumun 83'inde (%95,4) MMA'nın komplet İMA'dan, 2'sinde (%2,3) komplet OA'dan ve son olarak 2'sinde (%2,3) ise OA ve İMA'dan ortak köken aldığı saptanmış olup literatürle uyumlu bulunmuştur.

5.5 Orta Meningeal Arter Dallanması

MMA'nin dallarını tanımlayan en kesin ve eksiksiz 2 yayın Merland ve Martins tarafından yayınlanmıştır [1, 10]. Bu çalışmalardan Merland ve ark. tarafından yapılan serebral anjiyografilere, Martins ve ark. tarafından yapılan ise kadavra diseksiyonlarına dayanmaktadır [1, 10].

Merland ve ark.nın, MMA'nın intrakraniyal segmentlerini anatomik konumlarına ve kafa tabanından kalvaryuma doğru sentrifugal seyrine bağlı olarak, temporobazal, temporopterional ve koronal segmentlere böldüğü ifade edilmektedir [10, 50].

Martins ve ark., 5 kuru kafatası ve 20 erişkin kadavra kraniumu inceleyerek MMA'nın pterional bölgede ön ve arka divizyonlar olmak üzere 2 bölüme ayrıldığını ifade etmişlerdir. Bifurkasyondan önce ise MMA, temporal fossanın durasını besleyen 2 dal vermekte olup bu dalların birincisi petrozal dal diğeri ise kavernöz daldır [1].

Martins ve ark. tarafından kullanılan terminoloji daha kapsamlı bulunmuştur [11]. MMAin dallanma paterninin değerlendirmesinde çalışmamızda Martins ve ark.'nın sınıflaması referans alındı. Martins ve ark.'nın sınıflaması mikrocerrahi ile yapılan değerlendirme sonucu olup, çalışmamızda ise radyolojik değerlendirme yapılmış ve olgularda dalların görülme sıklığının farklı olduğu saptandı. Bu nedenle Martins ve ark.'nın sınıflaması referans alınarak modifiye bir sınıflama oluşturuldu. Orjin aldığı artere göre komplet İMA kaynaklı dallar tip 1 olarak değerlendirilmiş olup petrozal dal, anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı veya yokluğu üzerinden dallar gruplandırıldı.

Tip 1a olarak değerlendirilen grupta petrozal dal, anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı izlenmekte olup bu grupta 43 (%49,4) hemikranyum bulunmaktadır.

Tip 1b olarak değerlendirilen grupta anterior divizyon, posterior divizyonun varlığı izlenmekte olup petrozal dal izlenmemektedir. Bu grupta 27 ((%31,0) hemikranyum bulunmaktadır.

Tip 1c olarak değerlendirilen grupta anterior divizyon, petrozal dal varlığı izlenmekte olup posterior divizyon izlenmemektedir. Bu grupta 8 (%9,2) hemikranyum bulunmaktadır.

Tip 1d olarak değerlendirilen grupta anterior divizyon varlığı izlenmekte olup posterior divizyon ve petrozal dal izlenmemektedir. Bu grupta 3 (%3,4) hemikranyum bulunmaktadır.

Tip 1e olarak değerlendirilen grupta posterior divizyon, petrozal dal varlığı izlenmekte olup anterior divizyon izlenmemektedir. Bu grupta 2 (%2,3) hemikranyum bulunmaktadır.

MMA'nın orjinin İMA dışında bir vasküler yapı olması durumunda ise tip 2 olarak sınıflandırılmıştır. Bu grupta 4 (%4,6) hemikranyum bulunmaktadır.

