



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**



LOBUS INSULARIS ANATOMİSİ VE ARTERİYEL BESLENMESİ

Dr. Ali Can KORKMAZ

**ANATOMİ ANABİLİM DALI ADI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Aysun UZ**

**ANKARA
2021**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

LOBUS INSULARIS ANATOMİSİ VE ARTERİYEL BESLENMESİ

Ali Can KORKMAZ

**ANATOMİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Aysun UZ

ANKARA

2021

Ankara Üniversitesi

Tıp Fakóltesi Dekanlığı'na,

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Lobus Insularis Anatomisi Ve Arteriyel Beslenmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değçerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımca yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından, 29.07.2020 tarihinde, i7-450-20 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Ali Can Korkmaz

Tarih:

İmza:

ÖZGÜNLÜK RAPORU

Gönderim Tarihi: 17-May-2021 12:07PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1587819294

Dosya adı: Ali_Can_Korkmaz_-_turnitin.docx (8.11M)

Kelime sayısı: 13989

Karakter sayısı: 93810

Lobus Insularis Anatomisi ve Arteriyel Beslenmesi

ORJİNALLİK RAPORU

%**3**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**2**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**3**

YAYINLAR

%**0**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

KABUL ONAY SAYFASI

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı: Ali Can Korkmaz	Sınav tarihi: 25/05/2021
Anabilim/Bilim Dalı: Anatomi	
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aysun Uz	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: LOBUS INSULARIS ANATOMİSİ VE ARTERİYEL BESLENMESİ	
Tezin Niteliği:	☒ Ana Dal Uzmanlık Tezi ☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak ☐ Kabulüne ☐ Reddine ☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine ☐ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR	
Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız.	

Jüri Başkanı
Prof. Dr. Aysun UZ
Anatomi Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Ayhan CÖMERT
Anatomi Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Mine ERGUN
Anatomi Anabilim Dalı

ÖNSÖZ

Nöroanatomi hem yapısal hem işlevsel olarak değerlendirilen, farklı disiplinlerin inceleme alanıdır. Lobus insularis (insula) işlevi, komşulukları, beslenmesi ve patolojisi ile nöroanatominin önemli yapılarından biridir. Mikroskopla yapılan diseksiyonlar ve görüntüleme yöntemlerindeki ilerleme sayesinde nöroanatominin karanlık alanları giderek azalmaktadır. Bununla birlikte aydınlanan her alan yeni bir bilinmezi beraberinde getirmektedir. Ben de tez sürecimi insula üzerine yeni sorularla tamamlıyorum.

Bu çalışmanın başından sonuna kadar bana yol gösteren danışmanım Sayın Prof. Dr. Aysun Uz'dan anatomik çalışma prensiplerini, kişisel akademik arşivin önemini ve çalışmanın peşini bırakmamayı öğrendim. Tez süreci boyunca eksiklerimi tamamladığı ve bana yol gösterdiği için kendisine teşekkür ederim.

Her sabah biz asistanların eğitimi için bölüme erkenden gelip bize örnek olan Sayın Prof. Dr. S. Tuna Karahan'ın üzerimde çok emeği vardır. Kendisine saygılarımı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezimin materyallerini geliştirmemde, konusunu ve kapsamını belirlememde katkı sunan Sayın Prof. Dr. Ayhan Cömert'e ve cerrahi bakış açısını ortaya koymamda yardım eden, mikroskopla diseksiyon yapmamı geliştiren, hem yol gösteren hem de yolumuzu aydınlatan Sayın Doç. Dr. Gökmen Kahiloğulları'na katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Anatomi Anabilim Dalında gerçekleşen kursların kadavra hazırlıklarında, İstanbul Adli Tıp Kurumu'nda ve pek çok çalışmada bana diseksiyon tekniklerini öğreten, hatalarımı sabırla kapatan ve akademik ilerlememe katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Halil İbrahim Açar'a teşekkürlerimi sunarım.

Anatomi Anabilim Dalı'na geldiğim ilk günden bugüne dek hem akademik hayatıma hem de karanlık günlerime ışık tutan, yol gösteren Sayın Prof. Dr. İbrahim Tekdemir'e emekleri için teşekkür ederim.

Etkin ders anlatımında örnek aldığım, doğru soruları sormamı sağlayan Sayın Prof. Dr. Eray Tüccar'a her zaman cömertçe sunduğu destekler için teşekkür ederim.

Uluslararası kurslarda anatomi kadavra eğitimi vermemizi sağlayan Sayın Prof. Dr. Tülin Şen Esmer ve Sayın Prof. Dr. Ali Fırat Esmer'e ayrı ayrı teşekkür ederim.

Farklı disiplinlerden öğretim üyelerini tanıma fırsatı veren, ayrıca nöroanatomi ve sinir bilim alanlarında yayınlarını okumaktan hayli keyif aldığım Sayın Prof. Dr. Nihal Apaydın'a teşekkürlerimi sunarım.

Yeni çalışma alanları sunarak akademik hayatıma katkıda bulunan, duru ve akıcı anlatımıyla bilgilendiren ve sorunlarıma her zaman içten ve samimi yaklaşımıyla hem hocalık hem ablalık yapan Sayın Doç. Dr. Simel Kendir'e özel teşekkürlerimi sunarım.

Anatomi ailesinin birer üyesi olan Uzm. Dr. Yahya Efe Güner ve Uzm. Dr. Tuğba Moralı Güler'e diseksiyonlarımda bana yol gösterdikleri için özel teşekkürlerimi sunarım.

Anatomi Anabilim Dalı'na attığım ilk adımdan itibaren desteklerini esirgemeyen değerli kıdemlilerim Uzm. Dr. Mustafa Cenk Yılmaz ve Uzm. Dr. Mehmet Ali Güner'e, ayrıca değerli asistan arkadaşlarım Dr. Mehmet Yılmaz, Dr. Aybegüm Akın Balcı, Dr. Necati Salman, Dr. Yiğit Güngör, Dr. Melek Altaş ve Dr. Fati Gözde Şebnem Tokmak'la birlikte keyifli bir çalışma ortamı buldum. Uzmanlık eğitimimi bu güzel ortamda tamamlamaktan dolayı mutluyum.

Son olarak eşim Hazal Artuvan Korkmaz'a, aileme ve hayatıma yeni bir anlam kazandıran kızım Mavi Korkmaz'a sevgilerimi ve desteklerinden ötürü sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Ali Can KORKMAZ

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Özgünlük Raporu	iii
Kabul Onay Sayfası	iv
Önsöz	v
İçindekiler	vii
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
Şekiller Dizini	ix
Tablolar Dizini	x
1. TÜRKÇE ÖZET	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ VE AMAÇ	5
3.1. Merkezi Sinir Sistemi	5
3.2. Lobus Insularis'in Tarihi	5
3.3. Merkezi Sinir Sisteminin Beslenmesi	7
4. GENEL BİLGİLER	9
4.1. Merkezi Sinir Sisteminin Embriyolojisi	9
4.1.1. Beynin Gelişimi	10
4.1.2. Neuromerus (Neuromere [Nöromer])	10
4.1.3. Cortex cerebri	12
4.1.4. Insula'nın Farklılaşması	13
4.1.5. Beynin Kan Dolaşımının Gelişimi	14
4.2. Lobus Insularis Anatomisi	17
4.2.1. Sulcus lateralis (Sylvius Oluğu)	17
4.2.2. Lobus insularis (Insula) Anatomisi	19
4.2.3. Lobus insularis'in Beslenmesi ve Arteria Cerebri Media	21
4.3. Lobus Insularis'in İşlevleri	23
5. GEREÇ VE YÖNTEM	25
6. BULGULAR	34
7. TARTIŞMA	50
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
9. KAYNAKLAR	60
10. EKLER	66

SİMGELER VE KISALTMALAR

mm : Milimetre



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Lobus Insularis'in İlk Grafik Betimlemesi.....	6
Şekil 3.2 Lobus Insularis'in Anatomik Olarak Tanımlanmasına Katkıda Bulunan Bilim İnsanları.	7
Şekil 4.1 Sırasıyla 10-13, 15, 17 Carnegie Evrelerinde Beynin Gelişimi.	11
Şekil 4.2 Sırasıyla 13-14 ve 13,-17 Carnegie Evrelerinde Ön Dolaşım (a, b ve c) ve Arka Dolaşım (d) ilişkisi.	15
Şekil 4.3 Lobus Insularis ve Sulcus Lateralis.....	18
Şekil 5.1 Sulcus Lateralis ve Tabanında Görülen Insula (Sol).	25
Şekil 5.2 Sulcus Circularis Insulae ve Limen Insulae (Sol).	26
Şekil 5.3 Gyrus Supramarginalis ve Operculum Frontale'nin Sulcus Circularis Insulae'ye Uzaklıkları (Sağ).	27
Şekil 5.4 Limen Insulae, Limen Reses ve İnsular Pol Genişlikleri (Sağ).	28
Şekil 5.5 İnsular Apeksine Göre Aksesuar İnsular Girus ve Transvers İnsular Girusun Saat Kadranı Yerleşimi (Sağ).	29
Şekil 5.6 İnsular Apeksine Göre Arteria Cerebri Media Bifurkasyonunun Saat Kadranı Yerleşimi (Sağ).	30
Şekil 5.7 Arteria Cerebri Media'nın Kortikal Arterlerinin Beynin Lateral Yüzünde Dağılımı (Sol).	31
Şekil 5.8 Kortikal Arterlerin M ₂ Segmentleri (Sol).	32
Şekil 5.9 Erken Dalların Ölçümleri (Sağ).	33
Şekil 6.1 Anterior İnsulanın Beslenmesi.	39
Şekil 6.2 Posterior İnsula, İnsular Apeks ve Limen Insulae'nin Beslenmesi.....	40
Şekil 6.3 Arteria Cerebri Media Bifurkasyonu ve Erken Dallanma (Sağ).	42
Şekil 6.4 Arteria Cerebri Media Fenestrasyonu ve Buradan Çıkan Kortikal Arterler.....	49

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 6.1	Lobus Insularis Topografik Ölçümlerinin Bulguları.	35
Tablo 6.2	İnsular Apeksine Göre Transvers ve Aksesuar İnsular Girus ile Arteria Cerebri Media Bifurkasyonun Saat Kadranı Yerleşimleri ve Uzaklıkları.	36
Tablo 6.3	Arteria Cerebri Media ve Trunklarının Ölçümleri.	41
Tablo 6.4	Kortikal Arterlerin Çapları ve Arteria Cerebri Media'dan Ayrıldığı Bölümler.	44
Tablo 6.5	Arteria Cerebri Media Bifurkasyon Sonrası Kortikal Arterlerin Dallanma Paterni.	45
Tablo 6.5	Arteria Cerebri Media Bifurkasyon Sonrası Kortikal Arterlerin Dallanma Paterni (devamı).....	46
Tablo 6.6	Erken Dal Olarak Ayrılan Kortikal Arterlerin Dallanma Paterni.	47
Tablo 6.7	Kortikal arterlerin dallanma paterni	48
Tablo 7.1	Operculum'ların ve Gyrus Supramarginalis'in Tepe Noktaları ile Sulcus Circularis Insulae Uzaklıklarının Karşılaştırması.	50
Tablo 7.2	Insula'nın Kenarlarındaki Anatomik Yapıların Karşılaştırması.	52
Tablo 7.3	Insula'daki Sulkus Yapılarının Uzunluklarının Karşılaştırması.	53
Tablo 7.4	Arteria Cerebri Media'nın M ₁ segmeti ve trunkların karşılaştırması.	56

1. TÜRKÇE ÖZET

Amaç

Lobus insularis'in topografik ve nörovasküler ilişkilerini ortaya koyarak buraya yapılan cerrahi girişimlerin daha güvenli olmasını sağlamayı amaçlamaktayız.

Gereç ve Yöntem

Formaldehitte fikse edilmiş kırk adet hemispherium cerebri üzerinde sulcus lateralis diseksiyonu yapılarak lobus insularis'e ulaşıldı. Ardından diseksiyon substantia perforata anterior'a kadar ilerletildi. Diseksiyon sırasında arterler korundu. Lobus insularis'in beynin lateral yüzüne göre derinliği, lobus insularis'in gyri ve sulci yapıları ve bunların hangi arterler tarafından beslendiği, aksesuar ve transvers insular giruslar ile arteria cerebri media bifurkasyonunun insular apekse göre yerleşimi ve arteria cerebri media'nın dallanma paterni incelendi.

Bulgular

Lobus insularis'in en uzun sınırı superior periinsular sulkus ($59,58 \pm 6,48$ mm), en kısa sınırı ise anterior periinsular sulkustur ($23,38 \pm 4,61$ mm). Lobus insularis'e beynin lateral yüzeyindeki en yakın bölge operculum frontale'nin pars opercularis'idir ($21,58 \pm 3,60$ mm). Lobus insularis'in en kısa girusu orta kısa insular girus ($17,01 \pm 3,89$ mm), en uzun girusu ise arka uzun insular girustur ($27,72 \pm 5,69$ mm). İnsular apekse göre aksesuar insular girus en sık saat 9 (sol) ve 3 (sağ) yönündeyken transvers insular girus ve arteria cerebri media bifurkasyonu en sık saat 6 yönünde yer almaktadır. Superior trunk çapı $2,03 \pm 0,41$ mm, inferior trunk çapı $2,34 \pm 0,46$ mm, orta trunk çapı $1,94 \pm 0,36$ mm'dir. Orta trunk 15 hemispherium cerebri'de görülmektedir (11 hemispherium cerebri'de inferior trunk, 4 hemispherium cerebri'de superior trunktan köken alır). Arteria polaris temporalis, arteria cerebri media'dan 32 hemispherium cerebri'de erken dal olarak ayrıldı. Arteria cerebri media bifurkasyonundan sonra çıkan arterler arasında en çok dallananlar arteria sulci precentralis, arteria sulci centralis, arteria parietalis anterior, arteria parietalis posterior ve ramus gyri angularis'tir. Erken dallar

arasında en çok dallananlar ise ramus temporalis anterior ve ramus temporalis medius'tur. M₂ segmentlerine göre lobus insularis'in beslenmesine en az katkıda bulunları arteria polaris temporalis, ramus temporalis anterior, ramus temporalis medius ve ramus temporalis posterior'dur. Arteria cerebri media proksimal segment anomalilerinden fenestrasyon 1 hemispherium cerebri'de, aksesuar arteria cerebri media 2 hemispherium cerebri'de (bilateral) gözlenmiştir.

Sonuç

Lobus insularis'in anteroinferiorunda yer alan aksesuar ve transvers insular giruslar diğer girus yapılarına göre daha az belirgindir. Bu nedenle hem cerrahi girişimlerde hem de radyolojik çalışmalarda gözden kaçmaktadır. Çalışmamız bu iki anatomik yapının konumunu insular apekse göre belirleyerek klinik yaklaşımlara kolaylık sağlamaktadır. Çalışmamız arteria cerebri media'nın kortikal arterlerinin insula'nın beslenmesinde baskın olduğunu göstermiştir. Ancak çalışmamızda arteria cerebri media'nın lobus temporalis'i besleyen dalları (kortikal arterler) bifurkasyondan önce ayrıldığı için lobus insularis'e ulaşmadığı görülmüştür. Bu nedenle bifurkasyonda görülen anevrizmalarda lobus temporalis beslenmesinin etkilenmediği unutulmamalıdır. Ayrıca arteria cerebri media anevrizmalarından en çok etkilenen alan olan santral lobu besleyen kortikal arterlerin diğerlerine göre daha çok dallanma gösterdiği görülmüştür. Bizim çalışmamızda elde edilen bulgular kullanılarak lobus insularis'e yapılacak girişimlerin daha güvenli yapılması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Lobus insularis, Sulcus lateralis, Arteria cerebri media, Arteriyel beslenme, Mikrocerrahi anatomi.

2. ABSTRACT

Aim

The aim was to make the surgical procedures in the insular lobe safer by elaborating on the topography and neurovascular relationships of the insular lobe.

Materials and methods

The insular lobe was reached by dissecting the lateral sulcus on forty formalin-fixed cerebral hemispheres. Then the dissection was extended over the anterior perforated substance. All arteries were protected during the dissection. The depth of the insular lobe to the lateral surface of the brain, the gyri and sulci structures of the insular lobe and their arterial supply, the location of the accessory insular gyrus, transverse insular gyrus, and the bifurcation of the middle cerebral artery concerning the insular apex and the branching pattern of the middle cerebral artery were examined.

Results

The longest border of the insular lobe was the superior periinsular sulcus (59.58 ± 6.48 mm) and the shortest border was the anterior periinsular sulcus (23.38 ± 4.61 mm). The closest distance from the insular lobe to the lateral surface of the brain was the opercular part of the inferior frontal gyrus (21.58 ± 3.60 mm). The shortest gyrus of the insular lobe was the middle short insular gyrus (17.01 ± 3.89 mm) and the longest gyrus was the posterior long insular gyrus (27.72 ± 5.69 mm). According to the insular apex, the accessory insular gyrus was most frequently at 9 o'clock (left) and 3 o'clock (right), while the transverse insular gyrus and the bifurcation of the middle cerebral artery were most frequently located at 6 o'clock. The average diameter of the superior trunk was 2.03 ± 0.41 mm, the average diameter of the inferior trunk was 2.34 ± 0.46 mm, the average diameter of the middle trunk was 1.94 ± 0.36 mm. The middle trunk was observed in 15 cerebral hemispheres (they originated from the inferior trunk in 11 cerebral hemispheres and the superior trunk in 4 cerebral hemispheres). The polar temporal artery fanned out as the early branch in 32 cerebral hemispheres. The artery of precentral sulcus, the artery of central sulcus, the anterior parietal artery, the

posterior parietal artery, and the branch to angular gyrus were the most branching arteries among the arteries that arose after the bifurcation of the middle cerebral artery. The most branching arteries among the early branches were the anterior temporal and middle temporal arteries. The minor contributors to the arterial supply of the insular lobe according to the M₂ segments were the polar temporal, anterior temporal, middle temporal, and posterior temporal arteries. We observed the fenestration of the middle cerebral artery in one cerebral hemisphere and the accessory middle cerebral artery in 2 cerebral hemispheres (bilateral).

Conclusions

Accessory and transverse insular gyri located anteroinferior on the insular lobe were less prominent than other gyri structures. For this reason, they were overlooked in both surgical approaches and radiological studies. This study provided convenience to clinical approaches by determining the location of these two anatomical structures according to the insular apex. This study has shown that the cortical arteries of the middle cerebral artery are dominant in supplying the insula. However, in our study, it was observed that the branches of the middle cerebral artery (cortical arteries) that feed the temporal lobe did not reach the insular lobe, as they were branched before the bifurcation. Therefore, it should be kept in mind that the feeding of the temporal lobe is not affected by aneurysms in the bifurcation. In addition, the central lobe was the area most affected by middle cerebral artery aneurysms. It was observed that the cortical arteries feeding this lobe were branched more than the others. It can be ensured that interventions on the insular lobe are made safer using the findings of our study.

Key Words: Insular lobe, Lateral sulcus, Middle cerebral artery, Arterial supply, Microsurgical anatomy.

3. GİRİŞ VE AMAÇ

3.1. Merkezi Sinir Sistemi

Dünyaya çıplak halde gelen insanoğlu sinir sistemi ile donatılmıştır. Tecrübeyle hemen her ortamda yaşamaya hazırdır. Sinir sisteminin işlevini tek kelime özetleyebilir: “tepki”. Merkezi sinir sistemi tüm vücudu izler; kaslara, organlara ve dokulara dağılan periferik sinirler ile kontrol eder (1).

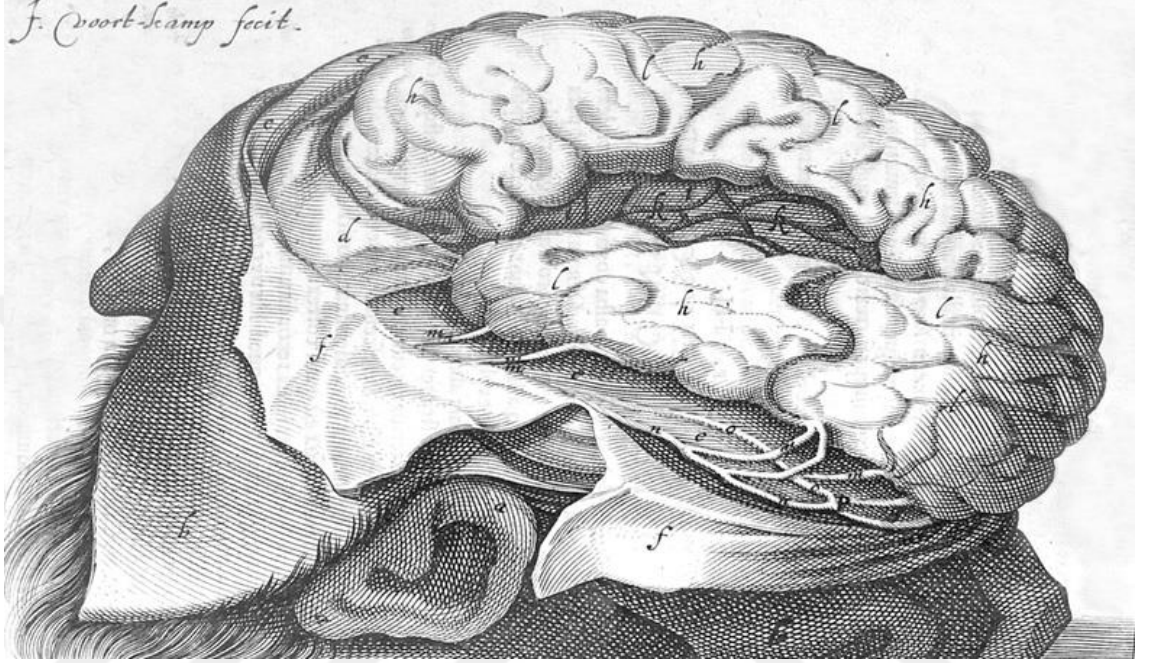
Sinir sistemi merkezi ve periferik olmak üzere ikiye ayrılır. Merkezi sinir sistemi; encephalon, medulla spinalis, nervus opticus ve retina’dan oluşur. Nöron hücre gövdelerinin çoğu burada bulunur. Encephalon; medulla spinalis aracılığıyla gövdeden ve ekstremitelerden bilgi alır ve hareketleri kontrol eder. Encephalon aşağıdan yukarı doğru sırasıyla rhombencephalon, mesencephalon ve prosencephalon olmak üzere üç bölümden oluşur. Prosencephalon; diencephalon ve telencephalon olmak üzere iki alt bölüme ayrılır. Telencephalon temel olarak iki hemispherium cerebri (cerebrum)’den oluşur. Hemispherium cerebri’de yükseltiler (gyri) ve oluklar (sulci) bulunur. Her hemispherium cerebri’nin dış kısmında substantia grisea, iç kısmında ise kalın bir substantia alba yer alır (2).

Hemispherium cerebri’nin dış yüzü sulcus centralis (Rolando oluğu), sulcus lateralis (Sylvius oluğu) ve sulcus parietooccipitalis (3) olmak üzere üç ana oluk ile ayrılır. Bu anatomik oluklar kullanılarak hemispherium cerebri’nin dış yüzünü dört loba ayırabiliriz: lobus frontalis, lobus parietalis, lobus occipitalis ve lobus temporalis (3,4). Bununla birlikte Yaşargil hemispherium cerebri’yi lobus frontalis, santral lob (gyrus precentralis, gyrus postcentralis ve lobulus paracentralis), lobus parietalis, lobus occipitalis, lobus temporalis, lobus insularis ve lobus limbicus olmak üzere yedi loba ayırmıştır (5–7).

3.2. Lobus Insularis’in Tarihi

Insula ve sulcus lateralis ilk defa Caspar Bartholin (1585-1629) öldükten sonra oğlu Thomas tarafından 1641’de yazılan *Casp. Bartolini Institutiones Anatomicae* (8) adlı eserde resmedilmiştir. Ayrıca bu eserde sulcus lateralis’in J. Voort Kamp tarafından çizilen ilk grafik betimlemesi (Şekil 3.1) de mevcuttur (9). Bartholin, sulcus lateralis’i ilk tanımlayan kişi olarak bu eserde Franciscus Sylvius (1614-1672)’u göstermektedir. Fakat Franciscus Sylvius tıp

fakültesinden 1637’de mezun olmuştur. Caspar Bartholin’in oğlu Thomas ise 1638’de Franciscus Sylvius’un öğrencisi olmuştur. Casp. Bartolini Institutiones Anatomicae adlı eser Caspar Bartholin öldükten sonra oğlu Thomas tarafından yazılmıştır. Bu nedenle bu atfın sonradan Franciscus Sylvius tarafından konulduğu düşünülmektedir (9). Bu nedenle biz çalışmamızda sulcus lateralis terimini kullanacağız.



Şekil 3.1 Lobus Insularis’in İlk Grafik Betimlemesi.

Thomas Bartholin tarafından 1641’de yazılan Casp. Bartolini Institutiones Anatomicae adlı eserde J. Voort Kamp tarafından çizilen lobus insularis’in ilk grafik betimlemesi.

Franciscus Sylvius 1663’te *Disputationem Medicarum* adlı eserinde sulcus lateralis’i şu şekilde tanımlar: Cerebrum’un bütün dış yüzeyi ince bağırsağın kıvrımlarına benzer giruslarla örtülüdür. Özellikle orbita yakınında başlayan ayrı bir yarık veya oluk vardır. Bu oluk şakakların üzerinden beyin sapı ile aynı seviyeden başlar ve arkaya doğru ilerler. Cerebrum’u büyük bir üst, küçük bir alt kısma ayırır. Giruslar, bu oluğun uzunluğu ve derinliği boyunca devam eder (10).