Martins ve ark. çalışmalarında 5 kuru kafatası ve 20 erişkin kadavra kranyumu inceleyerek tarif etmiş oldukları dalları 3x-40x magnifikasyona sahip cerrahi mikroskop ile incelemişlerdir. Fakat değerlendirilen popülasyonun dar olması, birçok kadavra çalışmasında olduğu gibi burada da dezavantaj olmaktadır. Martins ve ark.'nın çalışmalarında tarif etmiş oldukları dalların görülme sıklığı ifade edilmemiştir. Bizim çalışmamızda daha geniş bir popülasyon değerlendirilmiş olup dalların görülme sıklığı sunulmuştur. Kavernozal dal yalnız 3 (%3,4) olguda seçilebilmiş olup sınıflama dışında tutulmuştur. Bu submilimetrik dala ait geniş serilere dayalı değerlendirme ihtiyacı vardır.

Varyasyonların farklı popülasyonlarda farklı oranlarda görülmesinin bir diğer nedeni de etnisite farklılığı olup bunun da çalışmamızdaki sonuçlar üzerinde etkili olabileceğini düşünmekteyiz.

MMA dallarının görülme sıklığına dair literatürde kısıtlı çalışma bulunmaktadır. Chandler ve Derezinski çalışmalarında, anterior divizyonun %0,7 oranında görülmediğini bildirmişlerdir [51]. Bizim çalışmamızda ise İMA orjinli MMA'larda anterior divizyon yalnız 2 hemikranyumda görülmemiş olup %2,3 oranındadır.

Bizim çalışmamızda en sık görülen MMA dallanması Tip 1a'dır ve klasik dallanma paterni ile uyumludur. Bununla birlikte en sık görülen ikinci grup %31 oranla görülen tip 1b'dir ve petrozal dal izlenmemektedir. Petrozal dal, büyük petrozal sinir ile fasyal hiatusu geçerek fasyal sinir kanlanmasını sağlamaktadır.

Subtemporal ekstradural cerrahi yaklaşımın uygulandığı trigeminal sinir, kavernöz sinüs veya internal akustik kanal patolojileri bulunan olgularda petrozal dalın varlığının bilinmesi önem kazanmaktadır. Bu cerrahi yaklaşım esnasında petrozal dal yaralanması sonucu fasyal sinir defisitleri görülebilmektedir ve bu nedenle vaküer kanama kontrolüne yaklaşımda koagülasyon dışı yöntemlerle tedavi tercihi öne çıkmaktadır.

Bildiğimiz kadarıyla İngilizce ve Türkçe literatürde MMA'nın anterior divizyon, posterior divizyon ve petrozal dalının görülme sıklıklarının değerlendirildiği başka çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca çalışmamız MMA'nın detaylı anatomisinin 3B-RA'da değerlendirildiği ilk çalışmadır.

5.6 Orta Meningeal Arter Bifurkasyonu ile Pterion İlişkisi

Pterion, nörokraniumun anterolateral tarafındaki suturların bileşkesi konumunda olan sfenoid fontanelin erişkin dönemdeki kalsifikasyonu sonucu oluşur [3]. Pterion, kalvaryumun belirgin ince olduğu kısımlardan biri olup özellikle transsilviyan yaklaşımda cerrahi bir referans olarak da kullanılmaktadır [52]. Öte yandan, moyamoya hastalığı gibi bypass cerrahisi uygulanan hastalarda cerrahi esnasında MMA'nın anterior dalını korumak için pterion referans olarak da değerlendirilmektedir [53].

MMA'nın bifurkasyonunun, Pterional bölgede olduğu bilinmektedir [11]. Pterionun konumu ve morfolojisi farklı çalışmalarda değerlendirilmiş olup frontozigomatik sutur gibi yapılarla ve MMA dallarının ilişkisi belirtilmiştir [54]. Fakat bildiğimiz kadarıyla İngilizce ve Türkçe literatürde pterionun, MMA bifurkasyonu ile ilişkisinin sıklığının değerlendirildiği çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda anterior ve posterior divizyonu bulunan 70 hemikranyumda (%80,5), bifurkasyon noktası ile pterion ilişkisi görsel olarak incelendi. Hemikranyumların 24'inde (%34,3) bifurkasyon noktası pterion inferiorunda, 39'inde (%55,7) pterion düzeyi ve 7'sinde (%10) pterion süperioru olarak izlendi.

5.7 Orta Meningeal Arterin Temporal Fossa Seyri

Salamon ve ark.nın çalışmasında, meningeal arterlerin arteriyografik görüntülemesinde MMA'nın temporal fossa seyri, açılma keskinliğine göre

değerlendirilmiş olup 3 tipe ayrılmıştır [6]. Çalışmamızda MMA kesitsel olarak değerlendirilmiş olup antero-posterior seyir düzeyinin değerlendirilmesi için sfenokuamozal sutur referans alınarak değerlendirildi. İnternal maksiller arterden köken alarak sfenokuamozal sutur komşuluğunda seyir gösteren 81 MMA değerlendirildi. Sfenokuamozal sutur anteriorunda seyreden 4 (%4,9), sfenokuamozal sutur ile süperpoze seyreden 66 (%81,5) ve sfenokuamozal sutur posteriorunda seyreden 11 (%13,6) MMA izlendi. Bildiğimiz kadarıyla İngilizce ve Türkçe literatürde MMA'nın antero-posterior seyir düzeyinin tayini amacıyla sfenokuamozal sutur referans alınarak ilişkisinin ve sıklığının değerlendirildiği çalışma bulunmamaktadır.

5.8 Orta Meningeal Arter Orjinli Oftalmik Arter

MMA'dan kaynaklanan orbital dallarının ilk tanımı, 1872'de Curnow tarafından yayınlandı. Vaka disseksiyonunda, suprakavernöz ICA'dan orjinin alan santral retinal arter dışındaki tüm orbital dalların MMA tarafından beslendiğini belirtmiştir [55].

Çalışma kapsamında değerlendirilen 87 hemikranyumun 1'inde (%1,1) OA komplet olarak MMA'dan orjin almakta idi. 6 olguda (%6,9) ise OA'nın, MMA ve ICA'dan ortak köken aldığı saptandı (Tablo 4.13). Olguların %8'inde MMA ile OA arasında ilişki mevcuttur. Bu nedenle özellikle MMA embolizasyonu gibi girişimsel işlemlerde OA yoluyla retinal embolizasyona bağlı görme kaybı riski konusunda farkındalık olmalı ve olgular pre-embolizasyon MMA-OA ilişkisi açısından dikkatle değerlendirilmelidir.

5.9 Değişkenlerin Cinsiyete Göre Analizi

CCA, ICA ve ECA'nın ölçülen çapları ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptandı (p:0,021, 0,021, <0,001, sırasıyla). CCA, ICA ve ECA'nın ölçülen çaplarının kadınlarda, erkeklere kıyasla ince kalibrasyonda olduğu gözlemlendi. Bu çalışmada değerlendirilen diğer arterlerin çaplarının ve diğer anatomik yapıların cinsiyet ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı (p>0,05).

5.10 Değişkenlerin Yaşa Gore Analizi

Bu çalışmada değerlendirilen arterlerin çaplarının ve diğer anatomik yapıların yaş ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$).



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda CCA enjeksiyonu yoluyla 3B-RA incelemesi yapılarak MMA'nın ve ilişkili anatomik yapılarının morfolojik değerlendirilmesi yapıldı. Çalışmada 19 erkek, 32 kadın olmak üzere toplamda 51 olgu değerlendirildi. 36 olguda bilateral olmak üzere toplamda 87 hemikranyum değerlendirildi. Değerlendirilen parametrelerin yaş, cinsiyet, taraf ve dallanma paterni ile ilişkisi incelendi.

3B-RA görüntüleme, geleneksel anjiyografi ve BT'nin en önemli avantajlarını birleştiren yeni bir görüntüleme yöntemidir. Yüksek rezolüsyona sahip olup ince kesitli görüntülerle submilimetrik distal arterlerin ve bunların komşu kemik ve yumuşak dokularla olan ilişkilerinin değerlendirilmesini sağlar [56]. BT ve MRG gibi diğer radyolojik modaliteler ile karşılaştırıldığında bu kalibrasyondaki damarların ve ilişkili oldukları anatomik yapıların değerlendirilmesinde üstünlük sağlamaktadır. Ayrıca kadavra çalışmalarına göre en önemli avantajlarından biri de in vivo anatomisinin incelenmesidir.