Bu iki bilim insanından sonra Vicq d’Azyr; insula’yı corpus striatum ile sulcus lateralis arasındaki kıvrımlı yer olarak tanımlar (11). Monro, cerebrum’un ön kısmının kesik olduğu bir görselde üç adet girus olarak aslında insula gösterilmiştir (12). Johann Christian Reil (Ioannis Christiani Reil, 1759-1813) 1809’da lobus insularis (Reil adası veya insula [die Insel])’i detaylı olarak tanımlamıştır (Şekil 3.2). Lobus insularis, sulcus lateralis’in tabanında, lobus frontalis,

lobus parietalis ve lobus temporalis ile örtülüdür. Fakat Reil'in bu yayınında lobus insularis'in çizimi yoktur (5,13).



**Caspar
Bartholin
(1585-1629)**



**Thomas
Bartholin
(1616-1680)**



**Franciscus
Sylvius
(1614-1672)**



**Johann Christian
Reil
(1759-1813)**

Şekil 3.2 Lobus Insularis'in Anatomik Olarak Tanımlanmasına Katkıda Bulunan Bilim İnsanları.

Lobus insularis'in anatomisinden sonra işlevi, cerrahi önemi ve beslenmesi üzerine çalışmalar başlamıştır. Bu çalışmalar arasında önemli olanlardan biri Broca'ya aittir. Kendi adıyla anılan (Broca alanı) cortex cerebri bölgesi sağlamken motor konuşma bozukluğu görülen hastayı daha sonra kadavra olarak incelediğinde lobus insularis'inde patoloji tespit etmiştir. Böylece lobus insularis'in dil işlevini ortaya koymuştur (14).

3.3. Merkezi Sinir Sisteminin Beslenmesi

Cerebrum yoğun arter dallanmalarına sahip bir organdır. Temel olarak iki arterin dallarından beslenir: arteria carotis interna (anterior sirkülasyon, ön dolaşım) ve arteria vertebralis (posterior sirkülasyon, arka dolaşım) (15). Arteria carotis interna'nın terminal dalları olan arteria cerebri anterior ve arteria cerebri media cerebrum'un büyük kısmını besleyen iki önemli arterdir. Arteria vertebralis'lerin birleşmesi ile oluşan arteria basilaris, sulcus bulbopontinus seviyesinden başlar ve mesencephalon seviyesinde bifurkasyon yaparak arteria cerebri posterior'ları oluşturur. Arteria cerebri posterior; arteria communicans posterior aracılığıyla ön dolaşımla bilateral anastomoz yapar. Ön ve arka dolaşımların cerebrum'un tabanında oluşturduğu bu anastomoza circulus arteriosus cerebri (Willis poligonu) denir (2). Bu anastomozda iki önemli arter vardır. Bunlardan biri her iki arteria

cerebri anterior'u birleştiren arteria communicans anterior'dur. Diğeri ise arter carotis interna ile arteria cerebri posterior arasında yer alan arteria communicans posterior'dur.

Lobus insularis'in tanımlanması üzerinden 212 yıl, cerebrum'un beslenmesinin tarif edilmesi üzerinden ise 357 yıl geçmiştir. Bu uzun süreye rağmen günümüzde bu iki konu üzerine anatomi kadavra çalışmaları hala devam etmektedir. Beyinde bir bölgenin arteriyel beslenmesini ortaya koymak bu bölge üzerinde müdahalede bulunan cerrahlar için çok önemlidir. Çalışmamızın konusu olan lobus insularis üzerine günümüzde gliom, kavernom ve epilepsi nedeniyle cerrahi girişimler yapılmaktadır (16–18). Bu nedenle sulcus lateralis diseksiyonu ile lobus insularis'in girus ve sulkus yapılarını ortaya koyarak arteria cerebri media'nın hangi bölümleri tarafından beslendiğini inceledik. Beyni besleyen arterler arasında anevrizma en sık arteria communicans anterior, arteria communicans posterior ve arteria cerebri media'da görülür (19). Arteria cerebri media anevrizmaları ise en sık bifurkasyon seviyesinde olduğu için (20–22) bu arterin dallanma paternini bifurkasyon öncesi ve sonrası olarak ayrı ayrı değerlendirdik. Böylece hem lobus insularis'in hem de arteria cerebri media'nın detaylı cerrahi anatomisine katkıda bulunmayı hedefledik.

Tezimizde kullandığımız terimler Terminologia Anatomica, Terminologia Embryologica ve Terminologia Histologica dikkate alınarak yazılmıştır. Bu üç terminolojide yer almayan ancak İngilizce kitaplarda ve yayınlarda kullanılan terimler ise Türkçe okunuşlarına göre yazılmıştır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Merkezi Sinir Sisteminin Embriyolojisi

Gelişimin 23. gününde insan embriyosunda lamina neuralis (neural plate)'in ilk işareti median hatta bulunan bir oluktur. Sulco neurale (neural groove) adlı bu oluk 25. günde daha derinleşir ve uzar. Bu oluğun ön yarısı prosencephalon'u, arka yarısı ise rhombencephalon'u oluşturur. Sulco neurale; ileride encephalon ve medulla spinalis olacak yapıların kesiştiği yerden kapanmaya başlar. Ardından plica neuralis (neural fold) gelişir ve kıvrılmaya başlar. Bu kıvrımlar merkezi sinir sisteminin farklı bölümlerinin sınırlarını oluşturur. Flexura mesencephalica, flexura pontina ve flexura cervicalis olmak üzere üç adet kıvrım bulunur. Bu kıvrımların oluşmaya başladığı dönemde plica neuralis henüz tamamen kapanmamıştır. Flexura mesencephalica; prosencephalon ile mesencephalon'u ayırır. Flexura pontina; rhombencephalon'u kaudal (myelencephalon) ve rostral (metencephalon) kısımlara ayırır. Myelencephalon'dan medulla oblongata; metencephalon'dan ise pons ve cerebellum gelişir. Rhombencephalon ile mesencephalon'un birleşme noktasında isthmus rhombencephali olarak bilinen bir darlık vardır. Flexura cervicalis; medulla spinalis'i rhombencephalon'dan ayırır. Bu dönemde prosencephalon'un iki alt bölümü telencephalon ve diencephalon da belirginleşir. Ayrıca iç kulağın ilk belirtisi placoda otica (otic disc) ve gözün ilk belirtisi sulcus opticus (optic groove) yine bu dönemde fark edilebilir (2,15).

Plica neuralis kapanmaya başladıktan sonra bir tüp halini alır. Tubus neuralis (neural tube) adlı bu yapı rostralde (neuroporus rostralis) ve kaudalde (neuroporus caudalis) cavitas amniotica (amniotic cavity) ile bağlantılıdır. Bu bağlantı neuroporus rostralis'te 30. günde ve neuroporus caudalis'te 31. günde kapanır (15). Neuroporus rostralis'in kapanmasıyla oluşan yapıya lamina terminalis embryonalis (lamina reuniens) denir.

Tubus neuralis'in duvarı başlangıçta cellula neuroepithelialis'in tek tabakasından oluşur. Bu tabakaya germinal nöroepitelyum (germinal neuroepithelium, matrix layer) denir. Daha sonra bu tabaka kalınlaşır ve yalancı çok katlı epitel halini alır. Bu tabaka hem iç hem de dış yüz ile temas halindedir. Germinal nöroepitelyum gelişimin ileri dönemlerinde zona ventricularis ismini alır. İç yüzdeki (ventriküler yüz) hücreler mitoz geçirir ve göç eder. Göç eden hücreler tubus neuralis etrafında ikinci katmanı oluşturur. Bu ikinci katman, daha fazla hücrenin eklenmesiyle giderek kalınlaşır. Böylece *zona intermedia* (*zona pallialis*, *mantle layer*, *mantle zone*, *intermediate zone*) oluşur. Zona intermedia hücreleri nöron ve glia hücrelerine

farklılaşır. Glioblastus radialis hücreleri (radial glia cell) ise nörogenezin erken safhasında oluşur ve astrositlere farklılaşır. Nöronlar aksonlarını dış tabakaya gönderir. Bu dış tabakaya zona marginalis denir. Zona marginalis gelişerek substantia alba'yı oluşturur. Hücre gövdelerini içeren zona intermedia ise, substantia grisea'yı oluşturur (15,23).

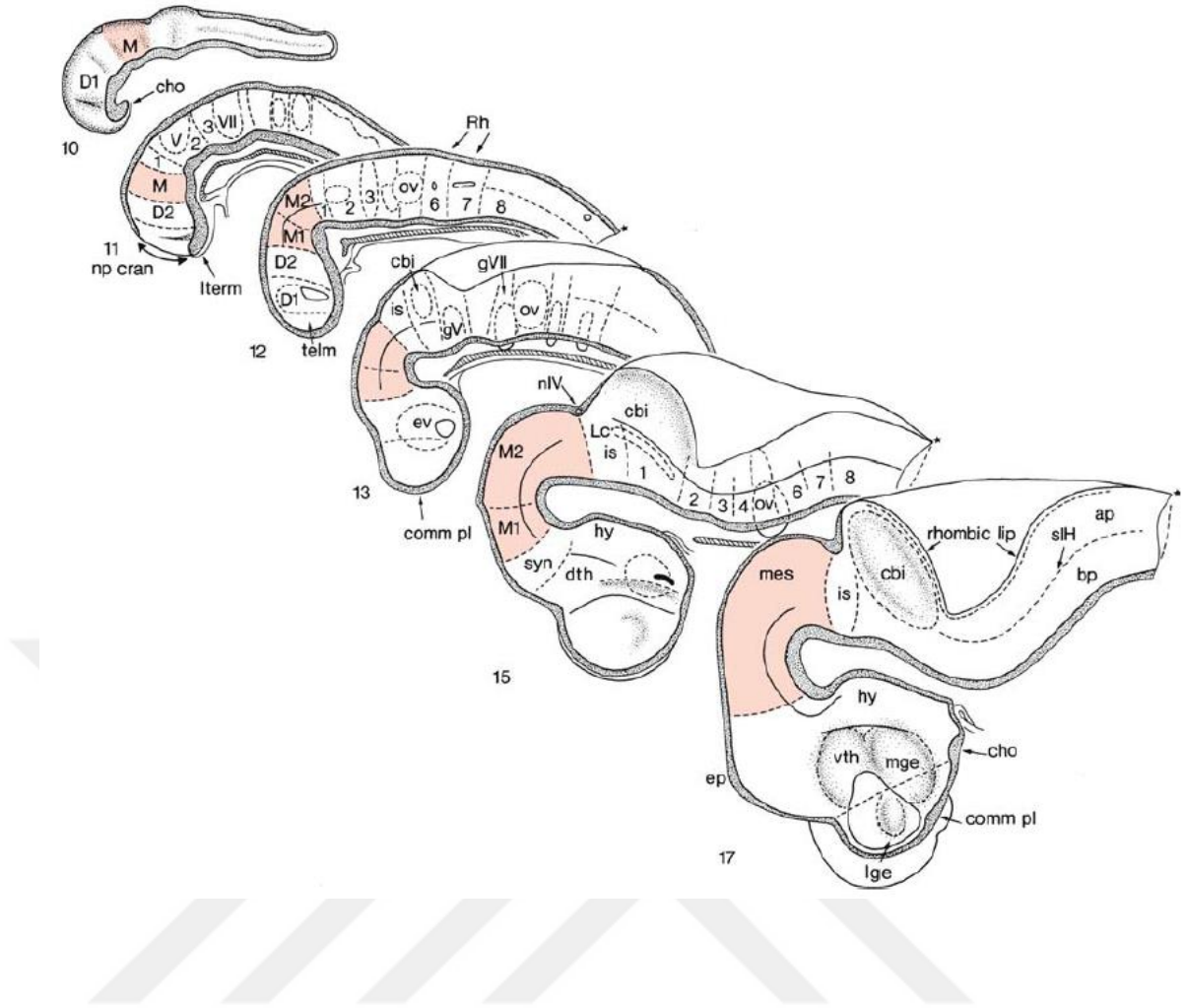
4.1.1. Beynin Gelişimi

Prosencephalon; uç kısımda telencephalon ve diencephalon'a ayrılır. Diencephalon bu dönemde vesicula optica'yı meydana getirmesi nedeniyle tanınabilir. Prosencephalon'un ilk embriyolojik yapısı prosencephalon primarium'dur. Prosencephalon primarium iki temel bölüme ayrılır: prosencephalon caudale (caudal prosencephalon) ve prosencephalon rostrale (rostral prosencephalon veya secondary prosencephalon [prosencephalon secundarium]). Prosencephalon caudale; kaudal diensefalonu meydana getirir. Kaudal diensefalon; synencephalon, parencephalon rostralis ve parencephalon caudalis'ten oluşur. Prosencephalon rostrale ise hypothalamus (rostral diensefalon), vesicula optica, regio preoptica ve telencephalon'dan meydana gelir (15).

Telencephalon'un fark edilen ilk kısmı telencephalon medium impar (telencephalon preopticum)'dır. Bu dönemde hemispherium cerebri hızla genişler ve böylece embriyonik dönemin sonunda diencephalon'u tamamen örter (15).

4.1.2. Neuromerus (Neuromere [Nöromer])

Neuromerus'lar beynin morfolojik segmentleridir. Von Bear (1828) tarafından ilk kez ortaya atılmıştır. Daha sonra Bartelmez (1923) ve Bergquist (1952) neuromerus yapısını insan beyni için de tanımlamıştır. Nieuwenhuys (1988) ise pek çok omurgalı için tanımlamıştır.



Şekil 4.1 Sırasıyla 10-13, 15, 17 Carnegie Evrelerinde Beynin Gelişimi.

Mesomerus (M, M1, M2) ve mesencephalon (mes) açık kırmızı ile gösterilmiştir. “*” ise spinomedullar kesişim yerini belirtmektedir. ap, lamina alaris; bp, lamina basalis; cbi, internal serebellar tümsek (internal cerebellar bulge); cho, chiasma opticum; comm pl, lamina commissuralis; D1, D2, diensefalik nöromer; dth, dorsal thalamus; ep, epiphysis; ev, vesicula optica (eye vesicle); gV, ganglion trigeminale; gVII, ganglion geniculatum; hy, hypothalamus; is, isthmus; Lc, locus coeruleus; Ige, eminentia ganglionaris lateralis; lterm, lamina terminalis; mge, eminentia ganglionaris medialis; np cran, neuroporus rostralis; nIV, nervus trochlearis; ov, vesicula otica; 1-8, rhombomerus; slH, His'in sulcus limitans'ı; syn, synencephalon; telm, telencephalon medium; vth, ventral thalamus (“Clinical neuroembryology : development and developmental disorders of the human central nervous system” adlı kitabın (15) 17. sayfasındaki şekil 1.12’den alıntı yapılmıştır).

Neuromerus, tubus neuralis boyunca yatay çıkıntılar olarak dizilmiştir ve özellikle rhombencephalon’da bulunur. Tubus neuralis kapanmadan önce altı primer nöromer görülür. Bunlar sırasıyla prosomerus, mesomerus ve dört adet rhombomerus’tur. Ardından on altı adet sekonder nöromer oluşur: sekiz rhombomerus (Rh1-Rh8), bir neuromerus isthmicus (I), iki mesomerus (M1-M2), iki diensefalik nöromer (D1, D2) ve bir telensefalik nöromer (T) ayırt

edilebilir (Şekil 4.1). Diensefalik nöromer D2 daha sonra alt kısımlarına bölünür: *synencephalon*, *parencephalon caudalis* ve *parencephalon rostralis*. Diensefalik nöromer D1 ise vesicula optica ve eminentia ganglionaris medialis'i meydana getirir (15,24).

4.1.3. Cortex cerebri

Cortex cerebri'nin gelişimi üç dönemde gerçekleşir. Erken dönem (embriyonik dönem), embriyonun yaklaşık 40. gününde başlayan prelamina (stratum plexiforme primordiale)'nin oluşmasıyla karakterizedir. Ara dönem (fetal dönem), embriyonun yaklaşık 52. gününde lamina corticalis'in ilk kez görülmesiyle başlar. Geç dönem (perinatal dönem), gestasyonun 24. haftasında başlar. Lamina corticalis nöronlarının belirli fenotipik farklılaşması ve işlevsel olarak olgunlaşması ile karakterizedir (15).

Cortex cerebri'nin gelişimi ile kortikal nöronların proliferasyonu ve göçü büyük ölçüde fetal dönemde meydana gelir. Telencephalon'un genişlemesi ve dönüşleri (posterior, lateral ve inferior yönde) gestasyonun 11-14. haftalarında görülür. Beynin lateral yüzündeki sulkus yapıları gestasyonun 14. haftasında oluşur. Sulcus parietooccipitalis ve sulcus cinguli'nin görülmesi gestasyonun 16. haftasında başlar, ardından sulcus calcarinus gelişir. Telencephalon'un medialindeki sulkusların daha erken geliştiği görülmüştür (25). Insula ve sulcus lateralis de bu dönemde tanınabilir. Telencephalon'un dış yüzünde gestasyonun 20-21. haftasında sulcus primarii (sulcus centralis) görülür ve nöroaksise (neuroaxis) diktir. 24. haftanın başında sulcus secundarii dizilimi ise nöroaksise paraleldir. Sulci tertii; sulci primarii ve sulci secundarii'yi birbirine bağlar. Sulkus yapılarının oluşumundan sonra lobus temporalis belirgin hale gelir. Telencephalon'un dış yüzünde ilk görülen sulkus yapısı olan sulcus lateralis arka ve üst bölümünden gelişmeye başlar. Ardından sulcus centralis (Rolando oluğu), sulcus temporalis superior ve sulcus postcentralis gelişir (25). Nucleus caudatus, amygdala, hippocampus ve ventriculus lateralis'in gelişimi birbirlerine benzer biçimde ve C şeklinde gelişir. Prefrontal korteksin gelişimi sebebiyle sulcus centralis kaudale doğru göç eder. Plexus choroideus ventriculi lateralis; bu dönemde vesicula telencephalica'nın medial duvarının alt kısmında oluşur. Sulkus ve girus yapıları sağ hemispherium cerebri'de soldan daha önce oluşur (15).

Pallium (cortex cerebri); pallium mediale (archipallium), pallium dorsale (neopallium), pallium laterale (paleopallium) olmak üzere üç bölüme ayrılır. Bununla birlikte son dönemlerde bu bölümlere pallium ventrale de eklenmiştir. Pallium mediale, üç tabakalı

allocortex olan hippocampal korteksi (hippocampal cortex) oluşturur. Entorinal korteks (entorhinal cortex) ve transizyonal singulat korteksi (transitional cingulate cortex) çevreleyen kısımlar da aynı embriyolojik yapıdan meydana gelir. Ancak daha sonra bu yapılar dört ila beş tabakalı mesocortex'i, pallium dorsale, altı tabakalı isocortex'i, pallium laterale cortex olfactorius'u, pallium ventrale ise klaustroamigdaloid kompleksi (claustramygdaloid complex) oluşturur (15,26).

4.1.4. Insula'nın Farklılaşması

Insula gelişimi üzerine yapılan çalışmalar gösteriyor ki insula, gestasyonun 6. haftasıyla birlikte ilk farklılaşan cortex cerebri yapısıdır (27–29). Insula, cortex cerebri'nin alt bölümünden oluşmaya başlar. Insula'nın ilk gelişen bölümü limen insulae'dir. Gestasyonun 13. haftasında beyin lateral yüzünde görülen sulkuslar, 16-17. haftalarda posteroinferior periinsular sulkusu meydana getirir. Gestasyonun 18. haftasında ise Sylvian fossa, sulcus circularis insulae (periinsular sulcus) etrafında girintili bir kenar oluşturur. Operculum yapılarının gelişmesi ise 23-25. haftalara denk gelir (15,25). Gestasyonun 34-35. haftalarında insula'da girus yapıları fark edilir (30,31).

Insula'da üç sitoarkitektonik alan tanımlanmıştır. Bu alanlar üç grupta incelenir: anterior agranular alan, perisantral nongranular alan ve posterior granular alan. Lamina corticalis, insula'da ilk kez gestasyonun 16. haftasında görülür (29,31).

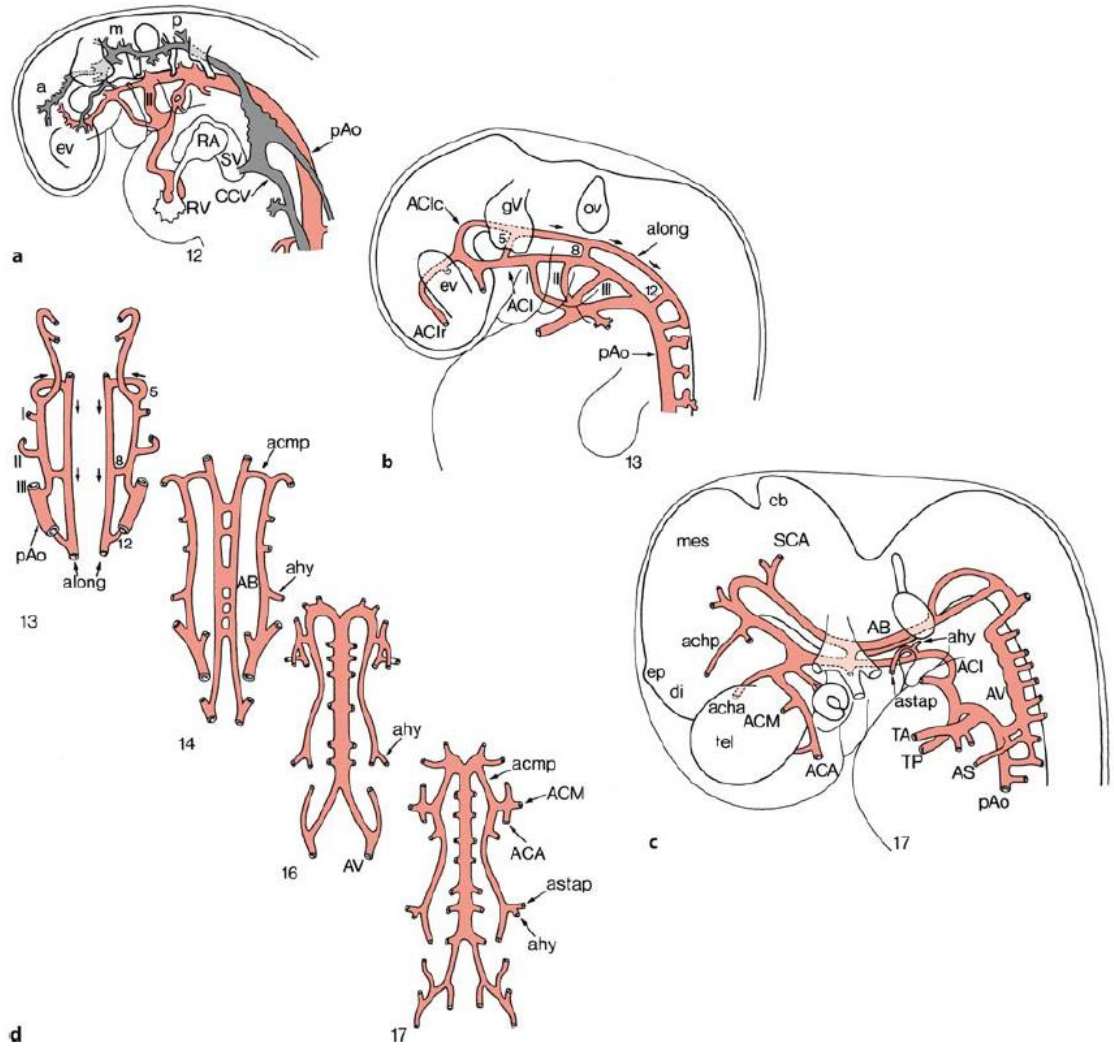
Gestasyonun 21. haftasında insula dört farklı tabakadan oluşur. Bu tabakalar sırasıyla aselüler tabaka (acellular layer), sıkıca paketlenmiş tabaka (closely packed layer), gevşek paketlenmiş tabaka (loosely packed layer) ve ikinci bir sıkıca paketlenmiş tabakadır. Sıkıca paketlenmiş tabakalarda farklı büyüklükte piramidal hücreler bulunmaktadır. Gevşek paketlenmiş tabakada ise stellat hücreler bulunur. Gestasyonun 21-23. haftalarında tüm hücrelerin dendrit ve aksonları vardır. Bu dönemde mikroskopik olarak insula ve operculum'lar kıyaslandığında tabakaların benzer olduğu görülür. Gestasyonun 25. haftasında insula'da girus ve sulkuslar görülmeye başlar. Gestasyonun 21. haftası ile 31. haftasında insula aynı katmanlara sahiptir fakat hücre yoğunluğu artar. Insula'daki tabakalar daima operculum'larla aynıdır (32). Insula'da allocortex, mesocortex ve isocortex yapıları birlikte bulunur. Allocortex, insula yüzeyinin ön alt bölümünde yer alır. Mesocortex, allocortex'in etrafını sarar. Insula'nın üst ve arka bölümleri ise isocortex yapısına sahiptir (33).

4.1.5. Beynin Kan Dolaşımının Gelişimi

Beynin beslenmesi, arteria carotis interna ve arteria vertebralis tarafından sağlanır. Tubus neuralis kapanırken primordial endotelial kan taşıyan kanallar oluşur. Arter, ven ve kapiller damarlar bunlardan türerler. Beynin kan dolaşımı için kapital venöz pleksus (capital venous plexus), kapital ven (capital vein) ve üç adet arcus aortae gelişir. Önce arteria carotis interna, ardından arteria communicans posterior, arteria carotis interna'nın kaudal dalı, arteria basilaris ve arteria vertebralis, beyni besleyen temel arterler ve son olarak arteria communicans anterior oluşur. Böylelikle Willis poligonu tamamlanır.