Bu çalışma, MMA ve bununla ilişkili anatomik yapıların çok fazla varyasyona sahip olduğunu göstermektedir. Literatürde MMA ile ilgili çalışmalara bakıldığında, 3B-RA ile yapılan çalışma saptanamamaktadır. Dallanma paterninin literatürde var olan kadavra çalışmaları ile karşılaştırıldığında, 3B-RA ile radyolojik olarak değerlendirilmesi durumunda farklılıklar arz edebileceği gösterilmiştir. Bu amaçla çalışmamızın literatüre katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

Dural vasküler anatomisinin anlaşılması, bu arterin birçok hastalıkta rol oynaması nedeniyle hem girişimsel nöroradyologlar hem de beyin cerrahları için büyük önem taşımaktadır.

Bu patolojilerden kronik subdural hematomlar, geçtiğimiz son 10 yıl boyunca nöroradyologların ve beyin cerrahlarının MMA'ya ilgisini arttırmıştır. Endovasküler

MMA embolizasyonu yoluyla tekrarlayan kronik subdural hematomun tedavisi uygulamaktadır. Bu tedavi cerrahi tedaviye kıyasla minimal invaziv bir prosedür olması nedeniyle tercih edilmektedir [38]. MMA, kanama dışında menenjiom gibi tümörlerin tedavisinde de önem arz etmektedir [39-41]. MMA, majör dural arter olması nedeniyle, çoğu meningiomun da vaskülarizasyon kaynağıdır. Rezeksiyon sırasındaki hemorajiyi sınırlamak için preoperatif MMA embolizasyonu tercih edilebilmektedir [39]. Embolizasyon işlemleri esnasında, girişimsel nöroradyologların komplikasyonları önlemek için MMA ve ICA dalları arasındaki olası anastomozlar nedeniyle anatomiye dikkatlice değerlendirmesi gerekmektedir [40, 41]. Girişimsel nöroradyologlar tarafından tedavi edilen başlıca dural patolojilerden dural AVF'lerde de MMA yoluyla transarteriyel embolizasyon, tedavi için başarılı bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

Bu bilgiler ışığında değerlendirildiğinde girişimsel ve cerrahi işlemler esnasında başarının artması ve komplikasyonların önlenmesinde, MMA'nın anatomisi, varyasyonları ve vasküler anastomozları hakkında iyi bir bilgi sahibi olmak önemli başarı sağlamaktadır.

Çalışmamızda elde olunan verilerin değerlendirilmesi, geliştirilmesi ve MMA ilişkili tedavilerin komplikasyon oranlarını azaltabilecek önemli anatomik radyolojik noktaları detaylıca tanımlamak için gelecekte daha kapsamlı ve geniş çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Martins, C., Yasuda, A., Campero, A., Ulm, A. J., Tanriover, N. ve Rhoton, A., Jr. (2005). Microsurgical anatomy of the dural arteries. *Neurosurgery*, 56(2 Suppl), 211-251; discussion 211-251.
2. van Rooij, W. J., Sprengers, M. E., de Gast, A. N., Peluso, J. P. ve Sluzewski, M. (2008). 3D rotational angiography: the new gold standard in the detection of additional intracranial aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol*, 29(5), 976-979.
3. **Stranding, S.** (2021). *Gray's anatomy e-book: the anatomical basis of clinical practice*. Elsevier Health Sciences.
4. **Sinnatamby, C. S.** (2011). *Last's Anatomy e-Book: Regional and Applied*. Elsevier Health Sciences.
5. **Osborn, A. G.** (1999). *Diagnostic cerebral angiography*. Lippincott Williams & Wilkins.
6. Salamon, G., Grisoli, J., Paillas, J. E., Faure, J. ve Giudicelli, G. (1967). [Arteriographic study of the meningeal arteries. (Role of selective injections, of subtraction and of radio-anatomical correlations)]. *Neurochirurgia (Stuttg)*, 10(1), 1-19.
7. P., T. (1890). Les veines méningées moyennes. *Rev Sci Biol*, 485-499.
8. Eberlova, L., Pisova, S., Papezova, L., Mirka, H., Hosek, P., Steflava, M., ve ark. (2020). Bony canal and grooves of the middle meningeal artery: mythic structures in anatomy and neurosurgery? *Folia Morphol (Warsz)*, 79(3), 450-461.
9. Fujimoto, M., Otsuka, N., Ezure, H., Moriyama, H., Inoue, Y. ve Mori, R. (2017). Intracranial Bony Canal of the Middle Meningeal Artery - Morphological and Histological Analysis. *Okajimas Folia Anat Jpn*, 93(4), 119-125.
10. Merland, J. J., Théron, J., Lasjaunias, P. ve Moret, J. (1977). Meningeal blood supply of the convexity. *J Neuroradiol*, 4(2), 129-174.
11. Bonasia, S., Smajda, S., Ciccio, G. ve Robert, T. (2020). Middle Meningeal Artery: Anatomy and Variations. *AJNR Am J Neuroradiol*, 41(10), 1777-1785.
12. Moret, J., Lasjaunias, P., Théron, J. ve Merland, J. J. (1977). The middle meningeal artery. Its contribution to the vascularisation of the orbit. *J Neuroradiol*, 4(2), 225-248.
13. Moret, J., Lasjaunias, P., Vignaud, J. ve Doyon, D. (1978). [The middle meningeal blood supply to the posterior fossa (author's transl)]. *Neuroradiology*, 16, 306-307.
14. Lasjaunias, P. ve Berenstein, A. 2001. terBrugge K. Surgical Neuroangiography, Part1, Clinical vascular anatomy and variations. Berlin: Springer-Verlag; s.
15. Altmann, F. (1947). Anomalies of the internal carotid artery and its branches; their embryological and comparative anatomical significance; report of a new case of persistent stapedal artery in man. *Laryngoscope*, 57(5), 313-339.
16. Kumar, S. ve Mishra, N. K. (2012). Middle meningeal artery arising from the basilar artery: report of a case and its probable embryological mechanism. *J Neurointerv Surg*, 4(1), 43-44.
17. Kuruvilla, A., Aguwa, A. N., Lee, A. W. ve Xavier, A. R. (2011). Anomalous origin of the middle meningeal artery from the posterior inferior cerebellar artery. *J Neuroimaging*, 21(3), 269-272.
18. Seeger, J. F. ve Hemmer, J. F. (1976). Persistent basilar/middle meningeal artery anastomosis. *Radiology*, 118(2), 367-370.