Beynin arka dolaşımını arteria neuralis longitudinalis oluşturur. İki arteria neuralis longitudinalis'i birbirine bağlayan anastomozlar vardır. Bu anastomozlar tamamen birleşince arteria basilaris oluşur. Arteria neuralis longitudinalis ile arteria carotis interna arasında da geçici bağlantılar vardır. Arteria trigemina, arteria otica, arteria hypoglossea adında bu geçici bağlantılar ilerleyen dönemlerde kaybolur veya persistan devam edebilir. Persistan devam eden bu arterler primitif anastomosis caroticobasilaris'i oluşturur. En sık persistan devam eden ise arteria trigemina'dır. Beynin arka dolaşımını besleyen bu arterler gelişmeden önce beyin sapının temel beslenmesini arteria communicans posterior sağlar (Şekil 4.2).

Kapiller damarlar hemispherium cerebri'de 5. haftada görülmeye başlar. Kapiller damarlar, beyin sapında cerebrum'dan daha erken görülür. Bu dönemde leptomeningeal arterler, arteria cerebri media'dan çıkar ve hemispherium cerebri üzerinde dağılırlar. Leptomeningeal arterler; beyin parankimine kortikal, medullar ve striat arterler olarak girer. Kortikal arterler kısa dallarla cortex cerebri'yi beslerken, medullar arterler substantia alba'yı besler. Kortikal ve medullar arterler cerebrum'un çevresini besler ve ventrikülopedal arter adını alır. Striat arterler (striate arteries) ise substantia perforata anterior üzerinden beyni penetre eder ve nuclei basales ile capsula interna'yı besler. Striat arter, ventriküllere yakın dallanır ve cerebrum'un daha merkezi kısmını besler. Tela choroidea dalları ile birlikte zona ventricularis'i besleyen ventrikülofugal arteri meydana getirir (2,15).



Şekil 4.2 Sırasıyla 13-14 ve 13,-17 Carnegie Evrelerinde Ön Dolaşım (a, b ve c) ve Arka Dolaşım (d) ilişkisi.

a, anterior kapital pleksus; AA, arcus aortae; AB, arteria basilaris; ACA, arteria cerebri anterior; ACE, arteria carotis externa; acha, arteria choroidea anterior; achp, arteria choroidea posterior; ACI, arteria carotis interna; ACIc, arteria carotis interna'nın kaudal dalı; ACIr, arteria carotis interna'nın rostral dalı; ACM, arteria cerebri media; acmp, arteria communicans posterior; ACP, arteria cerebri posterior; ahy, hyoid arter; AICA, arteria inferior anterior cerebelli; along, arteria neuralis longitudinalis; AS, arteria subclavia; astap, arteria stapedia; AV, arteria vertebralis; cb, cerebellum; cc, corpus callosum; CCV, ortak (common) kardinal ven; DA, ductus arteriosus; di, diencephalon; ep, epiphysis; ev, vesicula optica (eye vesicle); gV, ganglion trigeminale; m, orta (middle) kapital pleksus; mes, mesencephalon; OA, arteria ophthalmica; ov, vesicula otica; p, posterior kapital pleksus; pAo, posterior aorta; PICA, arteria inferior posterior cerebelli; plch, plexus choroideus; RA, atrium dextrum; RV, ventriculus dexter; SCA, arteria superior cerebelli; SV, sinüs venosus; TA, truncus arteriosus; I-III, aort dalları; 5, arteria trigemina; 7, arteria otica; 12, arteria hypoglossea ("Clinical neuroembryology : development and developmental disorders of the human central nervous system" adlı kitabın (15) 32. sayfasındaki şekil 1.28'den alıntı yapılmıştır).

Ardından paramedian arter ile kısa ve uzun sirkumferensiyal arter (short and long circumferential artery) gelişir. Gestasyonun 7. haftasında damarlar telencephalon'u penetre eder. 12. haftada subventriküler pleksusu (subventricular plexus) oluştururlar. Arteria cerebri anterior'un paramedian dallarının beyin parankimini penetre etmeden önce kısa bir seyri vardır. Striat arter gibi kısa sirkumferensiyal arterlerin ise biraz daha uzun bir seyri vardır. Uzun sirkumferensiyal arterler ise hemispherium cerebri'nin arka yüzüne kadar ulaşabilir. Gestasyonun 16. haftasında arteria cerebri anterior, media ve posterior gelişir. Leptomeningeal arterlerin kıvrımları, büyüklüğü ve dallarının sayısı ilerleyen fetal dönemde artar. Dallanma yapısı gestasyonun 28. haftasında tamamlanır (15).

İkinci trimester ile nucleus caudatus'a damarlar uzanır. Bu uzanan damarlar arasında radial arterler 13-15. haftalarda cortex cerebri'de dallanmadan ilerler. Gestasyonun 20. haftasıyla yatay kenar dallar (horizontal side branches) ve rekürren kollateraller (recurrent collaterals) görülür. 27. haftadan doğuma kadar daha kısa radial arterlerin (shorter radial arteries) sayısı artar. Doğumdan sonra intrakortikal kapillerlerin (intracortical capillary) gelişimi devam eder. Fetal beyinde 17. haftaya kadar zona ventricularis'te kapillerlerin yoğunluğu lamina corticalis'ten daha fazladır. 25. haftadan sonra lamina corticalis'in damarlanması artar.

24. haftada capsula interna ve nuclei basales'in büyük kısmı, arteria cerebri anterior'dan çıkan Heubner'in rekürren arteri ile beslenir. Zona ventricularis temel olarak Heubner'in rekürren arteri ve arteria cerebri media'dan gelen lateral striat arterin terminal dalları ile beslenir. Cortex cerebri ve substantia alba'nın arteriyel beslenmesi bu dönemde zayıftır. Arteria cerebri media'nın beslediği alanlar; arteria cerebri anterior ve arteria cerebri posterior'un beslediği alanlarla karşılaştırıldığında daha baskındır. Gestasyonun 16. haftasında cortex cerebri'yi besleyen arterler arasında *anastomozlar* görülür. Arteria cerebri anterior ile arteria cerebri media arasındaki arteriyel anastomoz alanları beyin dış yüzünde sinus sagittalis superior boyunca görülür. Arteria cerebri media ile arteria cerebri posterior arasındaki arteriyel anastomozlar ise beyin tabanında gözlenir. Gestasyonun 32-34. haftasında zona ventricularis içe kıvrılır. Bu dönemde cortex cerebri arteriyel beslenmesi giderek artar ve girus yapısı belirginleşir. Zona ventricularis'i besleyen kapiller damarlar, nucleus caudatus'u besleyen kapiller damarlarla birleşir. Heubner'in rekürren arteri'nin beslediği alan nucleus caudatus'un medialinde küçük bir alana geriler. Üçüncü trimester sonuna doğru beyin dolaşımının denge merkezi zona ventricularis'ten cortex cerebri ve

substantia alba'ya değişir. Beyin dolaşımındaki bu değişiklikler, insan beyinde hipoksik/iskemik lezyonların dağılımında ve patogeneğinde önemlidir (2,15).

4.2. Lobus Insularis Anatomisi

4.2.1. Sulcus lateralis (Sylvius Oluğu)

Sulcus lateralis, cerebrum'un lateral yzünde görülen en belirgin anatomik yapıdır. Substantia perforata anterior'dan gyrus supramarginalis'e doğru ilerler. Lobus frontalis ve lobus parietalis'i lobus temporalis'ten ayırır. Aynı zamanda sulcus lateralis, arteria cerebri media'nın ana köküne ulaşmak için kullanılan bir cerrahi alandır (2,34–36).

Sulcus lateralis, yüzeyel ve derin olmak üzere iki bölümden oluşur (şekil 4.3). Yüzeyel bölüm Sylvian stem ve üç adet ramus'tan oluşur. Sylvian stem, altta substantia perforata anterior'dan başlar. Substantia perforata anterior, uncus'un ambiens girusu ile aynı seviyededir. Sylvian stem iki bölümden oluşur. Bu bölümlere temporal insisura ve frontoorbital limb adı verilir. Sulcus lateralis üzerindeki pia mater cranialis ve arachnoidea mater cranialis uzaklaştırıldığında ve lobus temporalis ise inferiora doğru çekildiğinde nde görülen çentikli yapıya temporal insisura denir. Temporal insisura; piriform korteksi polus temporalis'ten ayırır. Lobus frontalis yukarı doğru çekildiğinde ise sulcus lateralis ile gyri orbitales arasında görülen oluğa fronto-orbital limb denir (34,35,37).

Sulcus lateralis laterale doğru polus temporalis ile gyri orbitales arasında uzanır. Sulcus lateralis Sylvian stemden sonra beyin lateral yzne ulaşırken ramus anterior (anterior ramus [horizontal ramus]), ramus ascendens ve ramus posterior olarak devam eder. Bu ramusların birleştiği yere **Sylvius noktası** denir (34,35).

Ramus anterior ve ramus ascendens; gyrus frontalis inferior'u sırasıyla pars orbitalis, pars triangularis ve pars opercularis'e ayırır (şekil 4.3). Ramus posterior ise lobus frontalis ve lobus parietalis'i lobus temporalis'ten ayırır ve **Sylvius hattını** oluşturur. At nalı şeklinde olan gyrus supramarginalis ise ramus posterior'un st sınırını çevreler (34,35,37).

Sulcus lateralis'in derin kısmı önde sfenoidal kompartman, arkada operküloinsular kompartman olarak ayrılır. Sfenoidal kompartman; arteria carotis interna ve nervus opticus'u çevreleyerek lobus frontalis ile lobus temporalis arasında seyreden dar bir aralıktır. Operküloinsular kompartman ise operküler kleft ve insular kleft olarak iki bölüme ayrılır. Operküler kleft; operculum frontale, operculum parietale ve operculum temporale arasında yer alır. İnsular kleft ise insula ile operculum yapıları arasındadır. Operküler kleft yukarı ve aşağı doğru uzanır. Yukarı uzanan *asendan limb* bölümü operculum frontale ve operculum parietale ile insula arasındadır (Şekil 4.3). Aşağı uzanan *desendan limb* bölümü ise operculum temporale ile insula arasında yer alır (27,34,35,37).

Sulcus lateralis'in yüzeysel yapıları ile derininde yer alan anatomik yapıların ilişkisi cerrahi açıdan önemlidir. Sylvian stemin tabanı substantia perforata anterior'a denk gelen sulcus circularis insulae (circular sulcus of the insula, periinsular sulcus, sulcus of Reil)'ye tekabül eder. Sulcus lateralis'in ramus posterior tabanında ise insula ve post-insular sulkus vardır (35,37,38).

4.2.2. Lobus insularis (Insula) Anatomisi

Lobus insularis (insula, the island of Reil), sulcus lateralis'in tabanında yer alır. Lobus frontalis, lobus parietalis ve lobus temporalis'in operküler kısımları tarafından örtülmüştür. Putamen ve claustrum ise insula tarafından örtülmüştür. Insula'nın etrafını kısmen çevreleyen oluğa sulcus circularis insulae denir. Bu oluk ön, üst ve alt olmak üzere üç parçadan oluşur.² Lobus insularis; anterior, superior ve inferior periinsular sulkus ile sırasıyla fronto-orbital operkül, frontoparietal operkül ve operculum temporale'den ayrılır. Anterior periinsular sulkus ile superior periinsular sulkusun kesiştiği yere ön insula noktası denir. Superior periinsular sulkus ile inferior periinsular sulkusun kesiştiği yer ise arka insula noktasıdır. Sulcus lateralis'in ramus posterior'u bu noktaya doğru ilerlerken postinsular sulkusu oluşturur. Limen insulae, sulcus circularis insulae'nin devamı gibidir ve lateral sınırını oluşturur. Limen insulae'nin medial kenarı ile substantia perforata anterior'un lateral sınırı arasında uzanan girintiye limen reses (limen recess) denir. Bu nedenle limen reses'te önemli perforan arterler bulunmaz. Sfenoidal ve operküloinsular kompartmanların kesiştiği yerde bulunur. Insula

² Bu üç alt parçanın Latince anatomi terminolojisinde karşılığı bulunmadığı için İngilizce terminolojiye uygun olarak yazılacaktır. Anterior periinsular sulkus, superior periinsular sulkus, inferior periinsular sulkus olarak isimlendirilir.

cerrahisinde limen insulae ve insula'nın anteroinferior bölgesi en kolay ulaşılan bölgedir. Cerrahi olarak en zor ulaşılan bölgesi ise superior periinsular sulkustur (2,4,5,27,37,38).

Sulcus centralis insulae, insula'nın merkezinde yer alır. Superior periinsular sulkustan limen insulae'ye doğru uzanır (Şekil 4.3). Sulcus centralis insulae ile sulcus centralis (Rolando oluğu) birbirine paralellik gösterir (7,35,37). Bu oluk insula'yı anterior ve posterior olarak iki bölüme ayırır. Anterior insula; gyri breves insulae^{3,4}, transvers insular girus ve aksesuar insular girustan oluşur. Transvers ve aksesuar insular giruslar insula'nın ön alt kısmında yerleşir ve insular polu oluşturur. Medial orbital girusun posterior kısmı ve posterior orbital girusun medial kısmı birlikte posteromedial orbital girusu oluşturur. Bu girus da transvers insular girus ile devamlılık gösterir. Transvers insular girus; anterior insula ile posterior fronto-orbital bölge arasında bir kavşak rolü oynar. Ayrıca transvers insular girus, lateral olfaktor alan ile bağlantılıdır. Aksesuar insular girus, ön kısa insular girusun ön bölümünden başlar. Bu girus, transvers insular girusun üst kısmında yer alan fronto-orbital operkülün altında bulunur. Ayrıca aksesuar insular girus, lobus frontalis inferior'un pars orbitalis'i ile bağlantılıdır. Ön, orta ve arka kısa insular giruslar birleşir ve insular apeksi oluşturur. Ön kısa insular girus ile orta kısa insular girusu birbirinden ayıran oluk ise kısa insular sulkustur⁵. Orta ve arka kısa insular girusu ayıran presantral insular sulkus sadece sığ bir çöküntü şeklindedir. Orta kısa insular girus az gelişmiştir ve hafif tümsektir. Posterior insula; ön ve arka uzun insular girustan⁶ oluşur. Bu iki gyrus birbirlerinden postsantral insular sulkus⁷ ile ayrılır (2,4,41,42,5,6,27,35,37-40).

Capsula interna'nın genu kısmındaki fibrae corticonucleares, arka kısa insular girusa karşılık gelir ve insula'nın yaklaşık orta üçte birlik bölümüne denk gelir. Fibrae corticospinales ise capsula interna crus posterior'undan geçer. Burası ise ön ve arka uzun insular girus hizasında bulunur (35,37,38).

3 Gyri breves insulae yani kısa insular giruslar kendi içinde üç bölüme ayrılır. Bu üç bölümün Latince anatomi terminolojisinde karşılığı bulunmadığı için İngilizce terminolojiye uygun olarak yazılacaktır. Ön, orta ve arka kısa insular girus olarak isimlendirilir.

4 Cunningham bu girusları farklı adlandırmıştır. Gyrus brevis primus, secundus ve tertius olarak isimlendirmiştir. Gyrus brevis tertius'a sulcus centralis insulae'nin önünde olması nedeniyle gyrus centralis anterior terimini de uygun görmüştür (27).

5 Bazı kaynaklar kısa insular sulkus yerine anterior insular sulkus terimini kullanmaktadır (33,40).

6 Gyrus longus insulae Latince terminolojide tekil ifadedir. Günümüzde genel kabul gören bilgi ise burada iki adet gyrus bulunduğu yönündedir. Ön ve arka uzun insular girus yapılarının Latince anatomi terminolojisinde karşılığı bulunmadığı için İngilizce terminolojiye uygun olarak yazılacaktır.

7 Tanrıöver bu terim için uzun insular sulkus ifadesini kullanmıştır (37).

4.2.3. Lobus insularis'in Beslenmesi ve Arteria Cerebri Media

Arteria carotis interna; substantia perforata anterior'da arteria cerebri media ve arteri cerebri anterior olmak üzere iki dala ayrılır. Arteria cerebri media, chiasma opticum'un lateralinden ilerler. Limen insulae'yi geçerken arka ve içe doğru açılır. Bu açılmasına genu ismi verilir ve ardından insula üzerinde dağılır. Insula üzerinde seyrederken beynin lateral yüzünde geniş bir alana yayılmak için çatallanmaya başlar. Sulcus circularis insulae'ye ulaşan dallar laterale kıvrılarak operküller boyunca ilerler ve beynin lateral yüzüne ulaşır. Arteria cerebri media'nın dalları lobus frontalis, lobus parietalis ve lobus temporalis'in lateral yüzünü besleyerek sonlanır (34,35,37,43,44).

Arteria cerebri media'nın çatallanması üzerine iki temel görüş hâkimdir. Bu görüşlerden birincisi arteria cerebri media ana gövdesinin ikiye çatallanarak (bifurkasyon), üçe çatallanarak (trifurkasyon), dörde çatallanarak (kuadrifikasyon) veya çatallanmadan dallanarak insula üzerinde dağıldığı yönündedir (34,37,45–47). İkinci görüş ise bir arterin yalnız ikiye çatallanarak dallanabileceğini savunur (43). Bu nedenle ilk görüşün üçe çatallanma olarak ifade ettiği durumu bir arterin ikiye çatallandıktan sonra arterlerden birinin tekrar ikiye çatallanması şeklinde gerçekleştiğini ifade eder. Benzer şekilde dörde çatallanmayı da arter ikiye çatallandıktan sonra oluşan iki arterin tekrar ikiye çatallanması ile oluştuğunu belirtir (43,48).

Arteria cerebri media'nın ilk çatallanmasından sonra arterlerden birinin ikinci kez çatallanması ile oluşan orta trunk (middle trunk⁸) adlı arter literatürde yer almaktadır. Üçe çatallanmada görülen bu trunk bazen superior trunktan bazen inferior trunktan köken alır. Orta trunk ve dallarının seyri diğer trunklar ile benzerdir (46,48). Buna ek olarak Umansky arteria cerebri media'nın dörde çatallanması için orta 1 trunk (middle 1 trunk) ve orta 2 trunk (middle 2 trunk) terimlerini literatüre katmıştır (46).

Arteria cerebri media genel kabul olarak M₁ (sfenoidal), M₂ (insular), M₃ (operküler), M₄ (kortikal) olmak üzere dört segmente⁹ ayrılır. M₁ segmenti arteria carotis interna'dan dallanmasıyla başlar ve limen insulae'ye kadar devam eder ve bittiği yer genu olarak da ifade edilebilir. Substantia perforata anterior'un üstünden, amygdala ve semilunar girusun arkasından ve uncus'un entorinal alanının altından ilerler. Limen insulae'ye dallar verir. M₁

⁸ İngilizce terminolojide "middle trunk" yerine "intermediate trunk" terimi de kullanılır (43,48).

⁹ Türe'nin çalışmasında M₄ segment (parasylvian) ve M₅ segment (terminal) literatürdeki genel bilgiden farklılık göstermektedir. Burada sulcus lateralis'in yüzeyinde kalan bölüm ile beynin yüzeyini ayırdığı görülmektedir (43).

segmentinden çıkan diğer önemli arter ise arteriae centrales anterolaterales (*lateral lenticulostriate arteries* veya *lenticulostriate arteries*)’dir. Bu arterler substantia perforata anterior’u delerek substantia innominata, putamen, globus pallidus, capsula interna, corona radiata, commissura anterior’un lateral bölümü ve nucleus caudatus’un caput ve corpus bölümünün beslenmesinde önemli rol oynar (2,43,49).

M₂ segmenti limen insulae’den başlar. Insula üzerinde çatallanarak ilerledikten sonra insula’yı saran sulcus circularis insulae’de sonlanır. Burada seyri boyunca yaptığı ilk çatallanmaya arteria cerebri media çatallanması (bifurkasyon¹⁰) denir. Superior ve inferior trunk¹¹ oluşur. Bu iki trunk çatallanmaya ve dal vermeye devam eder. Bu dallar arasında anastomoz görülmez (34,35,37,43,44,46,47).

M₃ segmenti sulcus circularis insulae’den beyin lateral yüzüne kadar operküller boyunca ilerler. Artık beyin lateral yüzüne doğru ilerleyen on iki adet dal oluşmuştur. Bunlar arteria polaris temporalis, ramus temporalis anterior, ramus temporalis medius, ramus temporalis posterior, ramus temporooccipitalis, ramus gyri angularis, arteria parietalis posterior, arteria parietalis anterior, arteria sulci centralis, arteria sulci precentralis, arteria prefrontalis ve arteria orbitofrontalis lateralis (arteria frontobasalis lateralis)’tir. Ramus gyri angularis en kalın dalıdır. Arteria polaris temporalis ise en az görülen ve en ince dalıdır. Bu dallardan arteria orbitofrontalis lateralis ve lobus temporalis’i besleyen dallar (arteria polaris temporalis, ramus temporalis anterior, ramus temporalis medius, ramus temporalis posterior, ramus temporooccipitalis) arteria cerebri media’nın M₁ segmentinden de çıkabilir. Insula üzerindeki arteria cerebri media çatallanmasından önce görülen bu dallar *erken dal*¹² olarak belirtilir (34,37,46,47). Lobus temporalis’i besleyen dalların tümü veya bir kısmı tek bir erken daldan sırayla dallanabilir. Bu tip dallanma görüldüğünde erken dalın köküne temporal arter¹³ denir (19,48).

10 Arteria cerebri media çatallanması için İngilizce literatürde “main bifurcation”(43) veya main “division”(46) terimleri kullanılmaktadır.

11 Varnavas ve Grand’ın çalışmasında “superior division” ve “inferior division” olarak geçer (44).

12 Türe’nin çalışmasında M₁ segmentinde dallanarak lobus frontalis ve temporalis’i besleyen arterler için erken dal terimini kullanmamıştır. M₁ segmentinden çıkan kortikal arterler olarak ifade etmiştir ve bu arterleri kendi içinde dört gruba ayırmıştır. Grup A’da yalnız frontal dallar vardır. Grup B’de hem frontal hem temporal dallar vardır. Grup C’de yalnız temporal dallar vardır. Grup D’de kortikal arter yoktur, sadece arteria uncalis ve arteriae centrales anterolaterales (*lateral lenticulostriate arteries* veya *lenticulostriate arteries*) dalları çıkar. Dallandıkları bölgeyi ise yanlış bifurkasyon (false bifurcation) olarak belirtmektedir (19,43).

13 Yaşargil ortak temporal arter (common temporal artery) olarak ifade etmiştir (19).

Arteria prefrontalis, arteria sulci precentralis, arteria sulci centralis, arteria parietalis anterior ve arteria parietalis posterior; superior periinsular sulkusa geldikten sonra laterale doğru keskin dönüş yaparak beynin dış yüzüne ilerler. Bu arterlere şamdan arterleri (candelabra arteries) de denir.

Türe çalışmasında, insula üzerinde ilerleyen ve operküllerin medial yüzünde ilerleyen arter gözlemiştir. Bu arterlere de insuloperküler arter ismi vermiştir (43).

M₄ segmenti arteria cerebri media'nın beynin lateral yüzünden sonraki bölümüdür. Sulcus lateralis'e ulaşan dalları cortex cerebri yüzeyinde ilerler (35,37,43).

İnsula yüzeyinde ilerlerken insula'yı delerek mediale doğru ilerleyen insular arterler uzunluklarına göre farklı alanları besler. Kısa insular arterler insula yüzeyini ve capsula extrema'yı, orta insular arterler claustrum ve capsula externa'yı, uzun insular arterler ise putamen, globus pallidus ve capsula interna'yı besler (43).

Literatürde tanımlanmış arteria cerebri media anomalileri de bulunmaktadır. arteria cerebri media'nın seyrine paralel olarak ilerleyen ve arteria cerebri anterior'dan dallanan *aksesuar* arteria cerebri media bu varyasyonlardan biridir. Eğer arteria carotis interna'dan iki adet arteria cerebri media dallandıysa bu duruma *dublikasyon* denir. Kısmi dublikasyon görülen anomaliler de vardır. Arteria cerebri media, arteria carotis interna'dan tek kök halinde dallandıktan sonra bu kök ikiye ayrılır ve ardından birleşerek tek kök halinde devam eder. Bu anomaliye *fenestrasyon* denir. Fenestrasyon bölgesinden genellikle arteria polaris temporalis dallanır (46,50).

4.3. Lobus Insularis'in İşlevleri

Insula'nın neocortex, limbik ve paralimbik yapılarla yaygın bağlantıları bulunuyor. Bu bağlantılar arasında somatosensoriyel alan, görme ve işitme alanları, prefrontal korteks ve primer motor korteks vardır. Özellikle anterior insula; koku duyusu, tat duyusu ve otonom aktivite ile yakın ilişkili olduğu belirtilmiştir. Posterior insulanın ise görsel, işitsel uyaran ve dokunma ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (51).

Stria olfactoria lateralis, substantia perforata anterior'un anterolateralinden ilerler ve limen insulae seviyesine kadar lifler gönderir. Transvers insular girus da bu bölgededir ve inferior da stria olfactoria lateralis'e kadar uzanır. Bu bağlantı da koku duyusu ile anterior insula ilişkisini gösterir. Ayrıca insular korteks doğrudan bulbus olfactorius'tan projeksiyon lifleri alır (38,52).

Insula önemli bir tat merkezi olarak da kabul edilir. Lobus parietalis üzerindeki tat merkezi gibi nucleus ventralis posteromedialis'ten projeksiyon liflerini alır. Özellikle anterior insulanın tat duyusunda daha önemli olduğu gösterilmiştir (52–57).

Corpus geniculatum mediale'de üç temel çekirdekten biri olan medial nukleustan (magnocellular nukleus) çıkan lifler cortex cerebri'deki işitme alanına, insula'ya ve komşu operküler bölgeye projekte olur (52).

Insula, ağrı reseptörlerinden uyarılan alan ve bu uyarıyı değerlendiren merkezlerden biridir. Ağrı uyarısı insula, gyrus cinguli ve gyrus postcentralis, thalamus, prefrontal korteks, primer ve sekonder somatosensoriyel korteks, anterior singulat korteks, suplamenter motor korteks, corpus amygdaloideum, posterior parietal korteks, periaquaduktal gri cevher ve cerebellum tarafından yorumlanır. Ağrı; otonom yanıtların ve duygunun ortaya çıkmasında önemlidir. Insula visseral organlardan gelen ağrı uyarılarını yorumlarken gyrus cinguli ağrının duygusal yorumlanmasında öne çıkar (53,58,59).

İnsular korteks, visseral organlara motor uyarıyı gönderen merkezlere yakın olduğu için (corpus amygdaloideum ve hypothalamus) aynı zamanda bir motor merkez olarak da kabul edilir. Anterior insula, anterior singulat korteks, amygdala ve hypothalamus'un özellikle sağ hemispherium cerebri'de olan kısımlarının bu konuda etkili olduğu belirtilmiştir (52).

Insula'nın miksiyonda önemli bir duyu ve motor merkez olduğu belirtilmiştir. Periaquaduktal gri cevher miksiyon duyusunu alır ve insula'ya iletir. Insula, mesanenin doluluğunun bilinçli kontrolünde etkilidir. Insula, aldığı verileri medial prefrontal kortekse iletir. Dolu bir mesane insula'yı, dorsal anterior singulat korteksi ve suplamenter motor korteksi aktive eder (52).

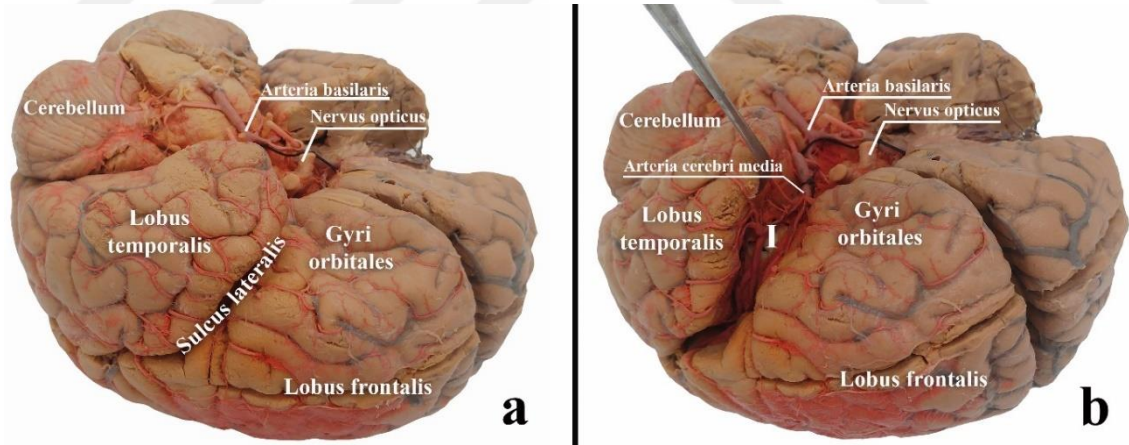
Broca beynin lateral yüzündeki konuşma alanlarının normal olduğu hastalarda tekrarların zayıf olduğu ve konuşmanın motor bölümünün bozulduğu bir afazi tanımlamıştır. Bu hastalarda insular lezyonlar tespit edilmiştir. Bu sonuca göre insula'nın motor konuşma ile ilişkili olabileceğini ifade etmiştir (14,52,60).

Insula, denge merkezleri ile de ilişkilidir. Nuclei vestibulares'ten ipsilateral olarak thalamus'a giden lifler, daha sonra nucleus ventralis posterior aracılığıyla parietoinsular vestibüler kortekse ve komşusu gyrus temporalis superior'a ulaşır (52).

5. GEREÇ ve YÖNTEM

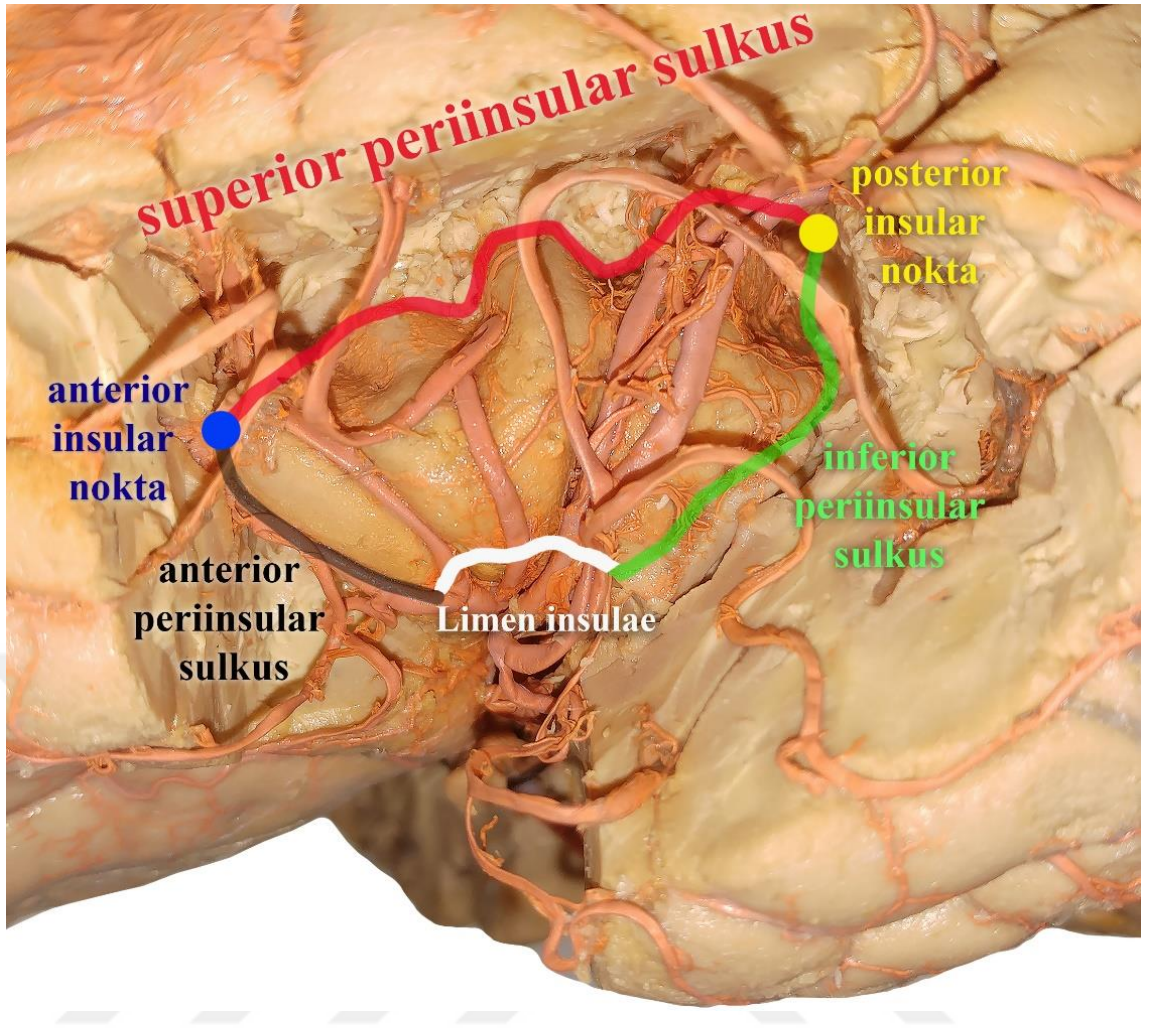
Tez çalışmamızda formaldehitte tahnit edilmiş 20 beyin (40 hemispherium cerebri) mikroskop altında incelendi. Önce hemispherium cerebri'yi saran arachnoidea mater cranialis ve pia mater cranialis temizlendi. Sulcus lateralis'in tabanına ulaşmak için lobus frontalis, lobus parietalis ve lobus temporalis'in operküler kısımları birbirinden ayrıldı ve ölçümlerin daha net yapılabilmesi için kaldırıldı. Böylece sulcus lateralis tabanında yer alan lobus insularis ortaya çıkarıldı. Diseksiyon sırasında arterler korundu. Ölçümler için 0,01 mm hassasiyete sahip dijital kumpas kullanıldı. Düz bir doğrultuya sahip olmayan anatomik yapıların ölçümlerinde ise cerrahi ipek ip kullanıldı. Ölçümler milimetre cinsinden kaydedildi.

Lobus insularis'in topografik ölçümleri alındı. Sulcus lateralis diseksiyonu ile operculum frontale, parietale ve temporale'nin arasından lobus insularis'e ulaşıldı (Şekil 5.1). Lobus insularis'in nörovasküler komşulukları ortaya çıkarıldı. Sulcus circularis insulae'nin anterior, superior ve inferior bölümleri belirlendi (Şekil 5.2). Önde gyrus frontalis inferior'un pars orbitalis, pars triangularis ve pars opercularis'i ile arkada gyrus supramarginalis'in sulcus circularis insulae'ye uzaklıkları ölçüldü (Şekil 5.3).



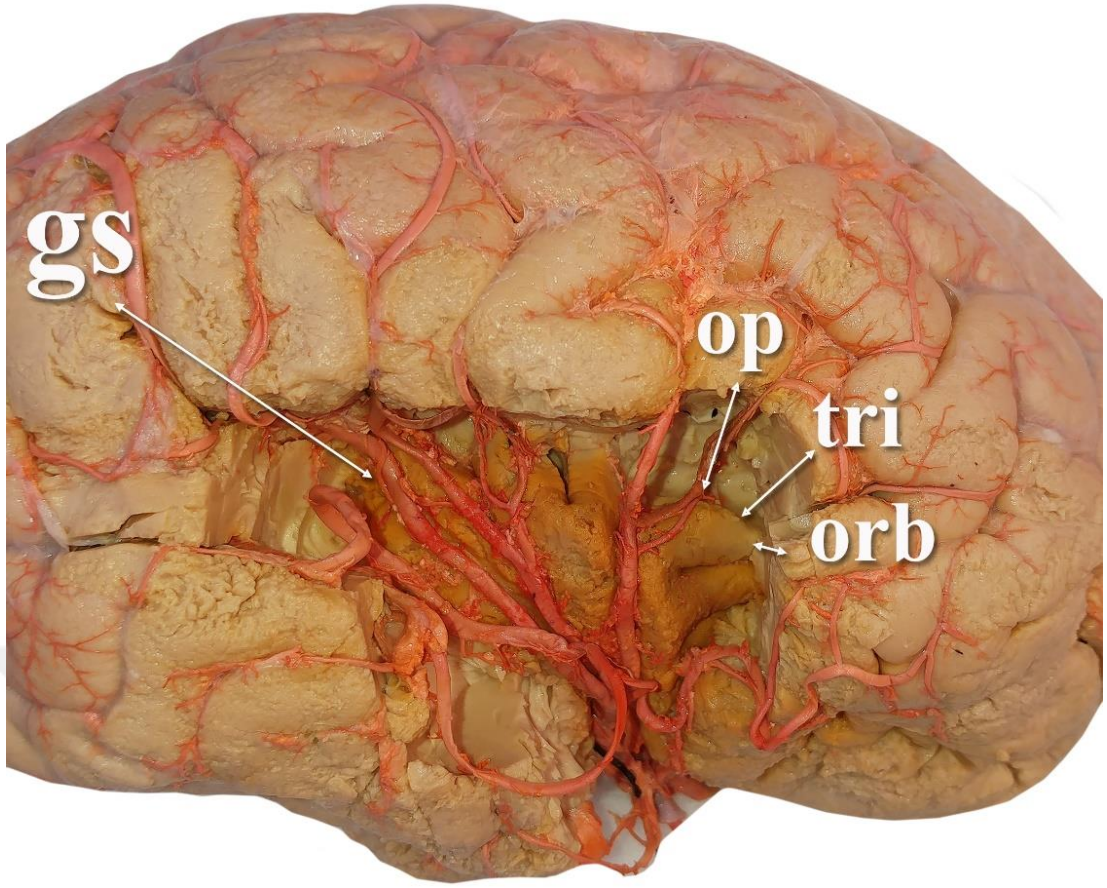
Şekil 5.1 Sulcus Lateralis ve Tabanında Görülen Insula (Sol).

Arachnoidea mater cranialis ve pia mater cranialis temizlendi (a). Sulcus lateralis diseksiyonu yapılarak insula ve arteria cerebri media'ya ulaşıldı (b). I, insula.



Şekil 5.2 Sulcus Circularis Insulae ve Limen Insulae (Sol).

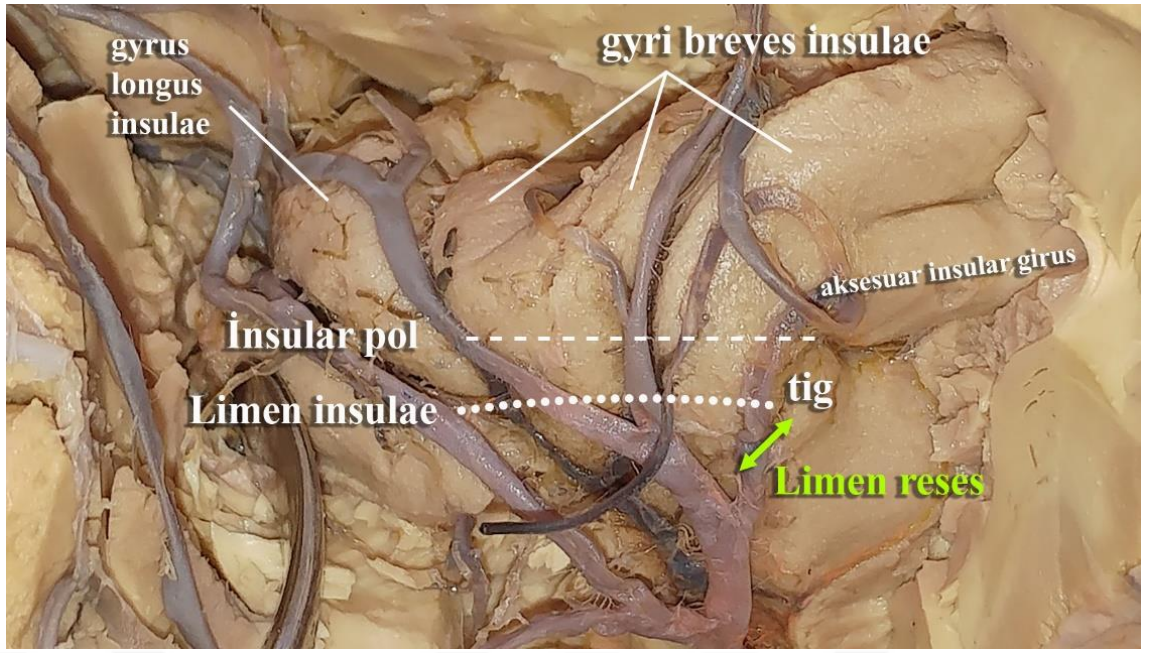
Sulcus circularis insulae'nin bölümleri olan anterior periinsular sulcus (siyah), superior periinsular sulcus (kırmızı) ve inferior periinsular sulcus (yeşil), limen insulae (beyaz), anterior insula noktası (mavi) ve posterior insula noktası (sarı) görülmektedir.



Şekil 5.3 Gyrus Supramarginalis ve Operculum Frontale'nin Sulcus Circularis Insulae'ye Uzaklıkları (Sağ).

Operculum frontale'nin pars orbitalis, pars triangularis ve pars opercularis'i ayrı ayrı ölçülmüştür. gs, gyrus supramarginalis; op, pars opercularis; tri, pars triangularis; orb, pars orbitalis.

Lobus insularis'in ön-alt kısmında sulcus circularis insulae ile çevrelenmediği bölgede limen insulae bulunmaktadır. Bu bölgede arterlerin bulunmadığı alana ise limen reses denir. Bu iki yapı arteria cerebri media bifurkasyonuna ve Willis poligonuna ulaşırken kullanılan anatomik yapılardır. İnsular pol genişliği (sulcus centralis insulae alt noktası – anterior periinsular sulkus orta noktası) ve bu iki yapının genişlikleri çalışmamızda ölçüldü (Şekil 5.4).

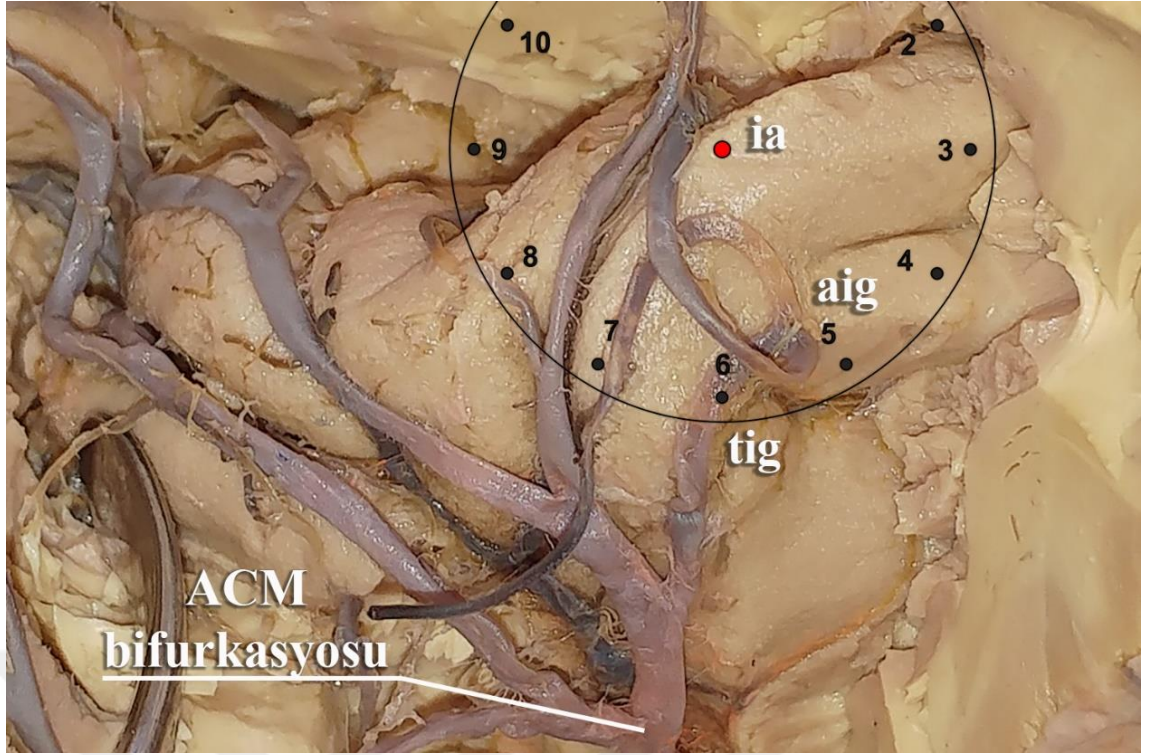


Şekil 5.4 Limen Insulae, Limen Reses ve İnsular Pol Genişlikleri (Sağ).

tig, transvers insular girus.

Insula'nın üzerinde anterior insular sulkus, presantral insular sulkus, sulcus centralis insulae, postsantral insular sulkus ve bu sulkusların ayırdığı girus yapılarının uzunlukları ölçüldü. İnsular apeks ile en lateraldeki arteriae centrales anterolaterales uzaklığı ölçüldü.

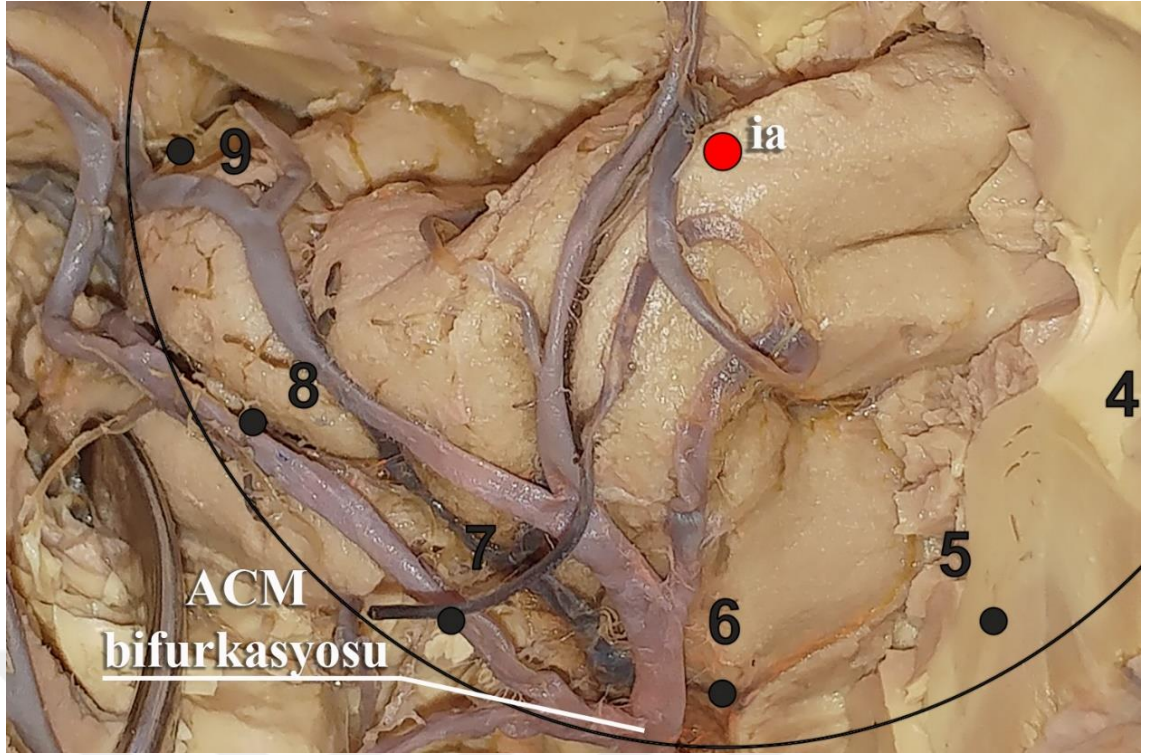
Sulcus lateralis diseksiyonunda ilk görülen yapılardan biri insular apekstir. Gyri breves insulae ve gyrus longus insulae ile insular apeks aynı düzlemde yer alır. Bu nedenle insular apekten sonra bu yapılar kolaylıkla görülebilir. Ancak transvers ve aksesuar insular giruslar insular apeks ile aynı düzlemde bulunmamaktadır. Çalışmamızda insular apekse göre bu iki girusun saat kadranı yerleşimi tespit edildi ve uzaklıkları ölçüldü (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 İnsular Apeks'e Göre Aksesuar İnsular Girus ve Transvers İnsular Girusun Saat Kadranı Yerleşimi (Sağ).

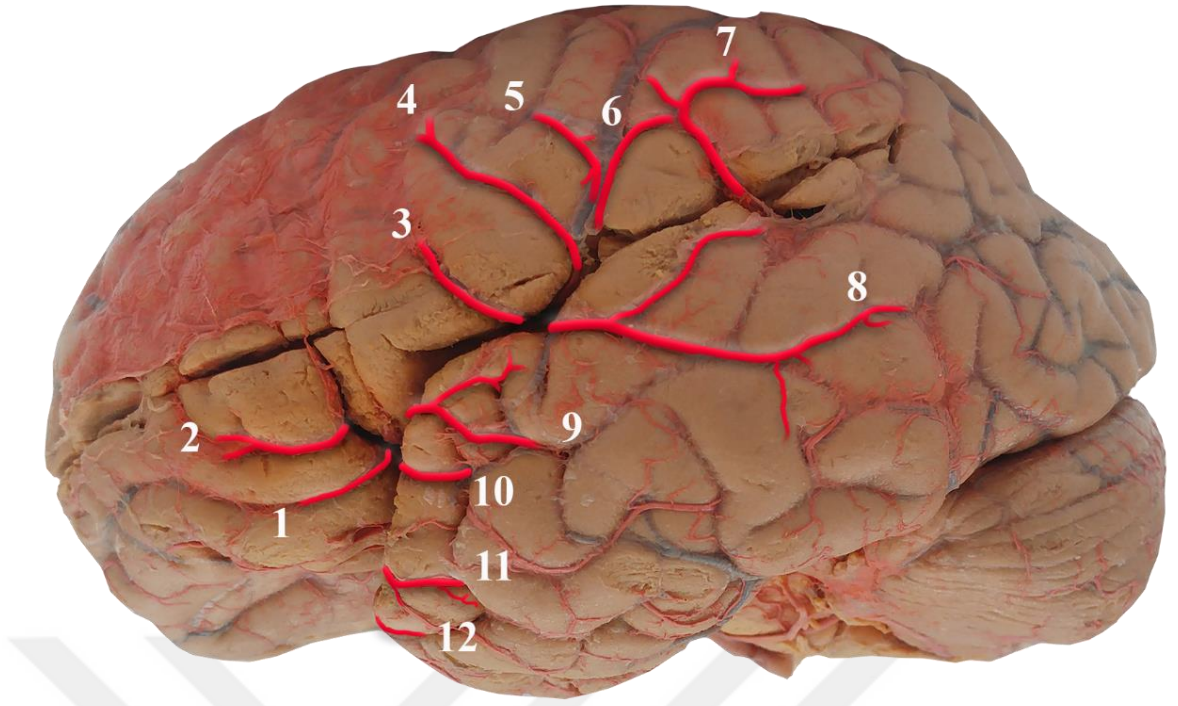
ia, insular apeks; aig, aksesuar insular girus; tig, transvers insular girus.