19. Shah, Q. A. ve Hurst, R. W. (2007). Anomalous origin of the middle meningeal artery from the basilar artery: a case report. *J Neuroimaging*, 17(3), 261-263.
20. Waga, S., Okada, M. ve Yamamoto, Y. (1978). Basilar-middle meningeal arterial anastomosis. Case report. *J Neurosurg*, 49(3), 450-452.
21. Katz, M., Wisoff, H. S. ve Zimmerman, R. D. (1981). Basilar-middle meningeal artery anastomoses associated with a cerebral aneurysm. Case report. *J Neurosurg*, 54(5), 677-680.
22. Salem, M. M., Fusco, M. R., Dolati, P., Reddy, A. S., Gross, B. A., Ogilvy, C. S., ve ark. (2014). Middle meningeal artery arising from the basilar artery. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 16(4), 364-367.
23. Lasjaunias, P., Moret, J., Manelfe, C., Théron, J., Hasso, T. ve Seeger, J. (1977). Arterial anomalies at the base of the skull. *Neuroradiology*, 13(5), 267-272.
24. Dilenge, D. ve Ascherl, G. F., Jr. (1980). Variations of the ophthalmic and middle meningeal arteries: relation to the embryonic stapedia artery. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1(1), 45-54.
25. Lasjaunias, P. ve Moret, J. (1978). Normal and non-pathological variations in the angiographic aspects of the arteries of the middle ear. *Neuroradiology*, 15(4), 213-219.
26. Maiuri, F., Donzelli, R., de Divitiis, O., Fusco, M. ve Briganti, F. (1998). Anomalous meningeal branches of the ophthalmic artery feeding meningiomas of the brain convexity. *Surg Radiol Anat*, 20(4), 279-284.
27. Rodesch, G., Choi, I. S. ve Lasjaunias, P. (1991). Complete persistence of the hyoido-stapedial artery in man. Case report. Intra-petrous origin of the maxillary artery from ICA. *Surg Radiol Anat*, 13(1), 63-65.
28. Steffen, T. N. (1968). Vascular anomalies of the middle ear. *Laryngoscope*, 78(2), 171-197.
29. Guinto, F. C., Jr., Garrabrant, E. C. ve Radcliffe, W. B. (1972). Radiology of the persistent stapedia artery. *Radiology*, 105(2), 365-369.
30. Koenigsberg, R. A., Zito, J. L., Patel, M., Swartz, J. D., Goldofsky, E. ve Zahtz, G. (1995). Fenestration of the internal carotid artery: a rare mass of the hypotympanum associated with persistence of the stapedia artery. *AJNR Am J Neuroradiol*, 16(4 Suppl), 908-910.
31. Silbergleit, R., Quint, D. J., Mehta, B. A., Patel, S. C., Metes, J. J. ve Noujaim, S. E. (2000). The persistent stapedia artery. *AJNR Am J Neuroradiol*, 21(3), 572-577.
32. Diamond, M. K. (1987). Unusual example of a persistent stapedia artery in a human. *Anat Rec*, 218(3), 345-354.
33. Bonasia, S., Smajda, S., Ciccio, G. ve Robert, T. (2020). Stapedia Artery: From Embryology to Different Possible Adult Configurations. *AJNR Am J Neuroradiol*, 41(10), 1768-1776.
34. Padget, D. H. (1948). The development of the cranial arteries in the human embryo. *Contrib Embryol*, 32, 205-261.
35. Lasjaunias, P. ve Santoyo-Vazquez, A. (1984). Segmental agenesis of the internal carotid artery: angiographic aspects with embryological discussion. *Anat Clin*, 6(2), 133-141.
36. Kelemen, G. (1958). Arteria stapedia, in bilateral persistence. *AMA Arch Otolaryngol*, 67(6), 668-677.
37. Link, T. W., Boddu, S., Marcus, J., Rapoport, B. I., Lavi, E. ve Knopman, J. (2018). Middle Meningeal Artery Embolization as Treatment for Chronic Subdural Hematoma: A Case Series. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 14(5), 556-562.
38. Haldrup, M., Ketharanathan, B., Debrabant, B., Schwartz, O. S., Mikkelsen, R., Fugleholm, K., ve ark. (2020). Embolization of the middle meningeal artery in patients with chronic subdural hematoma-a systematic review and meta-analysis. *Acta Neurochir (Wien)*, 162(4), 777-784.
39. Dowd, C. F., Halbach, V. V. ve Higashida, R. T. (2003). Meningiomas: the role of preoperative angiography and embolization. *Neurosurg Focus*, 15(1), E10.