Arteria cerebri media bifurkasyonu, arteria cerebri media anevrizmalarının en sık görüldüğü yerdir. Bifurkasyonun da insular apeks'e göre saat kadranı yerleşimi ve uzaklığı ölçüldü (Şekil 5.6).



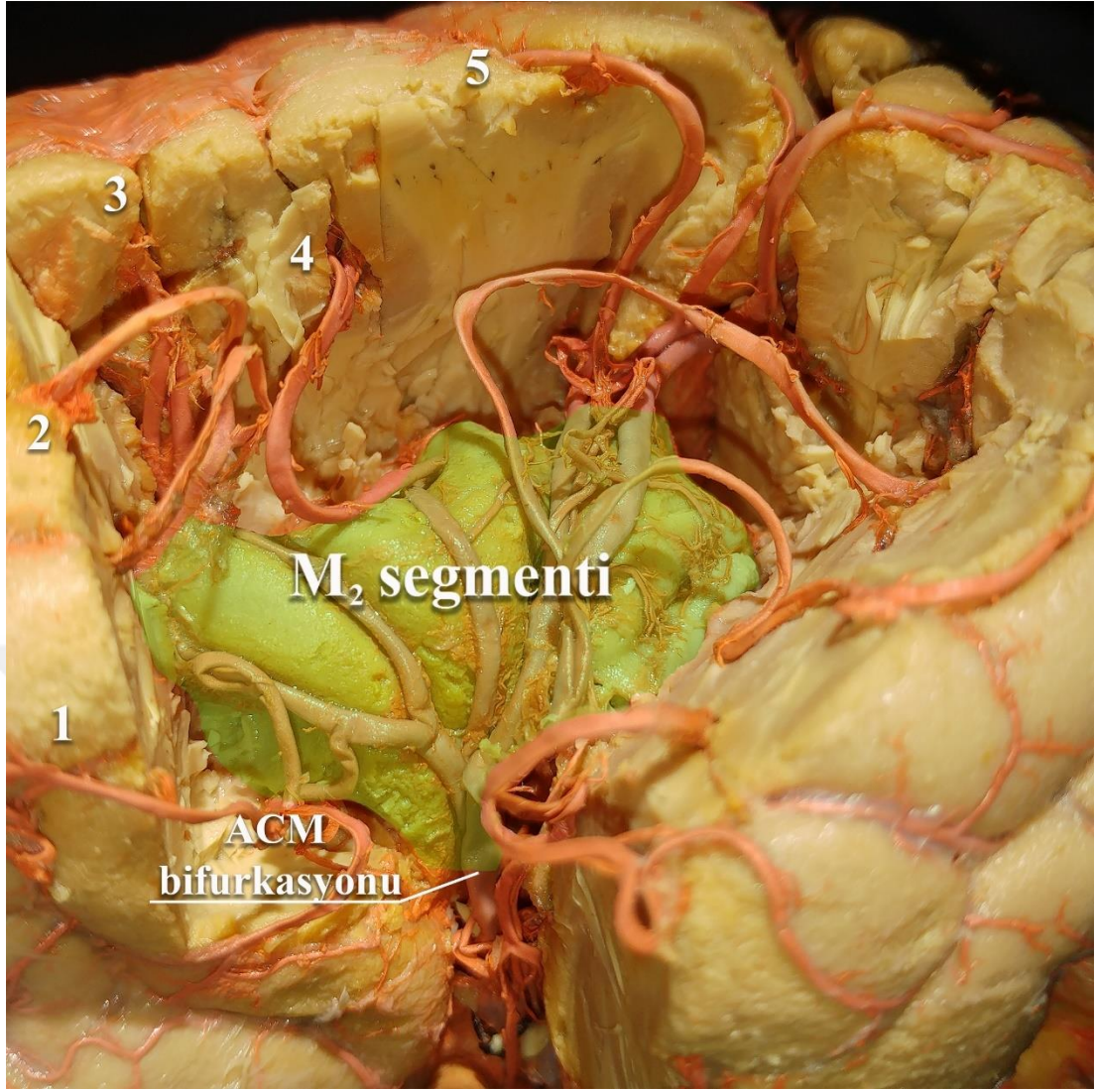
Şekil 5.6 İnsular Apeksine Göre Arteria Cerebri Media Bifurkasyonunun Saat Kadranı Yerleşimi (Sağ).

Çalışmamızda lobus insularis'in arteriyel beslenmesi incelendi. Lobus insularis üzerindeki tüm girus ve sulkus yapılarının, ön ve arka insula noktasının, insular apeksin ve limen insulae'nin arteria cerebri media'nın hangi parçasından (superior, inferior, orta trunk, erken dal veya aksesuar arteria cerebri media) beslendiği tespit edildi. Ayrıca arteria cerebri media'nın arteriyel dallanması gösterildi (Şekil 5.7). Superior, inferior ve orta trunk, erken dal ve kortikal arterler incelendi. Kortikal arterlerin arteria cerebri media'nın hangi bölgesinden çıktığı, çapı, M₂ uzunluğu, hangi kortikal arterle birlikte çıktığı, arteria cerebri media bifurkasyonundan sonra kaç dallanma yaparak çıktığı ve arteria cerebri media bifurkasyonuna uzaklığı ölçüldü (Şekil 5.8). Erken dalların ölçümleri ise arteria cerebri media başlangıç noktasına göre yapıldı. Birden fazla erken dal arteria cerebri media'nın M₁ segmentinden birlikte ortak kök ile çıkıyorsa bu kökün çıkış yerinin arteria cerebri media başlangıcına uzaklığı, kortikal arterlerin bu kökten ayrıldığı uzaklık ölçüldü ve kaç dallanma ile ortaya çıktığı kaydedildi (Şekil 5.9).



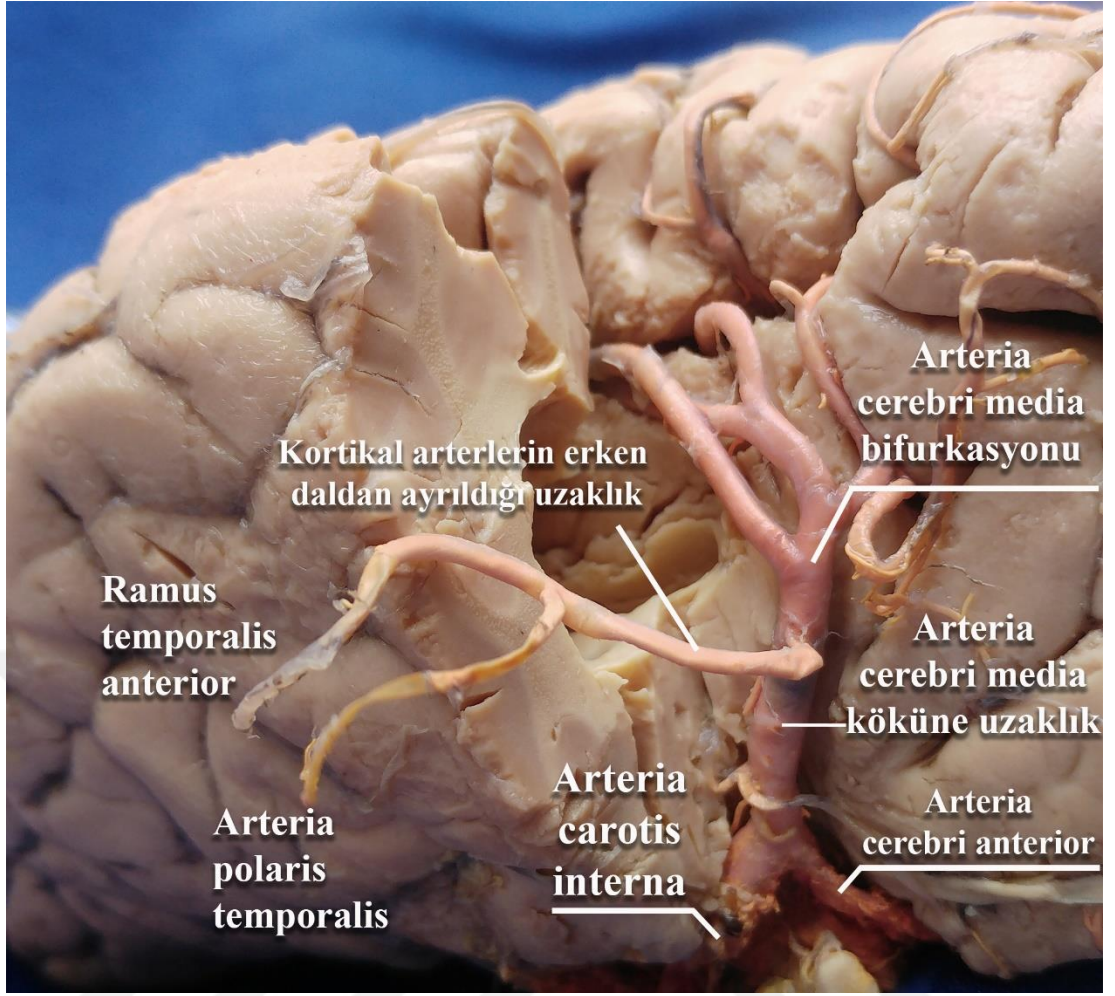
Şekil 5.7 Arteria Cerebri Media'nın Kortikal Arterlerinin Beynin Lateral Yüzünde Dağılımı (Sol).

1, arteria orbitofrontalis lateralis; 2, arteria prefrontalis; 3, arteria sulci precentralis; 4, arteria sulci centralis; 5, arteria parietalis anterior; 6, arteria parietalis posterior; 7, ramus gyri angularis; 8, ramus temporooccipitalis; 9, ramus temporalis posterior; 10, ramus temporalis medius; 11, ramus temporalis anterior; 12, arteria polaris temporalis.



Şekil 5.8 Kortikal Arterlerin M₂ Segmentleri (Sol).

1, arteria orbitofrontalis lateralis; 2, arteria prefrontalis; 3, arteria sulci precentralis; 4, arteria sulci centralis; 5, arteria parietalis anterior.



Şekil 5.9 Erken Dalların Ölçümleri (Sağ).

Erken dalların arteria cerebri media'nın köküne (arteria carotis interne'dan ayrıldığı yer) uzaklığı incelendi. Birden fazla kortikal arter erken olarak arteria cerebri media'dan ortak bir kökle ayrılıyorsa bu kortikal arterlerin ortak kökten ayrıldığı uzaklık da ayrıca değerlendirildi.

6. BULGULAR

Lobus insularis'in topografik ölçümlerinin sol, sağ ve toplamdaki ortalama ve standart sapmaları Tablo 6.1'de verilmiştir. Sulcus lateralis'in tabanında yer alan lobus insularis'in beynin lateral yüzüne uzaklıkları ölçülmüştür. Anteriorda sulcus circularis insulae ile gyrus frontalis inferior'un pars orbitalis, pars triangularis ve pars opercularis arası uzaklıkları sırasıyla $21,58 \pm 3,60$ mm, $23,05 \pm 3,05$ mm ve $24,15 \pm 3,49$ mm'dir. Posterioda ise gyrus supramarginalis ile sulcus circularis insulae arası uzaklık $30,44 \pm 3,49$ mm'dir.

Sulcus circularis insulae'nin anterior, superior ve inferior periinsular sulkus olmak üzere üç bölümü vardır. Sulcus circularis insulae'nin en uzun kısmı $59,58 \pm 6,48$ mm ile superior periinsular sulkus, en kısa kısmı ise $23,38 \pm 4,61$ mm ile anterior periinsular sulkustur.

Arteria cerebri media bifurkasyonundaki ve Willis poligonundaki anevrizmalarda geçit olarak kullanılan limen insulae genişliği ise $16,19 \pm 2,98$ mm'dir. Sulcus lateralis diseksiyonunda insula üzerinde ilk görülen yapılardan biri olan insular apeksin limen insulae'ye göre yüksekliği $13,09 \pm 2,88$ mm'dir. Insula üzerindeki sulcus circularis insulae en belirgin sulkustur. Bu sulkusun alt ucundan anterior periinsular sulkusa uzaklığı insular pol genişliğidir ve $19,63 \pm 4,03$ mm olarak ölçülmüştür.

Anterior insulada en uzun girus $20,20 \pm 4,08$ mm ile arka kısa insular girus, en kısa girus ise $17,01 \pm 3,89$ mm ile orta kısa insular girustur. Posterior insulada $27,72 \pm 5,69$ mm ile arka uzun insular girus, $25,47 \pm 6,44$ mm ile ön uzun insular girustan daha uzundur. Bu uzunluklar superior periinsular sulkus ile insular apekse en yakın noktaları arasında ölçüldüğü için uzunluk arttıkça girus yapılarının posteriora doğru eğimi de artmaktadır.

Arteria cerebri media'nın arteriae centrales anterolaterales dalları nuclei basales'i besler. Bu dallar, arteria cerebri media'nın M₁ segmentinden çıkar. Insula'nın şekline paralel olarak arteria cerebri media distaline ilerledikçe bifurkasyona en yakın çıkan dal aynı zamanda en lateraldeki daldır. Cerrahi sırasında insular apeksi gördükten sonra en lateraldeki arteriae centrales anterolaterales uzaklığı $23,21 \pm 4,12$ mm olarak ölçülmüştür. Bu uzaklık boyunca nuclei basales'e dallanma olmadığı görülmektedir.

Gyri breves insulae ve gyrus longus insulae, insular apeks ile aynı düzlemde bulunmaktadır ve sulcus lateralis diseksiyonunda kolaylıkla fark edilirler. Fakat transvers insular girus ve aksesuar insular girus insula'nın ön-alt kısmında ve diğer gyri yapılarıyla farklı düzlemde yer almaktadır. Bu nedenle insular apekse göre yerleşimleri saat kadranı olarak tespit edildikten sonra uzaklıkları da ölçülmüştür ve bulgularımız Tablo 6.2'de verilmiştir. Bu

bulgulara göre transvers insular girus 39 beyinde görülmektedir. Bunların 30'unda transvers insular girusun insular apeksin tam inferiorunda yer aldığı görülmektedir. Beyinlerin 6'sında ön-alt, 3'ünde ise arka-alt yerleşimdedir. Aksesuar insular girus 39 beyinde gözlenmiştir. Bunların 21'inde insular apeksin tam önünde yer almaktadır. Sadece 1 beyinde insular apeksin arka-alt kısmından başlamaktadır. Diğer 17 beyinde ise ön-alt yerleşimdedir. Arteria cerebri media bifurkasyonu 24 beyinde insular apeksin tam inferiorunda bulunmaktadır. Beyinlerin 15'inde ön-alt, 1'inde ise arka-alt yerleşimdedir.

Tablo 6.1 Lobus Insularis Topografik Ölçümlerinin Bulguları.

Parametreler	Sol (mm)	Sağ (mm)	Toplam (mm)
Sulcus circularis insulae – Pars orbitalis uzaklığı	20,89±3,20	22,28±3,91	21,58±3,60
Sulcus circularis insulae – Pars triangularis uzaklığı	22,72±3,47	23,37±2,61	23,05±3,05
Sulcus circularis insulae – Pars opercularis uzaklığı	24,27±4,20	24,03±2,72	24,15±3,49
Sulcus circularis insulae – Gyrus supramarginalis uzaklığı	29,70±3,20	31,18±3,69	30,44±3,49
Anterior periinsular sulkus uzunluğu	23,66±4,45	23,10±4,85	23,38±4,61
Superior periinsular sulkus uzunluğu	60,30±6,21	58,86±6,83	59,58±6,48
İnferior periinsular sulkus uzunluğu	32,16±7,43	33,38±6,77	32,77±7,05
Limen insulae genişliği	15,82±3,22	16,57±2,74	16,19±2,98
Limen reses genişliği	9,62±2,10	10,57±2,85	10,10±2,52
Limen insulae – insular apeks yüksekliği	12,93±3,04	13,26±2,78	13,09±2,88
İnsular pol genişliği	19,70±3,47	19,55±4,61	19,63±4,03
Anterior insular sulkus uzunluğu ¹⁴	16,25±4,56	16,09±3,82	16,17±4,15
Presantral insular sulkus uzunluğu	14,87±3,00	15,91±4,11	15,39±3,59
Sulcus centralis insulae uzunluğu	24,79±4,96	23,73±5,92	24,26±5,42
Postsantral insular sulkus uzunluğu	23,08±7,77	23,96±5,65	23,52±6,72
Ön kısa insular girus uzunluğu	18,82±3,18	19,69±3,26	19,26±3,21
Orta kısa insular girus uzunluğu	16,48±3,41	17,54±4,35	17,01±3,89
Arka kısa insular girus uzunluğu	20,85±3,92	19,55±4,23	20,20±4,08
Ön uzun insular girus uzunluğu	25,97±7,10	24,96±5,85	25,47±6,44
Arka uzun insular girus uzunluğu	27,64±6,45	27,79±4,99	27,72±5,69
İnsular apeks – En lateraldeki arteriae centrales anterolaterales uzaklığı	22,09±4,59	24,38±3,26	23,21±4,12

14 Bazı kaynaklar bu yapı için kısa insular sulkus (short insular sulcus) demiştir (37,43).

Tablo 6.2 İnsular Apeks'e Göre Transvers ve Aksesuar İnsular Girus ile Arteria Cerebri Media Bifurkasyonun Saat Kadranı Yerleşimleri ve Uzaklıkları.

	Sağ/ Sol	Saat Kadranı Yönleri	Sayı	Yüzde (%)	Uzaklık (mm)		
Transvers insular girus	Sol	5	2	10	17,84±1,26	12,34±5,61	12,34±4,49
		6	16	80	11,94±5,66		
		7	1	5	7,77		
	Sağ	5	5	25	13,80±3,19	12,34±3,24	
		6	14	70	12,02±3,28		
		7	1	5	9,58		
Aksesuar insular girus	Sol	6	1	5	8,09	11,02±5,00	10,71±4,47
		7	5	25	15,86±7,08		
		8	1	5	12,70		
		9	12	60	9,11±2,66		
	Sağ	3	9	45	8,05±2,50	10,42±4,02	
		4	4	20	10,35±1,72		
		5	6	30	12,29±3,70		
		7	1	5	20,82		
Arteria cerebri media bifurkasyonu	Sol	5	8	40	19,62±2,44	18,56±4,25	18,39±4,62
		6	11	55	18,43±4,92		
		7	1	5	11,49		
	Sağ	6	13	65	18,54±5,94	18,22±5,08	
		7	6	30	18,51±2,47		
		8	1	5	12,22±5,08		

Lobus insularis'in sulkus ve girus yapılarının, limen insulae, insular apeks, anterior periinsular sulkus, ön ve arka insula noktalarının arteria cerebri media'nın hangi kısmı tarafından beslendiği incelenmiştir. Arteria cerebri media bifurkasyonu proksimalinde, bifurkasyonda ve bifurkasyon distalinde trunk seviyesinde görülen anevrizmalarında ortak etkilenebilecek yapılar bu şekilde ortaya konmuştur.

Aksesuar insular girusun beslenmesine sağda 12 beyinde superior trunk (%60), 4 beyinde erken dal (%20), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5) ve 3 beyinde superior trunk ile erken dal birlikte (%15) katkıda bulunmuştur. Solda ise 15 beyinde superior trunk (%75), 3

beyinde erken dal (%15), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5) tarafından beslenmektedir.

Transvers insular girus sağda 9 beyinde superior trunk (%45), 3 beyinde erken dal (%15), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5), 2 beyinde superior ve inferior trunklar birlikte (%10), 4 beyinde superior trunk ve erken dal birlikte (%20), 1 beyinde ise hem superior hem inferior hem de orta trunk (%5) tarafından beslenir. Solda ise 14 beyinde superior trunk (%70), 2 beyinde erken dal (%10), 1 beyinde superior ve orta trunk (%5), 1 beyinde superior trunk ve erken dal (%5), 1 beyinde superior ve inferior trunk ile aksesuar arteria cerebri media (%5) tarafından beslenmektedir.

Anterior periinsular sulkus sağda 13 beyinde superior trunk (%65), 5 beyinde erken dal (%25), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5) ve 1 beyinde superior ve erken dal (%5) tarafından beslenir. Solda ise 17 beyinde superior trunk (%85), 2 beyinde erken dal (%10), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5) tarafından beslenmektedir.

Ön kısa insular girus sağda 15 beyinde superior trunk (%75), 3 beyinde erken dal (%15), 1 beyinde superior trunk ve erken dal (%5), 1 beyinde ise superior trunk ve aksesuar arteria cerebri media (%5) tarafından beslenmiştir. Solda ise 14 beyinde superior trunk (%70), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5), 3 beyinde superior ve orta trunk (%15), 2 beyinde superior trunk ve erken dal (%10) beslenmektedir.

Orta kısa insular girus sağda 16 beyinde superior trunk (%80), 1 kez orta trunk (%5), 2 kez superior ve orta trunk tarafından birlikte ve 1 beyin ise superior trunk ve erken dallar tarafından beslenir. Solda ise 12 beyinde superior trunk (%60), 1 beyinde inferior trunk (%5), 4 beyinde orta trunk (%20), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5), 1 beyinde superior ve inferior trunk (%5), 1 beyinde superior ve orta trunk (%5) beslenmektedir.

Arka kısa insular girus sağda 8 beyinde superior trunk (%40), 2 beyinde inferior trunk (%10), 3 beyinde orta trunk (%15), 3 beyinde superior ve inferior trunk (%15), 2 beyinde superior ve orta trunk (%10), 2 beyinde ise inferior ve orta trunk (%10) tarafından beslenmektedir. Solda ise 7 beyinde superior trunk (%35), 2 beyinde inferior trunk (%10), 4 beyinde orta trunk (%20), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5), 2 beyinde superior ve inferior trunk (%10), 3 beyinde superior ve orta trunk (%15), 1 beyinde inferior ve orta trunk (%5) beslenmektedir.

Ön uzun insular girus sağda 9 beyinde inferior trunk (%45), 4 beyinde superior ve inferior trunk (%20), 2 beyinde superior ve orta trunk (%10), 5 beyinde inferior ve orta trunk (%25) tarafından beslenmektedir. Solda ise 3 beyinde superior trunk (%15), 8 beyinde inferior trunk

(%40), 3 beyinde orta trunk (%15), 2 beyinde superior ve inferior trunk (%10), 3 beyinde inferior ve orta trunk (%15), 1 beyinde hem superior hem inferior hem de orta trunk (%5) tarafından beslenmektedir.

Arka uzun insular girus sağda 16 beyinde inferior trunk (%80), 1 beyinde orta trunk (%5), 2 beyinde inferior ve orta trunk (%10), 1 beyinde inferior trunk ve erken dal (%5) tarafından beslenmektedir. Solda ise 16 beyinde inferior trunk (%80), 3 beyinde inferior ve orta trunk (%15), 1 beyinde hem superior hem inferior hem de orta trunk (%5) tarafından beslenmektedir.

İnsular apeks sağda 10 beyinde superior trunk (%50), 1 beyinde superior ve inferior trunk (%5), 5 beyinde superior ve orta trunk (%25), 4 beyinde superior trunk ve erken dal (%20) tarafından beslenmektedir. Solda ise 8 beyinde superior trunk (%40), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5), 4 beyinde superior ve inferior trunk (%20), 5 beyinde superior ve orta trunk (%25), 1 beyinde superior trunk ve erken dal (%5), 1 beyinde hem superior hem inferior hem de orta trunk (%5) tarafından beslenmektedir.

Anterior insular sulkus sağda 17 beyinde superior trunk (%85), 3 beyinde ise erken dal (%15) tarafından beslenmektedir. Solda ise 15 beyinde superior trunk (%75), 1 beyinde inferior trunk (%5), 3 beyinde orta trunk (%15), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5) tarafından beslenmektedir.

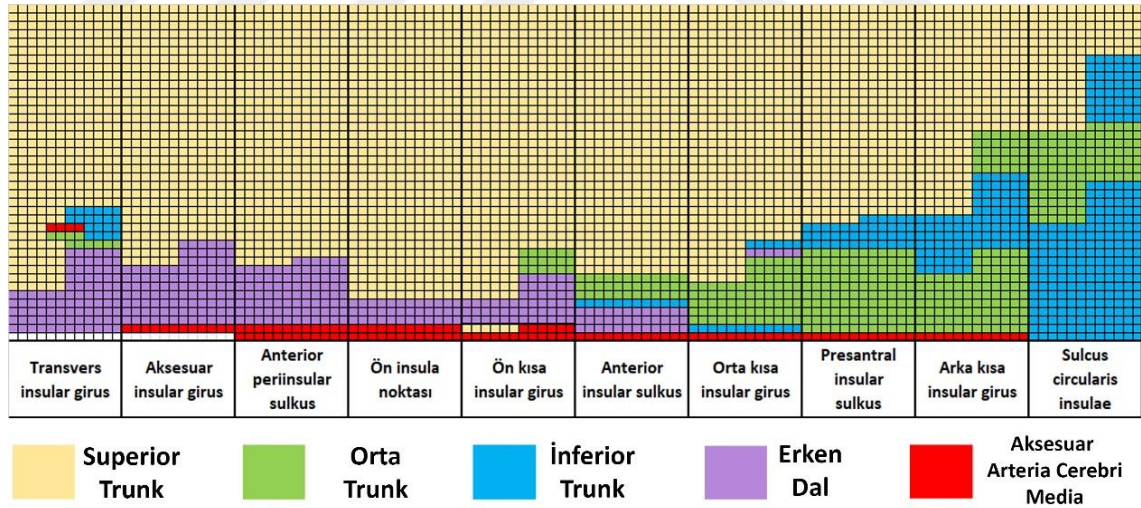
Presantral insular sulkus sağda 15 beyinde superior trunk (%75), 1 beyinde inferior trunk (%5), 4 beyinde ise orta trunk (%20) tarafından beslenmektedir. Solda ise 10 beyinde superior trunk (%50), 2 beyinde inferior trunk (%10), 6 beyinde orta trunk (%30), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5), 1 beyinde superior ve inferior trunk (%5) tarafından beslenmektedir.

Sulcus centralis insulae sağda 2 beyinde superior trunk (%10), 8 beyinde inferior trunk (%40), 2 beyinde orta trunk (%10), 4 beyinde superior ve inferior trunk (%20), 1 beyinde superior ve orta trunk (%5), 3 beyinde ise inferior ve orta trunk (%15) tarafından beslenmektedir. Solda ise 4 beyinde superior trunk (%20), 6 beyinde inferior trunk (%30), 4 beyinde orta trunk (%20), 4 beyinde superior ve inferior trunk (%20), 2 beyinde inferior ve orta trunk (%10) tarafından beslenmektedir.

Postsantral insular sulkus sağda 16 beyinde inferior trunk (%80), 1 beyinde orta trunk (%5), 2 beyinde inferior ve orta trunk (%10), 1 beyinde inferior trunk ve erken dal (%5) tarafından beslenmektedir. Solda ise 2 beyinde superior trunk (%10), 14 beyinde inferior trunk (%70), 4 beyinde inferior ve orta trunk (%20) tarafından beslenmektedir.

Limen insulae'nin beslenmesi diğer yapılara göre daha fazla varyasyon göstermektedir. Sağda 1 beyinde superior trunk (%5), 2 beyinde erken dal (%10), 5 beyinde superior ve inferior trunk (%25), 1 beyinde inferior ve orta trunk (%5), 2 beyinde superior, inferior ve orta trunk (%10), 5 beyinde superior ve inferior trunk ile erken dal (%25), 1 beyinde superior ve inferior trunk ile aksesuar arteria cerebri media (%5), 1 beyinde superior ve orta trunk ile erken dal (%5), 1 beyinde inferior ve orta trunk ile erken dal (%5), 1 beyinde ise superior, inferior ve orta trunk ile erken dal (%5) tarafından beslenmektedir. Solda ise 4 beyinde superior trunk (%20), 1 beyinde inferior trunk (%5), 1 beyinde erken dal (%5), 7 beyinde superior ve inferior trunk (%35), 3 beyinde superior ve orta trunk (%15), 1 beyinde inferior ve orta trunk (%5), 1 beyinde hem superior hem inferior hem de orta trunk (%5), 1 beyinde superior ve inferior trunk ile erken dal (%5), 1 beyinde ise superior ve inferior trunk ile aksesuar arteria cerebri media (%5) tarafından beslenmektedir.

Ön insula noktası sağda 16 beyinde superior trunk (%80), 3 beyinde erken dal (%15), 1 beyinde ise aksesuar arteria cerebri media (%5) tarafından beslenmektedir. Solda ise 19 beyinde superior trunk (%95), 1 beyinde aksesuar arteria cerebri media (%5) tarafından beslenmektedir.

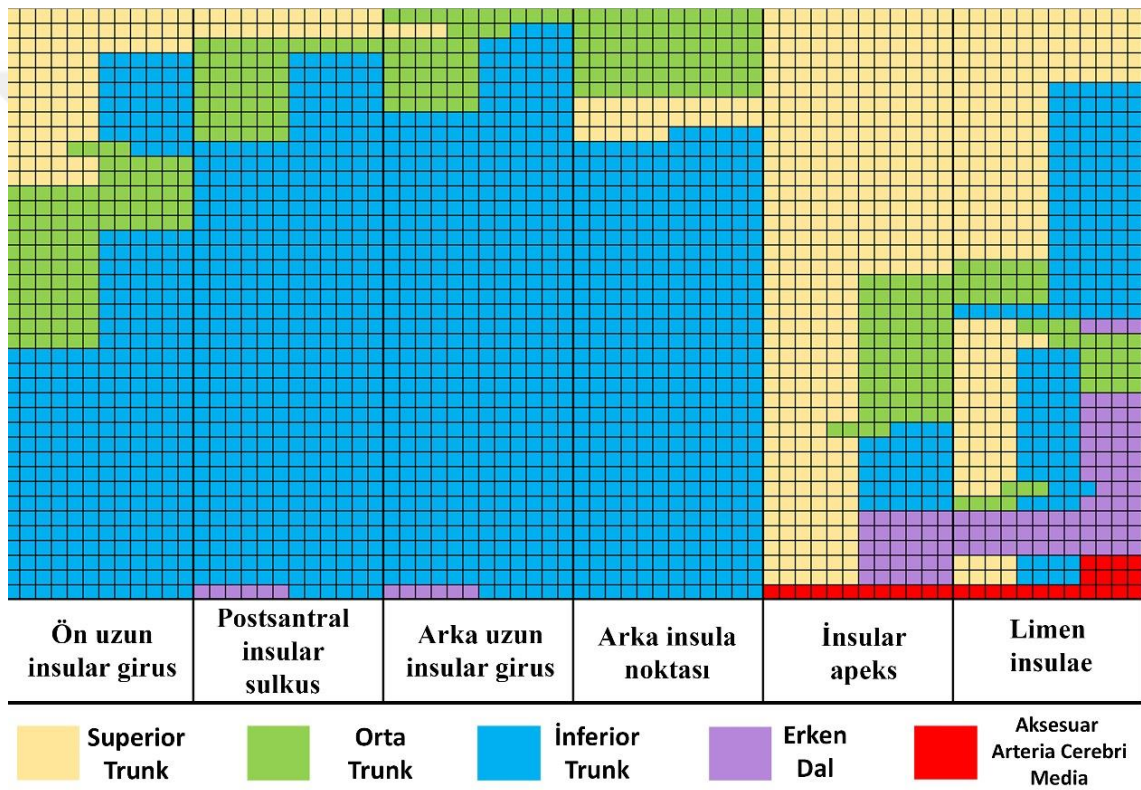


Şekil 6.1 Anterior İnsulanın Beslenmesi.

Anterior insulanın her bölümü için ayrılan sütunlarda 40 satır yer almaktadır. Her satır bir hemispherium cerebri'yi temsil etmektedir. Arteria cerebri media'nın farklı bölümlerinden gelen arterler ortak bir yapıyı besliyor ise satırdaki kareler buna uygun olarak bölünmüştür. Bu nedenle her satırdan 12 küçük kare yer almaktadır.

Arka insula noktası sağda 1 beyinde superior trunk (%5), 16 beyinde inferior trunk (%80), 2 beyinde orta trunk (%10), 1 beyinde ise superior ve inferior trunk (%5) tarafından beslenmektedir. Solda ise 1 beyinde superior trunk (%5), 15 beyinde inferior trunk (%75), 4 beyinde orta trunk (%20) tarafından beslenmektedir.

Anterior insula'da bulunan gyri ve sulci yapılarına genel olarak baktığımızda ağırlıklı olarak superior trunk tarafından beslendiği Şekil 6.1'de görülmektedir. Arteria cerebri media'nın erken dalları anterior insula'nın ön-alt kısmında ikinci baskın arterdir. Sulcus centralis insulae'ye yaklaştıkça önce orta trunk sonra inferior trunk baskınlaşır. Sulcus circularis insulae'de ise inferior trunk baskın arterdir.



Şekil 6.2 Posterior İnsula, İnsular Apeks ve Limen Insulae'nin Beslenmesi.

Posterior insulanın her bölümü için ayrılan sütunlarda 40 satır yer almaktadır. Her satır bir hemisferium cerebri'yi temsil etmektedir. Arteria cerebri media'nın farklı bölümlerinden gelen arterler ortak bir yapıyı besliyor ise satırdaki kareler buna uygun olarak bölünmüştür. Bu nedenle her satırdan 12 küçük kare yer almaktadır.

Posterior insulanın beslenmesinde inferior trunk baskındır. Ardından orta trunk ve superior trunk gelir. Şekil 6.2'de görüldüğü gibi posterior insulanın beslenmesinde aksesuar arteria cerebri media katkıda bulunmamaktadır. Erken dallar ise tüm beyinler göz önüne

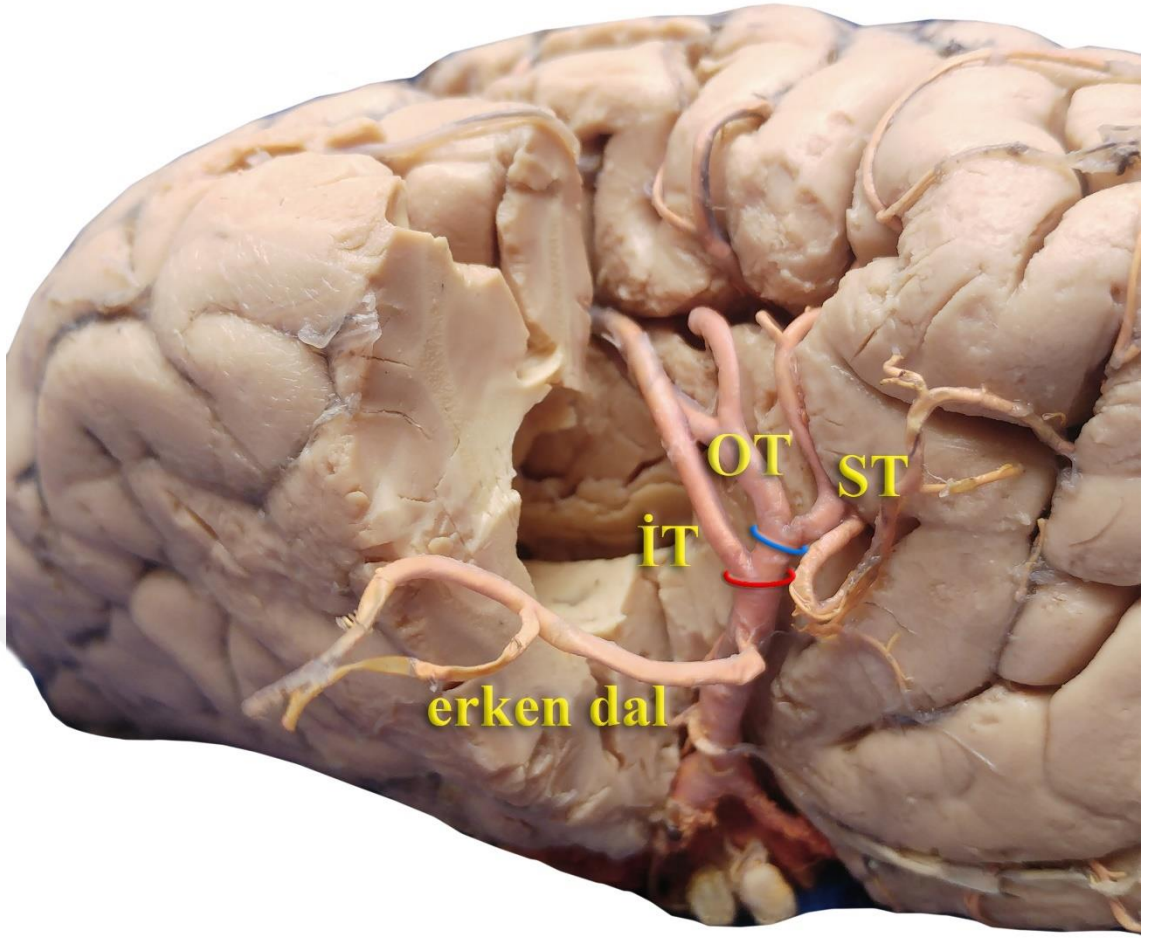
alındığında postsantral insular sulkusun ve arka uzun insular girusun beslenmesine inferior trunk ile %2,5'er oranda katkıda bulunmuştur.

Limen insulae ve insular apeksin beslenmesi birbirine oldukça benzerdir. Arteriyel beslenmedeki bu benzerliğin nedeni ise bu iki anatomik yapının arteria cerebri media'nın ilerlediği doğrultuya paralel olarak yerleşmesidir. Insula'nın iki yapı aynı zamanda beslenmesi en çok çeşitlilik gösteren yapıdır. Arteria cerebri media bifurkasyonuna yakın olduğu için her üç trunktan ve erken dallardan beslenme potansiyeli vardır.

Tablo 6.3 Arteria Cerebri Media ve Trunklarının Ölçümleri.

	Arteria Cerebri Media Çapı	M ₁ uzunluğu	Superior Trunk Çapı	İnferior Trunk Çapı	Orta Trunk Çapı	Orta Trunk ile Bifurkasyon Uzaklığı
Sağ	2,90±0,40	21,72±5,19	2,06±0,37	2,29±0,49	1,90±0,34	6,31±4,83
Sol	2,94±0,44	16,94±5,35	2,00±0,46	2,40±0,43	1,99±0,40	6,50±5,60
Toplam	2,92±0,41	19,27±5,74	2,03±0,41	2,34±0,46	1,94±0,36	6,40±5,02

Arteria cerebri media'nın ve dallarının ölçümleri de yapılmıştır. Arteria cerebri media'nın çapı, M₁ uzunluğu, superior trunk, inferior trunk ve orta trunk çapları, orta trunk ile arteria cerebri media bifurkasyon uzaklığının sonuçları sağ ve sol beyin olarak ayrı ayrı Tablo 6.3'te verilmiştir. Arteria cerebri media bifurkasyonunun distalinde superior veya inferior trunktan orta trunkun çıktığı dallanmaya ikinci bifurkasyon veya yanlış bifurkasyon (false bifurcation) denir (Şekil 6.3). Orta trunk ile arteria cerebri media bifurkasyonu uzaklığı olarak belirttiğimiz ölçüm, bu iki bifurkasyon arasındaki uzaklığı tanımlamaktadır. Orta trunkun sağda 2 beyinde superior trunktan (%10) ve 6 beyinde inferior trunktan (%30) çıktığı gözlemlendi. Ancak 12 beyinde (%60) orta trunk görülmedi. Solda ise orta trunk; 2 beyinde superior trunktan (%10) ve 5 beyinde inferior trunktan (%25) çıktığı görüldü. Beyinlerin 13'ünde (%65) ise orta trunk görülmedi. Tüm beyinler sağ ve sol birlikte değerlendirildiğinde orta trunk görülme oranı %37,5'tir ve bu oranın %27,5'inde inferior trunktan köken almaktadır. Arteria cerebri media'nın inferior trunk çapı 30 beyinde (%75) superior trunktan geniştir. Ancak anterior insulanın beslenmesinden büyük oranda superior trunk sorumludur.



Şekil 6.3 Arteria Cerebri Media Bifurkasyonu ve Erken Dallanma (Sağ).

Kırmızı halka ile arteria cerebri media bifurkasyonu, mavi halka ile orta trunk dallanma yeri (ikinci bifurkasyon veya yanlış bifurkasyon) gösterilmektedir. ST, superior trunk; İT, inferior trunk; OT, orta trunk.

Kortikal arterlerin arteria cerebri media'nın hangi bölümünden ayrıldıkları ve çapları Tablo 6.4'te verilmiştir. Arteria sulci centralis, ramus temporooccipitalis, ramus temporalis medius ve ramus temporalis anterior 39 beyinde; arteria polaris temporalis 35 beyinde; diğer arterler ise tüm beyinlerde görüldü. Kortikal arterler arasında çapı en geniş olan arter sağda $1,59 \pm 0,33$ mm ile ramus temporooccipitalis, solda ve toplamda sırasıyla $1,51 \pm 0,27$ mm ve $1,54 \pm 0,25$ mm ile ramus gyri angularis'ti. Çapı en küçük kortikal arter solda $0,88 \pm 0,21$ mm, sağda $0,92 \pm 0,26$ mm ve toplamda $0,90 \pm 0,23$ mm ile arteria polaris temporalis'ti. Arteria orbitofrontalis lateralis, arteria prefrontalis, arteria sulci precentralis ve arteria sulci centralis sırasıyla 27, 34, 32 ve 25 hemispherium cerebri'de superior trunktan köken aldı. Arteria parietalis posterior, ramus gyri angularis, ramus temporooccipitalis ve ramus temporalis

posterior sırasıyla 21, 33, 37 ve 26 hemispherium cerebri'de inferior trunktan köken aldı. Ramus temporalis medius, ramus temporalis anterior ve arteria polaris temporalis ise sırasıyla 22, 30 ve 32 hemispherium cerebri'de en sık erken dal olarak arteria cerebri media'dan ayrıldı. Arteria parietalis posterior'un köken aldığı arteria cerebri media bölümü diğer kortikal arterlere göre daha dengeliydi. Superior trunktan 16, orta trunktan 12 ve inferior trunktan 9 hemispherium cerebri'de köken aldı.

Arteria cerebri media bifurkasyonundan ne kadar uzaklıkta ayrıldıkları ve kaç dallanmada ayrıldıkları Tablo 6.5'te verilmiştir. Arteria cerebri media bifurkasyonundan sonra trunk yapılarından daha distalde ayrılan kortikal arter solda ramus temporooccipitalis ($39,76 \pm 19,65$ mm) ve ramus gyri angularis ($38,58 \pm 17,03$ mm); sağda ramus gyri angularis ($37,97 \pm 15,38$ mm) ve arteria parietalis posterior ($36,41 \pm 17,20$ mm)'dur. Ayrıca genellikle erken dal olarak çıkan ramus temporalis medius ve ramus temporalis anterior ise arteria cerebri media bifurkasyonundan sonra çıktığında sırasıyla $34,73 \pm 20,16$ mm (6 beyinde) ve $38,18 \pm 24,98$ mm (3 beyinde) uzaklıkta ayrılmaktaydı. En çok dallanarak çıkan kortikal arterler ise arteria sulci centralis ve arteria parietalis anterior'dur.

Erken daldan çıkanların M₁ segmentinden ayrıldıkları yerin arteria cerebri media köküne uzaklığı ve erken daldan ne kadar uzaklıkta ve kaç dallanmada ayrıldığı Tablo 6.6'da verilmiştir. Erken dallar arasında M₁ segmentinden en az dallanma yaparak çıkan arteria polaris temporalis'ti. Arteria polaris temporalis aynı zamanda M₁ segmentinin daha proksimalinden (solda $5,91 \pm 4,80$ mm, sağda $7,55 \pm 5,03$ mm) ayrılmaktaydı. Erken dallar sağda daha fazla dallanarak ayrılmaktaydı. Ramus temporalis anterior, ramus temporalis medius ve arteria polaris temporalis erken dallar arasında en çok dallanarak ayrılanlardı.

Arteria cerebri media'dan beraber ayrıldıkları kortikal arterlerin sıklığı ve M₂ segmentlerinin uzunlukları Tablo 6.7'de gösterildi. Bazı kortikal arterlerin M₃ segmentinde ayrıldığı ve M₂ segmentinin olmadığı gözlemlendi. Bu nedenle M₂ segmenti olan arterlerin sayısı Tablo 6.7'ye eklendi. Bu tabloda M₂ segmentine sahip arterlerin sayısına bakarak lobus temporalis'i besleyen arterlerin insula beslenmesine daha az katkıda bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Bu arterlerin hem erken dal olarak Arteria cerebri media'dan ayrıldığı hem de insula üzerinde çok kısa seyrederek lobus temporalis'e ilerlediği anlaşılmaktadır.

Tablo 6.4 Kortikal Arterlerin Çapları ve Arteria Cerebri Media'dan Ayrıldığı Bölümler.

Kortikal Arterler	Sol			Sağ		
	Sayı	Nereden Çıkıyor (sayısı)	Çap (mm)	Sayı	Nereden Çıkıyor (sayısı)	Çap (mm)
Arteria orbitofrontalis lateralis	20	Aksesuar (1) Erken dal (3) ST (16)	1,00±0,23	20	Aksesuar (1) Erken dal (8) ST (11)	1,21±0,33
Arteria prefrontalis	20	Aksesuar (1) ST (19)	1,27±0,27	20	ST (15) Erken dal (5)	1,20±0,25
Arteria sulci precentralis	20	Aksesuar (1) ST (15) OT (3) İT (1)	1,35±0,33	20	ST (17) OT (1) Erken dal 2	1,18±0,27
Arteria sulci centralis	20	Aksesuar (1) ST (10) OT (6) İT (3)	1,28±0,30	19	ST (15) OT (3) İT (1)	1,29±0,30
Arteria parietalis anterior	20	ST (7) OT (6) İT (7)	1,24±0,29	20	ST (9) OT (6) İT (5)	1,32±0,28
Arteria parietalis posterior	20	ST (6) OT (4) İT (10)	1,33±0,36	20	ST (4) OT (5) İT (11)	1,27±0,34
Ramus gyri angularis	20	ST (1) OT (1) İT (18)	1,51±0,27	20	ST (2) OT (3) İT (15)	1,57±0,24
Ramus temporooccipitalis	19	İT (17) Erken dal (2)	1,48±0,37	20	İT (20)	1,59±0,33
Ramus temporalis posterior	20	İT (16) Erken dal (4)	1,29±0,35	20	İT (10) Erken dal (10)	1,33±0,34
Ramus temporalis medius	20	İT (11) Erken dal (9)	1,12±0,25	19	İT (6) Erken dal (13)	1,03±0,32
Ramus temporalis anterior	20	İT (6) Erken dal (14)	0,95±0,22	19	İT (3) Erken dal (16)	1,03±0,24
Arteria polaris temporalis	19	İT (2) Erken dal (17)	0,88±0,21	16	İT (1) Erken dal (15)	0,92±0,26

Kısaltmalar: ST, superior trunk; İT, inferior trunk; OT, orta trunk; aksesuar, aksesuar arteria cerebri media.

Tablo 6.5 Arteria Cerebri Media Bifurkasyon Sonrası Kortikal Arterlerin Dallanma Paterni.

Kortikal Arterler	Sol			Sağ		
	Sayı	Bifurkasyona uzaklığı (mm)	(Dallanma) Görülme Sayısı	Sayı	Bifurkasyona uzaklığı (mm)	(Dallanma) Görülme Sayısı
Arteria orbitofrontalis lateralis	16	22,33±9,99	(1) 4 (2) 7 (3) 4 (4) 1	11	11,12±6,64	(1) 5 (2) 6
Arteria prefrontalis	19	23,43±9,51	(1) 5 (2) 8 (3) 5 (4) 1	15	25,15±10,48	(1) 2 (2) 7 (3) 6
Arteria sulci precentralis	19	26,12±11,32	(1) 5 (2) 5 (3) 8 (4) 1	18	28,42±11,15	(1) 2 (2) 8 (3) 6 (4) 2
Arteria sulci centralis	19	33,57±13,40	(1) 3 (2) 3 (3) 9 (4) 3 (6) 1	19	24,58±12,10	(1) 4 (2) 11 (3) 4
Arteria parietalis anterior	20	37,30±17,05	(1) 1 (2) 4 (3) 1 (4) 3 (6) 1	20	29,36±16,12	(1) 4 (2) 10 (3) 3 (4) 3
Arteria parietalis posterior	20	33,36±19,83	(1) 3 (2) 7 (3) 7 (4) 1 (5) 2	20	36,41±17,20	(1) 4 (2) 5 (3) 7 (4) 2 (5) 2
Ramus gyri angularis	20	38,58±17,03	(1) 3 (2) 5 (3) 8 (4) 3 (5) 1	20	37,97±15,38	(1) 4 (2) 6 (3) 7 (4) 1 (5) 2

Tablo 6.5 Arteria Cerebri Media Bifurkasyon Sonrası Kortikal Arterlerin Dallanma Paterni (devamı).

Kortikal Arterler	Sol			Sağ		
	Sayı	Bifurkasyona uzaklığı (mm)	(Dallanma) Görülme Sayısı	Sayı	Bifurkasyona uzaklığı (mm)	(Dallanma) Görülme Sayısı
Ramus temporooccipitalis	18	39,76±19,65	(0) 1 (1) 1 (2) 5 (3) 7 (4) 4	20	30,39±14,96	(1) 6 (2) 9 (3) 4 (4) 1
Ramus temporalis posterior	15	30,97±14,74	(1) 2 (2) 4 (3) 9	10	23,91±13,10	(1) 2 (2) 6 (3) 1 (4) 1
Ramus temporalis medius	11	29,78±15,46	(1) 1 (2) 6 (3) 3 (4) 1	6	34,73±20,16	(1) 2 (2) 2 (3) 1 (4) 1
Ramus temporalis anterior	6	25,90±22,80	(1) 3 (2) 2 (3) 1 (4) 1	3	38,18±24,98	(2) 1 (3) 2
Arteria polaris temporalis	2	5,39±7,62	(1) 2	1	27,87	(3) 1

M₁ segmentinde görülen arteria cerebri media anomalilerinden aksesuar arteria cerebri media bir beyinde bilateral olarak gözlemlendi. Aksesuar arteria cerebri media'dan solda arteria orbitofrontalis lateralis, arteria prefrontalis, arteria sulci precentralis ve arteria sulci centralis çıkarken, sağda sadece arteria orbitofrontalis lateralis çıktı. Bir diğer M₁ segment anomalisi olan fenestrasyon bir beyinde tek taraflı olarak gözlemlendi ve fenestrasyon bölgesinden arteria polaris temporalis ve ramus temporalis anterior'un dallandığı kaydedildi (Şekil 6.4).