40. James, R. F., Kramer, D. R., Page, P. S., Gaughen, J. R., Jr., Martin, L. B. ve Mack, W. J. (2016). Strategic and Technical Considerations for the Endovascular Embolization of Intracranial Meningiomas. *Neurosurg Clin N Am*, 27(2), 155-166.
41. Yoon, N., Shah, A., Couldwell, W. T., Kalani, M. Y. S. ve Park, M. S. (2018). Preoperative embolization of skull base meningiomas: current indications, techniques, and pearls for complication avoidance. *Neurosurg Focus*, 44(4), E5.
42. Griessenauer, C. J., He, L., Salem, M., Chua, M. H., Ogilvy, C. S. ve Thomas, A. J. (2016). Middle meningeal artery: Gateway for effective transarterial Onyx embolization of dural arteriovenous fistulas. *Clin Anat*, 29(6), 718-728.
43. Krejza, J., Arkuszewski, M., Kasner, S. E., Weigele, J., Ustymowicz, A., Hurst, R. W., ve ark. (2006). Carotid artery diameter in men and women and the relation to body and neck size. *Stroke*, 37(4), 1103-1105.
44. Baz, R. A., Scheau, C., Niscoveanu, C. ve Bordei, P. (2021). Morphometry of the Entire Internal Carotid Artery on CT Angiography. *Medicina (Kaunas)*, 57(8).
45. Yanagi, S. (1987). Developmental studies on the foramen rotundum, foramen ovale and foramen spinosum of the human sphenoid bone. [*Hokkaido Igaku Zasshi*] *The Hokkaido Journal of Medical Science*, 62(3), 485-496.
46. Lang, J., Maier, R. ve Schafhauser, O. (1984). Postnatal enlargement of the foramina rotundum, ovale et spinosum and their topographical changes. *Anatomischer Anzeiger*, 156(5), 351-387.
47. Worku, M. G. ve Clarke, E. (2021). Morphometric analysis of the foramen spinosum and variations of its shape, number, and relation to the spine of the sphenoid bone. *Translational Research in Anatomy*, 24, 100124.
48. Honnegowda, T. M., Dineshan, V. ve Kumar, A. (2019). Morphometry of organization of middle meningeal artery through the analysis of bony canal in human's skull: A clinico-anatomical and embryological insight. *J Craniovertebr Junction Spine*, 10(2), 127-130.
49. Kimball, D., Kimball, H., Tubbs, R. S. ve Loukas, M. (2015). Variant middle meningeal artery origin from the ophthalmic artery: a case report. *Surg Radiol Anat*, 37(1), 105-108.
50. Martínez, J. L., Domingo, R. A., Sattur, M., Porto, G., Rivas, G. A., Al Kasab, S., ve ark. (2022). The Middle Meningeal Artery: Branches, Dangerous Anastomoses, and Implications in Neurosurgery and Neuroendovascular Surgery. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 22(1), 1-13.
51. Chandler, S. B. ve Dereziński, C. F. (1935). The variations of the middle meningeal artery within the middle cranial fossa. *The Anatomical Record*, 62(3), 309-319.
52. Safaee, M. M., Englot, D. J., Han, S. J., Lawton, M. T. ve Berger, M. S. (2016). The transylvian approach for resection of insular gliomas: technical nuances of splitting the Sylvian fissure. *J Neurooncol*, 130(2), 283-287.
53. Hori, S., Kashiwazaki, D., Akioka, N., Hayashi, T., Hori, E., Umemura, K., ve ark. (2015). Surgical anatomy and preservation of the middle meningeal artery during bypass surgery for moyamoya disease. *Acta Neurochir (Wien)*, 157(1), 29-36.
54. Ma, S., Baillie, L. J. ve Stringer, M. D. (2012). Reappraising the surface anatomy of the pterion and its relationship to the middle meningeal artery. *Clin Anat*, 25(3), 330-339.
55. Curnow, J. (1873). Two instances of Irregular Ophthalmic and Middle Meningeal Arteries. *J Anat Physiol*, 8(Pt 1), 155-156.
56. Oz, İl, Aydogdu, A. ve Yilmaz, T. F. (2022). Radiological evaluation of maxillary artery and descending palatine artery in the pterygopalatine fossa by 3D rotational angiography. *Surg Radiol Anat.*, 44, 535-542