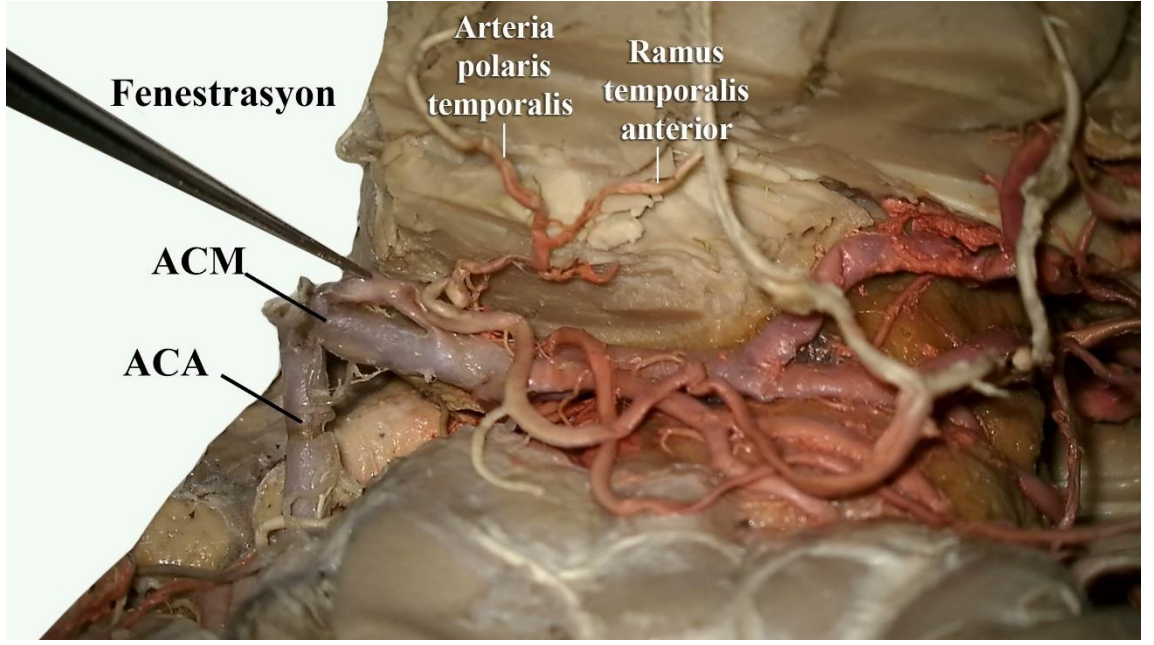
Tablo 6.6 Erken Dal Olarak Ayrılan Kortikal Arterlerin Dallanma Paterni.

Kortikal Arterler	Sol			Sağ		
	Arteria Cerebri Media köküne uzaklığı (mm)	(Dallanma) Görülme Sayısı	Erken daldan ne kadar uzaklıkta çıkıyor (mm)	Arteria Cerebri Media köküne uzaklığı (mm)	(Dallanma) Görülme Sayısı	Erken daldan ne kadar uzaklıkta çıkıyor (mm)
Arteria orbitofrontalis lateralis	9,53±4,68	(0) 3	1,04±1,80	15,33±2,84	(0) 3 (1) 4 (2) 1	4,85±5,92
Arteria prefrontalis	-	-	-	13,29±2,53	(1) 3 (2) 1 (4) 1	19,01±17,78
Arteria sulci precentralis	-	-	-	11,91±1,52	(2) 1 (4) 1	38,30±1,95
Ramus temporooccipitalis	11,51±14,91	(0) 1 (3) 1	44,62±63,10	-	-	-
Ramus temporalis posterior	7,54±4,76	(2) 3 (3) 1	39,75±33,26	11,07±5,38	(0) 1 (1) 5 (2) 3 (3) 1	18,28±13,46
Ramus temporalis medius	7,01±3,79	(1) 1 (2) 8	30,44±13,13	10,41±4,95	(0) 1 (1) 3 (2) 6 (3) 2 (6) 1	24,47±12,68
Ramus temporalis anterior	8,35±4,87	(0) 1 (1) 6 (2) 7	21,64±13,78	8,67±5,73	(0) 1 (1) 6 (2) 6 (3) 2 (6) 1	19,67±15,12
Arteria polaris temporalis	5,91±4,80	(0) 7 (1) 9 (2) 1	12,49±7,93	7,55±5,03	(0) 2 (1) 7 (2) 4 (3) 1 (5) 1	15,19±13,71

Tablo 6.7 Kortikal arterlerin dallanma paterni

Kortikal Arterler	SOL			SAĞ		
	Hangi Kortikal Arterle Çıkıyor (sayı)	M ₂ uzunluğu		Hangi Kortikal Arterle Çıkıyor (sayı)	M ₂ uzunluğu	
		Sayı	Ortalama ± Standart Sapma		Sayı	Ortalama ± Standart Sapma
Arteria orbitofrontalis lateralis	Prefront (15)	18	11,36±8,28	Prefront (7)	19	15,54±6,79
Arteria prefrontalis	OF (15) Precentralis (3)	18	14,65±6,62	OF (7) Precentralis (12)	19	16,59±11,27
Arteria sulci precentralis	Prefront (3) Centralis (8)	18	17,18±7,15	Prefront (12) Centralis (7)	16	13,86±8,49
Arteria sulci centralis	Precentralis (8) AntParietal (8)	15	17,21±9,74	Precentralis (7) AntParietal (5)	15	15,32±8,05
Arteria parietalis anterior	Centralis (8) PostParietal (9)	16	19,39±9,67	Centralis (5) PostParietal (6)	14	18,99±8,00
Arteria parietalis posterior	AntParietal (9) Angular (4)	16	26,53±13,23	AntParietal (6) Angular (11)	13	18,87±11,37
Ramus gyri angularis	PostParietal (4) TemporoOcci (9)	16	23,56±13,33	PostParietal (11) TemporoOcci (7)	16	19,86±9,48
Ramus temporooccipitalis	Angular (9) PostTemp (5)	6	25,19±18,80	Angular (7) PostTemp (6)	14	19,42±6,11
Ramus temporalis posterior	TemporoOcci (5) MedTemp (7)	2	20,08±12,62	TemporoOcci (6) MedTemp (7)	5	26,08±17,58
Ramus temporalis medius	PostTemp (7) AntTemp (9)	1	8,13	PostTemp (8) AntTemp (7)	2	22,24±16,22
Ramus temporalis anterior	MedTemp (9) TP (6)	1	9,28	MedTemp (7) TP (8)	0	-
Arteria polaris temporalis	AntTemp (6)	0	-	AntTemp (8)	0	-

Kısaltmalar: *OF*, arteria orbitofrontalis lateralis; *Prefront*, arteria prefrontalis; *Precentralis*, arteria sulci precentralis; *Centralis*, Arteria sulci centralis; *AntParietal*, Arteria parietalis anterior; *PostParietal*, arteria parietalis posterior; *Angular*, ramus gyri angularis; *TemporoOcci*, ramus temporooccipitalis; *PostTemp*, ramus temporalis posterior; *MedTemp*, ramus temporalis medius; *AntTemp*, ramus temporalis anterior; *TP*, arteria polaris temporalis



Şekil 6.4 Arteria Cerebri Media Fenestrasyonu ve Buradan Çıkan Kortikal Arterler.
ACM, arteria cerebri media; ACA, arteria cerebri anterior.

7. TARTIŞMA

Insula ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır (6,20,46–48,61,62,21,22,35,37,38,43–45). Bunlardan bazıları insula topografisine yönelikken bazıları da arteriyel beslenmesine yönelik çalışmalardır. Radyolojik ve cerrahi girişimlerde insula'nın topografisi ve arteriyel beslenmesi, cerrahi girişimler sırasında ise sulcus lateralis diseke edilirken operculum'ların tepe noktaları ile sulcus circularis insulae uzaklığı önemlidir. Çünkü cerrah insula'nın ne kadar derinde yer aldığını bilmek ister. Tanrıöver'in 43 hemispherium cerebri üzerinde yaptığı çalışma (37) ile bizim çalışmamız Tablo 7.1'de karşılaştırılmıştır. Operculum'ların ve gyrus supramarginalis'in tepe noktaları ile sulcus circularis insulae arası uzaklık bizim çalışmamızda daha uzun bulunmuştur. Ayrıca Türe'nin (38) çalışmasında beynin lateral yüzeyinin anterior insula noktasına uzaklığı 24,4 mm (23-27 mm), posterior insula noktasına uzaklığı 33,4 mm (29-36 mm)'dir. Üç çalışma birlikte değerlendirildiğinde sulcus lateralis'in önünden yapılan diseksiyonlarda insula yaklaşık 20 mm (en kısa 11,51 mm, en uzun 34,02 mm) derinlikte görülür. Bu oluşun arkasından yapılan diseksiyonlarda ise insula yaklaşık 30 mm (en kısa 18,27 mm, en uzun 38,92 mm) derinliktedir. Sulcus lateralis'in önü insula'ya daha yakındır. Elektif cerrahiler dışında örneğin rüptüre arteria cerebri media anevrizmalarında sulcus lateralis diseksiyonu yapılırken cerrah bu parametreleri kullanarak insula üzerine ilerleyebilir.

Tablo 7.1 Operculum'ların ve Gyrus Supramarginalis'in Tepe Noktaları ile Sulcus Circularis Insulae Uzaklıklarının Karşılaştırması.

Uzaklıklar	Tanrıöver (37) (mm)		Çalışmamız (mm)	
	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık
Sulcus circularis insulae – Pars orbitalis uzaklığı	18,80	14,17-24,35	21,58	16,16-30,16
Sulcus circularis insulae – Pars triangularis uzaklığı	18,40	11,51-22,32	23,05	17,56-34,02
Sulcus circularis insulae – Pars opercularis uzaklığı	21,00	15,11-24,54	24,15	15,90-33,31
Sulcus circularis insulae – Gyrus supramarginalis uzaklığı	25,00	18,27-31,66	30,44	25,02-38,92

Insula cerrahisinde en sık kullanılan bölge insula'nın anteroinferior kısmıdır. Bu yolu kullanarak arteria carotis interna, arteria cerebri media bifurkasyonu, Willis poligonu ve cisterna interpeduncularis'e ulaşılabilir (5,62). Cerrahi işlemlerde beynin gerilmesini azaltmak ve ulaşılacak alanı ortaya koymak için insula topografik anatomisi bilinmelidir. Anterior periinsular sulkus, superior periinsular sulkus, inferior periinsular sulkus, limen insulae, limen reses ve insular pol genişlikleri, insular apeksin limen insulae'ye ve en lateraldeki lateral striat artere uzaklıkları bu cerrahi işlemler için önemli parametrelerdir (5,37,38,43,62). Bu konuda literatürdeki çalışmalar (37,38,40,61) ile bizim çalışmamız Tablo 7.2'de karşılaştırılmıştır. Çalışmalar göstermektedir ki insula'nın en uzun kenarı superior periinsular sulkus, en kısa kenarı ise anterior periinsular sulkustur. Bu uzunluklar insula cerrahisinde derinde yer alan bir anatomik yapıya ulaşırken daha yüzeysel yapıların retraksiyonunda önemlidir. Kısa kenarların retraksiyonu daha zor olacağı için frontal ve temporal retraksiyonlarda fonksiyon kaybı görülmesi daha olasıdır (62). Ayrıca Afif'in çalışmalarında (40,61) anterior, superior ve inferior periinsular sulkuslara ek olarak posterior periinsular sulkus tariflenmiştir. Superior ve inferior periinsular sulkusların posteriora doğru biraz daha vertikal seyrettiği bölüm posterior periinsular sulkus olarak ölçülmüştür ancak bu farklılığın nedeni her iki yayında da belirtilmemiştir (38,58). Ölçümdeki bu farklılık nedeniyle Afif'in çalışmalarıyla bizim çalışmamız arasında yalnız anterior periinsular sulkus karşılaştırılabilir.

Arteria cerebri media'nın bifurkasyon ve limen insulae hizasında mediale ve posteriora yaptığı açılanma bölgelerinde anevrizmaları sık görülür (20–22,63,64)(59,60,62–64). Bu nedenle sulcus lateralis diseksiyonunun tabanında insular apeks görüldükten sonra limen insulae'den yüksekliği (vertikal uzaklık) önemlidir. Çalışmaların tümü değerlendirildiğinde insular apeksin limen insulae'den yaklaşık 7-15 mm yükseklikte olduğu görülmektedir. Limen insulae'nin medial ve inferiorunda M₁ segmentinden çıkan arteriae centrales anterolaterales'ler görülür. İnsular apekse en yakın arteriae centrales anterolaterales yaklaşık 7-27 mm inferiordadır. Bu uzaklıktan sonra diencephalon ve nuclei basales'in beslenmesine katkıda bulunan arteriae centrales anterolaterales görülmeye başlamaktadır.

Parametreler içinde substantia perforata anterior'un lateral sınırı ile limen insulae'nin medial sınırı arasında limen reses bulunur. Bu yapı üzerinde perforan arterler bulunmaz. Bizim çalışmamızda bu yapının genişliği 10,10±2,52 mm'dir. Literatürdeki çalışmalar beraber değerlendirildiğinde limen reses genişliği 9-22 mm aralığındadır (37). Bu bölgede perforan arterlerin bulunmaması nedeniyle patolojilerinde nuclei basales'in kanlanması doğrudan etkilenmez. Sonuç olarak limen resesin genişliğinin bilinmesi cerrahi açıdan önemlidir.

Tablo 7.2 Insula'nın Kenarlarındaki Anatomik Yapıların Karşılaştırması.

Parametreler	Türe (38) (mm)	Tanrıöver (37) (mm)	Afif (61) (mm)	Afif (40) (mm)	Çalışmamız (mm)
Anterior periinsular sulkus uzunluğu	28,4	21,10	26,23	28,60	23,38±4,61
Superior periinsular sulkus uzunluğu	57,6	44,30	49,29	52,30	59,58±6,48
İnferior periinsular sulkus uzunluğu	49,2	35,80	30,80	30,50	32,77±7,05
Limen insulae genişliği	-	21,36	-	7,50	16,19±2,98
Limen reses genişliği	-	15,30	-	-	10,10±2,52
İnsular pol genişliği	-	17,70	-	-	19,63±4,03
Limen insulae – insular apeks yüksekliği	14,8	7,40	-	-	13,09±2,88
İnsular apeks – En lateraldeki lateral striat arter uzaklığı	-	14,60	-	-	23,21±4,12

Insula'nın sulkus ve girus yapılarının uzunlukları insula üzerine yapılan pek çok çalışmada ölçülmüştür (33,35,37–39,41,65). Arteria cerebri media bifurkasyonu ve distalindeki anevrizmalara yapılacak cerrahi girişimlerde uygun pozisyon alabilmek için insula anatomisi önem kazanmaktadır (22,37,40,43,61,62,64). Çünkü arteria cerebri media, bifurkasyon hizasında önce posteromediale; bifurkasyondan sonra insula yüzeyini terk ederken superolaterale doğru açılanmaktadır. Insula üzerindeki sulkus yapılarının uzunlukları Tablo 7.3'te karşılaştırılmaktadır. Tanrıöver'in çalışması ve bizim çalışmamız birlikte değerlendirildiğinde limen insulae ile superior periinsular sulkus arasında uzanan sulcus centralis insulae en belirgin ve en uzun sulkustur (24-35 mm). Anterior insular sulkus ve presantral insular sulkus diğer sulkuslara göre hem kısa hem de derinliği daha az olması nedeniyle gelişmemiş yapılardır. Bu nedenle orta kısa insular girusun komşu gyri yapılarıyla sınırlarının belirlenmesi zordur (33,35,37,39,40,44). Orta kısa insular girus hem en kısa (çalışmamızda 17,01±3,89 mm olarak ölçülmüştür) hem de en vertikal yerleşimli girustur. Dolayısıyla anterior insular sulkus ve presantral insular sulkus sırasıyla öne ve arkaya uzanır. Insula üzerindeki girus yapıları posteriora doğru ilerledikçe seyirleri transvers hale gelir.

Tablo 7.3 Insula'daki Sulkus Yapılarının Uzunluklarının Karşılaştırması.

Parametreler	Tanrıöver (mm)	Çalışmamız (mm)
Anterior insular sulkus uzunluğu ¹⁵	14,50	16,17±4,15
Presantral insular sulkus uzunluğu	13,30	15,39±3,59
Sulcus centralis insulae uzunluğu	26,70	24,26±5,42
Postsantral insular sulkus uzunluğu	19,90	23,52±6,72

Tanrıöver'in çalışmasında aksesuar insular girus 26 vakada (%60) görülmüştür. Ayrıca 3 vakada ise postsantral insular sulkus bulunmamaktadır. Bu nedenle bu 3 vakada posterior insulayı tek uzun insular girus oluşturmaktadır (37). Naidich'in ve Varnavas'ın çalışmalarında vakalarının tamamında aksesuar ve transvers insular girusların görüldüğü belirtilmiştir (42,44). Ayrıca Naidich'in çalışmasında 2 hemispherium cerebri'de (%16) orta kısa insular girus gözlenmemiştir. Anterior insular sulkus ve presantral insular sulkusların birer kez görülmediği göz önüne alındığında orta kısa insular girusun iki vakada oluşmamasının nedeni ortaya çıkmaktadır (42).

Türe ve Wysiadecki'nin çalışması uzunlukları ölçmek yerine sulkus ve girus yapılarını sadece iyi belirlenebilen veya belirlenemeyen olarak ayırmıştır (38,39). Wysiadecki'nin 50 hemispherium cerebri üzerinde yaptığı çalışmada sulcus centralis insulae, anterior insular sulkus, presantral insular sulkus ve postsantral insular sulkus sırasıyla 45 (%90), 47 (%94), 44 (%88) ve 22 (%44) insula'da iyi gelişmiştir (39). Ayrıca ön ve arka kısa insular girus vakaların tamamında iyi gelişmişken orta kısa insular girus sadece yarısında (25 hemispherium cerebri) iyi gelişmiş olarak belirtilmiştir. Aksesuar insular girus kısa (18/50, %36) ve iyi gelişmiş (17/50, %34) olarak değerlendirilmiştir. Vakaların 15'inde (%30) ise aksesuar insular girus yoktur. Transvers insular girus vakaların tamamında gözlenmiştir fakat 10 vakada az geliştiği vurgulanmıştır. Türe'nin çalışmasında ise 50 hemispherium cerebri arasından 43'ünde (%86) transvers insular girus iyi belirlenmiştir. Aksesuar insular girus ise 24'ünde (%48) iyi belirlenmiş, 17'sinde (%34) iyi belirlenmemiştir ve 9'unda (%18) ise bu girus yoktur. Ayrıca sulcus centralis insulae %90, anterior insulanın tüm girus yapıları %74, postsantral insular

¹⁵ Tanrıöver bu sulkus için kısa insular sulkus (short insular sulcus) demiştir (37).

sulkus %56 iyi belirlenmiştir (38). Bizim çalışmamızda ise 40 hemispherium cerebri'nin 39'unda (%97,5) transvers ve aksesuar insular giruslar görülmektedir.

Delion'un çalışmasında transvers ve aksesuar insular giruslar tüm kadavralarda görülürken presantral insular sulkus vakaların yarısında sığ bir çöküntü olarak görülmektedir (35).

Transvers ve aksesuar insular giruslar kadavra üzerinde görülse dahi radyolojik olarak iyi belirlenebilmesi diğer girus yapılarına göre oldukça düşüktür (42,66).

Yukarıda bahsedilen çalışmalar göstermektedir ki transvers ve aksesuar insular giruslar görülse bile iyi belirlenebilme oranı düşük giruslardır. Bu nedenle bu iki anatomik yapının pozisyonlarını iyi belirleyebilmek için insular apeks referans noktası alınarak saat kadranı olarak yerleşimlerini ve uzaklıklarını da çalışmamızda gösterdik (Tablo 6.2). Buna göre transvers insular girus hem sağda hem de solda insular apekse göre en sık saat 6 yönünde (%75) yer almaktadır. Aksesuar insular girus ise solda en sık 9 yönünde (%60), sağda ise en sık 3 yönünde (%45) yer almaktadır. Dolayısıyla sağda ve solda en sık yerleşim yeri insular apeksin anteriorunda (%52,5) olduğu görülmektedir. İnsular apeks, insula üzerinde en belirgin anatomik yapılardan biridir. Bu yapıya göre saat kadrانlarını kullanarak aksesuar ve transvers insular girusların yerleşimlerini belirlemek hem cerrahi pratikte hem de radyoloji çalışmalarında kolaylık sağlayacaktır.

Insula'nın arteriyel beslenmesine yönelik çalışmalara baktığımızda bu çalışmalar esasen arteria cerebri media ve dallarını içerir. Arteria cerebri media, dört segmentten oluşur ve substantia perforata anterior'dan cortex cerebri'ye beynin önemli kısmının arteriyel beslenmesine katkıda bulunur (5,37,43,45–47,67,68). Arteria cerebri media'nın proksimal segmentleri (46) olarak da bilinen M₁ ve M₂ segmentleri insula'nın beslenmesini sağlar. Bu iki segment arasındaki sınır hattı bifurkasyondur (35,43,48). M₁ ve M₂ sınırını arteria cerebri media'nın limen insulae'de yaptığı açılanma bölgesi (genu) olarak kabul eden çalışmalar da mevcuttur (34,37,46,47). Arteria cerebri media bifurkasyonunun limen insulae'ye yakın komşuluğu nedeniyle her iki sınır hattı birbirine benzer kabul edilebilir. Biz çalışmamızda bifurkasyonu M₁ ve M₂ segmentleri arasındaki sınır olarak belirledik. Arteria cerebri media'nın M₂ segmentinin ikiye, üçe, dörde veya daha fazlasına dallanarak başladığını kabul eden pek çok çalışma mevcuttur (34,35,37,45,46). Bununla birlikte arteria cerebri media'nın sadece bifurkasyon olarak dallandığını ileri süren çalışmalar da vardır. Bu çalışmalarda arteria cerebri media'nın üçe (trifurkasyon) ve dörde (kuadrifikasyon) çatallanmasını birbirine çok yakın iki bifurkasyonun oluşturduğu ileri sürülmektedir (46,48,69). Bu ikinci çataldan çıkan arteri

Umansky “middle trunk”, Türe ve Kahiloğulları ise “intermediate trunk” olarak adlandırmıştır. Biz çalışmamızda bu arteri orta trunk olarak belirttik. Bu konunun klinik önemi ise arteria cerebri media’nın anevrizmalarının en sık bifurkasyonda meydana gelmesidir (20–22) (59,60,62). Bu nedenle Umansky, Türe ve Kahiloğulları’nın çalışmaları arteria cerebri media anatomisi üzerine birer kilometre taşlarıdır. Bununla birlikte arteria cerebri media’nın sadece bifurkasyon olarak dallandığını öne süren bakış açısı ile arteria cerebri media’nın anevrizmalarını ve klinik yansımalarını inceleyen çalışmalar yetersizdir. Superior, inferior veya orta trunk üzerinde görülen anevrizmaların tedavisini, hastaların klinik bulgularını, iyileşme sürelerini, kanama oranlarını inceleyen klinik çalışmalar mutlaka yapılmalıdır.

Arteria cerebri media’nın çapı, M₁ segmenti uzunluğu, superior trunk, inferior trunk ve orta trunk çapları açısından Umansky, Türe ve Kahiloğulları’nın çalışmaları ile bizim çalışmamız Tablo 7.4’te verilmiştir (43,46,48). Bu dört çalışmaya birlikte bakıldığında genel olarak inferior trunk çapı daha geniştir fakat literatürdeki çalışmalar (35,37,43,47,61,69) göstermektedir ki insula’nın girus ve sulkus yapılarının beslenmesinde superior trunk daha baskındır. Bizim çalışmamızda da benzer olarak aksesuar insular girusta %73,75; transvers insular girusta %71,5; anterior periinsular sulkusta %73,75; ön kısa insular girusta %81,25; orta kısa insular girusta %76,25; arka kısa insular girusta %50; insular apekte %70,75; anterior insular sulkusta %80; presantral insular sulkusta %63,75; ön insula noktasında %87,5 ve limen insulae’de %40,8 ile baskın arter superior trunktur (Şekil 6.1 ve 6.2). Aksesuar insular girus, transvers insular girus ve limen insulae beslenmesinde ise superior trunkun baskın olduğu görülmekle birlikte erken dalların bu bölgeyi insula’nın diğer bölgelerine göre daha yüksek oranda beslediği gözlenmiştir. Sulcus centralis insulae ve posterior insuladaki ön uzun insular girus, arka uzun insular girus, postsantral insular sulkus ve arka insula noktası beslenmesinde sırasıyla %51,25; %60,75; %88,25; %83,75; %78,75 ile inferior trunk baskındır (Şekil 6.1 ve 6.2).

Orta trunk Kahiloğulları’nın (48) çalışmasında %61¹⁶, Türe’nin (43) çalışmasında %55¹⁷, bizim çalışmamızda %37,5¹⁸ oranında görülmektedir. Türe’nin çalışmasında %12,5 vakada orta trunkun oluştuğu ikinci bifurkasyon ile ana bifurkasyon arasındaki mesafenin çok yakın olması nedeniyle trifurkasyon izlenimi verdiği belirtilmiştir. Umansky’nin çalışmasında ise %29 trifurkasyon, %1 kuadrifikasyon olmak üzere toplam %30 vakada orta trunk gözlenmiştir ancak

16 Orta trunkların 18 tanesi superior trunktan, 15 tanesi inferior trunktan köken almaktadır.

17 Orta trunkların 18 tanesi superior trunktan, 4 tanesi inferior trunktan köken almaktadır.

18 Çalışmamızda orta trunkların 4 tanesi superior trunktan, 11 tanesi inferior trunktan köken almaktadır.

bu çalışmada orta trunkun hangi trunktan köken aldığından bahsedilmemiştir (46). Orta trunk ağırlıklı olarak sulcus circularis insulae ve posterior insulanın beslenmesinden sorumludur. Ayrıca Kahiloğulları (48) orta trunk yapısını bifurkasyona uzaklığına göre üç gruba ayırmıştır: Arteria cerebri media bifurkasyonundan uzaklığı 2 mm'den kısa ise Grup A, M1 segment uzunluğunun dörtte birinden kısa ise Grup B, M1 segment uzunluğunun dörtte birinden uzun ise Grup C. Bu sınıflamaya göre bizim çalışmamızda 5 adet Grup A, 2 adet Grup B ve 8 adet Grup C orta trunk bulunmaktadır. Bu sınıflamadaki Grup A, literatürde *trifurkasyon* olarak değerlendirilen dallanma yapısını temsil etmektedir. Arteria cerebri media anevrizmaları üzerine bu sınıflandırma kullanılarak hastaların klinik bulguları, anevrizma tedavisi yaklaşımları ve tedavi sonrası iyileşme sürelerini değerlendiren klinik çalışmalar yapılmalıdır.

Tablo 7.4 Arteria Cerebri Media'nın M₁ segmeti ve trunkların karşılaştırması.

Parametreler	Umansky ¹⁹	Türe	Kahiloğulları	Çalışmamız
Arteria cerebri media çapı	3±0,1	3,21	3,4	2,92±0,41
M ₁ uzunluğu	15±1,1	23,4	-	19,27±5,74
Superior trunk çapı	1,4±0,1	2,51	2,29	2,03±0,41
Inferior trunk çapı	2,1±0,2	2,35	2,55	2,34±0,46
Orta trunk çapı	2,3±0,3	-	2,14	1,94±0,36

Arteria cerebri media'nın kortikal arterleri M₁ segmentinden erken dal olarak veya bifurkasyondan sonra trunk yapılarından ayrılabilir. Lobus frontalis ve anterior insula bölgesini besleyen arteria orbitofrontalis lateralis ve arteria prefrontalis literatürde (34,35,37,43,47,48) ve çalışmamızda en sık superior trunktan (sırasıyla 27 ve 34 vakada) köken almakla birlikte erken dal olarak da arteria cerebri media'dan ayrıldığı gösterilmiştir. Ayrıca lobus temporalis'i besleyen tüm arterler, ramus temporooccipitalis'ten arteria polaris temporalis'e doğru giderek artan oranlarda erken dal olarak arteria cerebri media'dan ayrılır (34,35,37,43,46,47,70). Bu nedenle arteria cerebri media anevrizmalarının en sık bifurkasyonda meydana geldiği düşünüldüğünde bu anevrizmalardan en az etkilenen cortex cerebri alanları hem lobus frontalis hem de lobus temporalis'in anterior kısımlarıdır.

¹⁹ Umansky'nin çalışmasında arteria cerebri media 4 gruba ayrılmıştır. Grup 1'de arteria cerebri media çatallanmıyor, grup 2'de bifurkasyon, grup 3'te trifurkasyon ve grup 4'te kuadrifikasyon olarak dallanıyor. Tablodaki veriler trifurkasyon olarak belirtilen grup 3'ün sağ beyin bulgularına aittir.

Hem literatürde hem de çalışmamızda ramus gyri angularis en büyük çaplı, arteria polaris temporalis ise en küçük çaplı kortikal arterdir (34,35,37,43).

Arteria cerebri media bifurkasyonundan sonra superior, inferior ve orta trunklar oluşur. Ardından kortikal arterler bu trunklardan tek başına veya birkaç kortikal arter birlikte ayrılabilir. Kortikal arterlerin trunklardan ortak bir kök ile ayrıldığı bu arterlere Tanrıöver'in çalışmasında "stem arterleri" denir (37) . Sulcus lateralis'te arteria orbitofrontalis'ten başlayarak saat yönünde kortikal arterler sıralanır (Şekil 5.7). En son polus temporalis'i besleyen arteria polaris temporalis görülür (34,35,37,43). Bu sıraya uyarak kortikal arterler önde ve arkada ortak stem arterleri kullanarak ortaya çıktıkları Tablo 6.7'de gösterilmiştir. Aynı stem arterlerden ayrılan kortikal arterler anevrizma oluşumundan beraber etkileneceği için stem arterler anevrizma hastalarının klinik bulgularını etkilerler (20). Ayrıca Tablo 6.7'de kortikal arterlerin 40 hemispherium cerebri'den kaç tanesinde M₂ segmentinin görüldüğü ve bunların uzunlukları verilmiştir. Bu tabloda tüm kortikal arterlerin her zaman M₂ segmentlerinin olmadığı görülmektedir. Elbette arteria cerebri media, bifurkasyondan sonra insula üzerinde seyrederek. Ancak kortikal arterler, stem arterlerden her zaman insula üzerinde ayrılmaz. Tablo 6.4, 6.6 ve 6.7 beraber değerlendirildiğinde arteria sulci centralis, arteria parietalis anterior, arteria parietalis posterior ve ramus gyri angularis gibi hiç erken daldan ayrılmamış kortikal arterlerde M₂ segmentinin her zaman olmadığı görülmektedir. Bu bulgu kortikal arterlerin stem arterlerden ayrılmasının M₃ segmentinde gerçekleştiğini göstermektedir. Böylece çalışmamız literatürde üzerinde durulmayan bir konuya açıklık getirmiştir. Stem arterler ve bu arterlerin distalinde oluşan bir anevrizmada insula'nın daha az etkileneceği anlaşılmaktadır. Insula'nın beslenmesine en az katkıda bulunan kortikal arterler ise lobus temporalis'i besleyenlerdir. Insula'yı besleme oranları ramus temporooccipitalis'ten arteria polaris temporalis'e doğru azalarak devam eder.²⁰

Anevrizmaların oluşumunda dallanma yapıları önemlidir ve bu nedenle arteria cerebri media anevrizmalarının en sık görüldüğü bölge bifurkasyondur (20,22,64). Bifurkasyonun distalinde gelişen anevrizmalarda da dallanmalar, anevrizma oluşumunda risk faktörü olarak gösterilmektedir (63,64). Çalışmamızda arteria cerebri media bifurkasyonu distalinde stem arterlerden en çok dallanarak oluşan kortikal arterler: arteria prefrontalis, arteria sulci

²⁰ Ramus temporooccipitalis 20, ramus temporalis posterior 7, ramus temporalis medius 3, ramus temporalis anterior 1 hemispherium cerebri'de insula üzerinde seyrederek beslenmesine katkıda bulunmuştur. Çalışmamızda arteria polaris temporalis'in insula beslenmesine hiç katkıda bulunmadığı gözlenmiştir.

precentralis, arteria sulci centralis, arteria parietalis anterior, arteria parietalis posterior, ramus gyri angularis, ramus temporooccipitalis, ramus temporalis posterior'dur (Tablo 6.5). Literatürde dallanmanın anevrizma oluşumunda risk faktörü olduğu gösterilmiştir (63,64) fakat hangi kortikal arterlerin bundan daha fazla etkileneceği gösterilmemiştir. Bizim çalışmamızda belirtilen riskli kortikal arterlerin radyolojik görüntülerle desteklendiğinde bu alanda yapılacak uygulamaların güvenilirliğini artırır.

Erken dal olarak arteria cerebri media'dan ayrılan kortikal arterler de benzer dallanmalar göstererek oluşurlar. Bunlar arasında ramus temporalis medius, ramus temporalis anterior ve arteria polaris temporalis en çok dallanarak oluşan kortikal arterlerdir (Tablo 6.6). Literatürde erken dallarda anevrizma görülme oranları incelenmiştir (22) fakat risk faktörleri üzerine vaka-kontrol çalışması yeterli değildir. Radyolojik görüntüler üzerinden arteria cerebri media erken dallarının morfolojisini ve hemodinamisini ortaya koymak, ardından anevrizma kanaması olan, anevrizma kanaması olmayan ve anevrizma görülmeyen gruplar arasında bu morfometri ve hemodinami üzerinden risk faktörlerini belirlemek bu konuyu aydınlatacaktır.

Arteria cerebri media'nın M₁ segment anomalileri literatürde birçok çalışmada yer almaktadır (34,35,46,47,71). Bunlar arasında karşımıza en çok çıkan aksesuar arteria cerebri media'dır ve bunu duplikasyon takip eder (34,45–47). Bizim çalışmamızda iki hemispherium cerebri'de aksesuar arteria cerebri media gözlemlendi ve bu anomali aynı beyne aitti. Aksesuar arteria cerebri media'dan en sık çıkan kortikal arterler arteria orbitofrontalis lateralis, arteria prefrontalis ve arteria sulci precentralis'tir (34,45,47). Aksesuar arteria cerebri media varlığında bifurkasyondaki anevrizmalardan lobus frontalis'in anterior bölgesinin daha az etkileneceği görülmektedir. Çalışmamızda bir adet fenestrasyon gözlemledik. Arteria cerebri media köküne yakın yerleşen bu fenestrasyon bölgesinden arteria polaris temporalis ve ramus temporalis anterior ortak bir kök ile çıkmaktaydı. Aksesuar, duplikasyon ve fenestrasyon anomalileri anevrizma cerrahisinde oldukça önemlidir. Girişimsel veya açık cerrahide cerrahın mutlaka anomaliler açısından dikkatli olması gerekir. Bifurkasyonda yerleşen bir anevrizmada cerrahın aksesuar veya duplikasyonun olduğu artere yönelmemesi için bu ayrımı girişim öncesinde tespit etmek gerekir.

8. SONUÇ ve ÖNERİLER

Lobus insularis'in anatomisinin önemli olmasının iki temel sebebi vardır. Bunlardan birincisi cerrahi açıdan ulaşılması güç bir alandır. Arteria cerebri media anevrizmalarında, gliom, kavernom ve lobus temporalis epilepsilerinde lobus insularis'in detaylı anatomisine hakim olmak gerekir. İkinci nedeni ise görüntüleme yöntemlerinin gelişmesi ile lobus insularis fonksiyonuna yönelik çalışmaların merak uyandırmasıdır. Tat, dil işlevi, görme ve işitme algısı gibi fonksiyonları ön plana çıkmaktadır. Ayrıca sosyal anksiyete, bilinç, duygusal farkındalık, otizm, Alzheimer hastalığı ile ilişkilendirilmektedir.

Lobus insularis embriyolojik ve histolojik olarak da merkezi sinir sistemindeki diğer yapılardan ayrılmaktadır. Çünkü allocortex, mesocortex ve isocortex yapılarını bir arada içerir. Bunun yanında nuclei basales, ventriculus lateralis, lobus limbicus gibi medialinde yer alan komşuları nedeniyle cortex cerebri ile bu yapılar arasında bir kavşak görevi üstlenmektedir. Tüm bu ilişkiler lobus insularis ile farklı anatomik yapılar arasında yeni bağlantılar ve işlevler kazandırmıştır.

Lobus insularis topografisi üzerine yapılan çalışmalar göstermektedir ki lobus insularis'in en az belirgin girus yapıları transvers ve aksesuar insular gyruslardır. Çalışmamızda belirttiğimiz insular apeks ile ilgili morfolojik bulgular kullanılarak bu iki girusa kolaylıkla ulaşılabilir ve böylece cerrahi girişimlerin daha güvenli yapılmasını sağlar.

Bu çalışmada detaylı olarak arteria cerebri media'nın dallanma paterni ortaya konulmuştur. Bu bulgulara göre cerrahide santral lob olarak bilinen alanı besleyen arterler daha çok dallanmaktadır (arteria sulci centralis ve arteria parietalis anterior). Bu durum, anevrizma olgularında santral lobun daha çok etkilendiğini göstermektedir. Bu nedenle buraya yapılacak cerrahi girişimlerde bu dallanma özelliklerinin bilmesinin yararlı olacağını düşünüyoruz.

Arteria cerebri media'nın lobus temporalis'i besleyen dalları, lobus insularis'in beslenmesine diğer kortikal arterlerden daha az katkıda bulunmaktadır. Arteria cerebri media bifurkasyonundaki anevrizmalarda bu nedenle lobus temporalis'in beslenmesi daha az etkilenmektedir.

9. KAYNAKLAR

1. Jacobson S, Marcus EM, Pugsley S. Neuroanatomy for the Neuroscientist. Third Edit. Cham: Springer International Publishing; 2018.
2. Standring S, editor. Gray's anatomy : the anatomical basis of clinical practice. Forty-firs. New York: Elsevier Ltd; 2016.
3. Taylor EH, Haughton WS. Some recent researches on the topography of the convolutions and fissures of the brain. Trans R Acad Med Irel. 1900;18:511–22.
4. Arıncı K, Elhan A. Anatomi, 2.Cilt. 7.Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2020.
5. Yaşargil MG. Microneurosurgery Volume IV A CNS Tumors: Surgical Anatomy, Neuropathology, Neuroradiology, Neurophysiology, Clinical Considerations, Operability, Treatment Options. New York: Thieme Medical Publishers; 1994.
6. Ribas EC, Yağmurlu K, de Oliveira E, Ribas GC, Rhoton A. Microsurgical anatomy of the central core of the brain. J Neurosurg. 2018;129(3):752–69.
7. Frigeri T, Paglioli E, Oliveira E De, Rhoton AL. Microsurgical anatomy of the central lobe. J Neurosurg. 2015;122(3):483–98.
8. Bartholin C: Casp. Bartholin Institutiones Anatomicae. Novis recentiorumque opinionibus & observationibus, quarum innumerae hactenus editae non sunt, figurisque secundo auctae ab auctoris filio Thoma Bartholino. Lug. Batavorum, apud Franciscum Hackium. 1641.
9. Collice M, Collice R, Riva A. Who discovered the Sylvian fissure? Neurosurgery. 2008;63(4):623–8.
10. Sylvius F. Disputationes medicarum pars prima, primarias corporis humani functiones naturales ex anatomicis, practicis et chymicis experimentiis deductas complectens. J. van den Bergh. Amsterdam; 1663.
11. Vicq d'Azyr F. Traité d'anatomie et de physiologie. Paris; 1786.
12. Monro A. Observations on the Structure and Functions of the Nervous System. Edinburgh; 1783.
13. Reil JC. Exercitationum anatomicarum fasciculus primus de structura nervorum. In officina Curtiana Venalis; 1796.
14. Broca MP. Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé, suivies d'Une observation d'Aphémie (perte de la parole). Bull la Société Anat. 1861;6:330–57.
15. Ten Donkelaar HJ, Lammens M, Hori A. Clinical neuroembryology : development and

- developmental disorders of the human central nervous system. Second. Berlin Heidelberg: Springer; 2014.
16. Turgut M, Leal PRL, Emery E. Surgical Strategy for Insular Cavernomas. In: Turgut M, Yurttaş C, Tubbs RS, editors. *Island of Reil (Insula) in the Human Brain*. Cham: Springer; 2018. p. 263–70.
 17. Michaud K, Duffau H. Surgery of Insular Diffuse Low-Grade Gliomas. In: Turgut M, Yurttaş C, Tubbs RS, editors. *Island of Reil (Insula) in the Human Brain*. Cham: Springer; 2018. p. 255–62.
 18. Yerramneni VK, Bouthillier A, Nguyen DK. Role of the Insula in Temporal Lobe Epilepsy Surgery Failure. In: Turgut M, Yurttaş C, Tubbs RS, editors. *Island of Reil (Insula) in the Human Brain*. Cham: Springer; 2018. p. 271–80.
 19. Yasargil MG. *Microneurosurgery*, Volume I. Stuttgart: Thieme; 1984. 72–91 p.
 20. Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Rinne J, Lehecka M, Shen H, et al. Microneurosurgical management of distal middle cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* [Internet]. 2007;67(6):553–63. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0090301907004181>
 21. Rinne J, Hernesniemi J, Niskanen M, Vapalahti M. Analysis of 561 patients with 690 middle cerebral artery aneurysms: anatomic and clinical features as correlated to management outcome. *Neurosurgery*. 1996 Jan;38(1):2–11.
 22. Elsharkawy A, Lehecka M, Niemelä M, Billon-Grand R, Lehto H, Kivisaari R, et al. A new, more accurate classification of middle cerebral artery aneurysms: Computed tomography angiographic study of 1009 consecutive cases with 1309 middle cerebral artery aneurysms. *Neurosurgery*. 2013;73(1):94–102.
 23. Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. *Before We Are Born*. 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2016.
 24. Müller F, O’Rahilly R. The timing and sequence of appearance of neuromeres and their derivatives in staged human embryos. *Acta Anat*. 1997;158(2):83–99.
 25. Toi A, Lister WS, Fong KW. How early are fetal cerebral sulci visible at prenatal ultrasound and what is the normal pattern of early fetal sulcal development? *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2004;24(7):706–15.
 26. Schuurmans C, Guillemot F. Molecular mechanisms underlying cell fate specification in the developing telencephalon. *Curr Opin Neurobiol*. 2002;12(1):26–34.
 27. Cunningham D. Development of the Gyri and Sulci on the Surface of the Island of Reil

- of the Human Brain. *J Anat Physiol*. 1891;25(Pt 3):338–48.
28. Afif A, Bouvier R, Buenerd A, Trouillas J, Mertens P. Development of the human fetal insular cortex : study of the gyration from 13 to 28 gestational weeks. *Brain Struct Funct*. 2007;212(3–4):335–46.
 29. Kalani MYS, Kalani MA, Gwinn R, Keogh B, Tse VCK. Embryological development of the human insula and its implications for the spread and resection of insular gliomas. *Neurosurg Focus*. 2009;27(2):1–6.
 30. Chi JG, Dooling EC, Gilles FH. Gyrar Development of the Human Brain. *Ann Neurol*. 1977;1(1):86–93.
 31. Uyanikgil Y, Cavusoglu T, Celik S, Kilic KD, Turgut M. The Insular Cortex: Histological and Embryological Evaluation. In: Turgut M, Yurttaş C, Tubbs RS, editors. *Island of Reil (Insula) in the Human Brain: Anatomical, Functional, Clinical and Surgical Aspects*. Cham: Springer; 2018. p. 3–13.
 32. Wai MSM, Shi C, Kwong WH, Zhang L, Lam WP, Yew DT. Development of the human insular cortex: Differentiation, proliferation, cell death, and appearance of 5HT-2A receptors. *Histochem Cell Biol*. 2008;130(6):1199–204.
 33. Guenot M, Isnard J, Sindou M. Surgical Anatomy of the Insula. *Adv Tech Stand Neurosurg*. 2004;29:265–88.
 34. Gibo H, Carver CC, Rhoton AL, Lenkey C, Mitchell RJ. Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg*. 1981;54(2):151–69.
 35. Delion M, Mercier P, Brassier G. Arteries and Veins of the Sylvian Fissure and Insula: Microsurgical Anatomy. In: Schramm J, editor. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*. Cham: Springer; 2016. p. 185–216.
 36. Taner D, editor. *Fonksiyonel Nöroanatomi*. 12.Baskı. Ankara: ODTÜ Yayıncılık; 2014.
 37. Tanriover N, Rhoton AL, Kawashima M, Ulm AJ, Yasuda A. Microsurgical anatomy of the insula and the sylvian fissure. *J Neurosurg*. 2004;100(5):891–922.
 38. Türe U, Yaşargil DCH, Al-Mefty O, Yaşargil MG. Topographic anatomy of the insular region. *J Neurosurg*. 1999;90(4):720–33.
 39. Wyśiadecki G, Małkiewicz A, Roźniecki J, Polgaj M, Haładaj R, Żytkowski A, et al. Anatomical variations of the insular gyri: A morphological study and proposal of unified classification. *Clin Anat*. 2018;31(3):347–56.
 40. Afif A, Mertens P. Description of sulcal organization of the insular cortex. *Surg Radiol Anat*. 2010;32(5):491–8.

41. Cunha-Cabral D, Silva SM, Alves H, Vaz RP, Pereira PA, Andrade JP. Neurosurgical anatomy of the insular cortex. *Clin Neurol Neurosurg* [Internet]. 2019;186(August):105530. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2019.105530>
42. Naidich TP, Kang E, Fatterpekar GM, Delman BN, Gultekin SH, Wolfe D, et al. The Insula: Anatomic Study and MR Imaging Display at 1.5 T. *Am J Neuroradiol*. 2004;25(2):222–32.
43. Türe U, Yaşargil MG, Al-Mefty O, Yaşargil DCH. Arteries of the insula. *J Neurosurg*. 2000;92(4):676–87.
44. Varnavas GG, Grand W. The insular cortex: Morphological and vascular anatomic characteristics. *Neurosurgery*. 1999;44(1):127–36.
45. Umansky F, Dujovny M, Ausman JI, Diaz FG, Mirchandani H. Anomalies and Variations of the Middle Cerebral Artery: A Microanatomical Study. *Neurosurgery*. 1988;22(6 Pt 1):1023–7.
46. Umansky F, Juarez SM, Dujovny M, Ausman JI, Diaz FG, Gomes F, et al. Microsurgical anatomy of the proximal segments of the middle cerebral artery. *J Neurosurg*. 1984;61(3):458–67.
47. Tanriover N, Kawashima M, Rhoton AL, Ulm AJ, Mericle RA. Microsurgical anatomy of the early branches of the middle cerebral artery: Morphometric analysis and classification with angiographic correlation. *J Neurosurg*. 2003;98(6):1277–90.
48. Kahiloğulları G, Uğur HÇ, Cömert A, Tekdemir İ, Kanpolat Y. The branching pattern of the middle cerebral artery: is the intermediate trunk real or not? An anatomical study correlating with simple angiography. *J Neurosurg*. 2012;116(May):1024–34.
49. Kaplan HA. The lateral perforating branches of the anterior and middle cerebral arteries. *J Neurosurg*. 1965;23(3):305–10.
50. Ito J, Maeda H, Inoue K, Onishi Y. Fenestration of the middle cerebral artery. *Neuroradiology*. 1977;13:37–9.
51. Mendoza JE, Foundas AL. Clinical neuroanatomy: A neurobehavioral approach. New York: Springer; 2008.
52. Mancall EL, Brock DG, editors. Gray's Clinical Neuroanatomy: The Anatomic Basis for Clinical Neuroscience. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2011.
53. Waxman SG. Clinical neuroanatomy. Twenty-eig. *Neurology Secrets: Sixth Edition*. New York: McGraw-Hill Education; 2017.

54. Blumenfeld H. *Neuroanatomy through Clinical Cases*. Sunderland, Mass: Sinauer Associates; 2010.
55. Watson C, Kirkcaldie M, Paxinos G. *The Brain An Introduction to Functional Neuroanatomy*. First Edit. Burlington: Elsevier Inc.; 2010.
56. Cauda F, D'Agata F, Sacco K, Duca S, Geminiani G, Vercelli A. Functional connectivity of the insula in the resting brain. *Neuroimage* [Internet]. 2011;55(1):8–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.049>
57. Strigo IA, Bud Craig AD. Interoception, homeostatic emotions and sympathovagal balance. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*. 2016;371(1708).
58. Splittgerber R. *Snell's Clinical Neuroanatomy*. Eighth Edi. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.
59. Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. *Neuroscience: Exploring the Brain*. Fourth Edi. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2016.
60. Berkowitz AL. *Clinical Neurology and Neuroanatomy*. New York: McGraw-Hill Education; 2017.
61. Afif A, Hoffmann D, Becq G, Guenot M, Magnin M, Mertens P. MRI-based definition of a stereotactic two-dimensional template of the human insula. *Stereotact Funct Neurosurg*. 2009;87(6):385–94.
62. Lang FF, Olausen NE, Demonte F, Gokaslan ZL, Holland EC, Kalhorn C, et al. Surgical resection of intrinsic insular tumors: Complication avoidance. *J Neurosurg*. 2001;95(4):638–50.
63. Kaspera W, Ćmiel-Smorzyk K, Wolański W, Kawlewska E, Hebda A, Gzik M, et al. Morphological and Hemodynamic Risk Factors for Middle Cerebral Artery Aneurysm: a Case-Control Study of 190 Patients. *Sci Rep*. 2020;10(1):1–10.
64. Wang Y, Leng X, Zhou X, Li W, Siddiqui AH, Xiang J. Hemodynamics in a Middle Cerebral Artery Aneurysm Before Its Growth and Fatal Rupture: Case Study and Review of the Literature. *World Neurosurg* [Internet]. 2018;119:e395–402. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.07.174>
65. Bykanov AE, Pitskhelauri DI, Dobrovol'Skiy GF, Shkarubo MA. *Surgical Anatomy of the Insular Cortex*. Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko. 2015;
66. Rosen A, Chen DQ, Hayes DJ, Davis KD, Hodaie M. A Neuroimaging Strategy for the Three-Dimensional in vivo Anatomical Visualization and Characterization of Insular Gyri. *Stereotact Funct Neurosurg*. 2015;93(4):255–64.

67. Rhoton ALJ. The supratentorial arteries. *Neurosurgery*. 2002 Oct;51(4 Suppl):S53-120.
68. Yasargil MG. *Microneurosurgery*, Volume 3B. Stuttgart: Thieme; 1988. 112 p.
69. Varnavas GG, Grand W. The insular cortex: Morphological and vascular anatomic characteristics. *Neurosurgery*. 1999;44(1):127–38.
70. De Long WB. Anatomy of the middle cerebral artery: The temporal branches. *Stroke*. 1973;4(3):412–8.
71. Kahilogullari G, Ugur HC. Accessory middle cerebral artery originating from callosomarginal artery. *Clin Anat*. 2006;19(8):694–5.



10. EKLER

