



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
BAKIRKÖY PROF. DR. MAZHAR OSMAN RUH SAĞLIĞI VE SİNİR
HASTALIKLARI EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
III. NÖROŞİRURJİ KLİNİĞİ
Klinik Şefi: Op.Dr. Halil TOPLAMAOĞLU
Başhekim: Doç.Dr. Medaim YANIK**

**PARAHİPOKAMPAL GİRUS VE UNKUS'UN TOPOGRAFIK ANATOMİSİ
ÜZERİNE BİR KADAVRA ÇALIŞMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Ayşegül ÖZDEMİR

İSTANBUL

2007



**T.C.
SAğLIK BAKANLIğI
BAKIRKÖY PROF. DR. MAZHAR OSMAN RUH SAğLIğI VE SINIR
HASTALIKLARI EğTİM VE ARAşTIRMA HASTANESİ
III. NöROşİRURJİ KLİNİğİ
Başhekim: Doç.Dr. Medaim YANIK
Klinik şefi: Op.Dr. Halil TOPLAMAOğLU**

**PARAHİPOKAMPAL GİRUS VE UNKUS'UN TOPOGRAFİK ANATOMİSİ
ÜZERİNE BİR KADAVRA  ALIřMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Ayşegül ÖZDEMİR

İSTANBUL

2007

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bakırköy Prof.Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi III. Nöroşirürji Kliniği'nde uzmanlık eğitimime başladığım ilk günden itibaren tüm desteğini ve sevgisini esirgemedi bir hekim ve cerrah olarak bilgi ve tecrübelerini aktararak bu disiplini öğrenmemi sağlayan saygıdeğer hocam Dr. Halil Toplamaoğlu'na teşekkür eder, sonsuz minnet ve saygılarımı sunarım.

Uzmanlık eğitim sürecimde bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım I. Nöroşirürji Klinik Şefi Dr. Murat Taşkın'a ve II. Nöroşirürji Klinik Şefi Dr. Hidayet Akdemir'e, nöroloji rotasyonumu kliniğinde yaptığım II. Nöroloji Klinik Şefi Dr. Sevim Baybaş'a, eğitimime katkılarından dolayı I. Nöroloji Klinik Şefi Dr. Baki Arpacı'ya ve III. Nöroloji Klinik Şefi Dr. Dursun Kırbaş'a, cerrahi rotasyonumu kliniğinde yaptığım Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genel Cerrahi Klinik Şefi Dr. Erşan Aygün'e teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmalarım sırasında sağladıkları imkanlar ve destekleriyle beraber klinikteki tüm eğitim programları ve cerrahi uygulamalarda bilgi ve tecrübelerini aktaran başta İstanbul Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı Başkanı Dr. Ali T. Canbolat ve Dr. M. İnan Turantan olmak üzere tüm öğretim görevlisi hocalarıma ve asistan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tüm ihtisas sürem boyunca gerek cerrahi prensipleri öğretmek gerekse bilimsel araştırmalarda ufku genişleterek birçok imkanlar sağlayan, büyük bir sabırla tezimin başlangıcından bitişine kadar her aşamasında desteğini esirgemeyen Dr. Aykut Karasu'ya eğitimime katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım. Tezimin hazırlanmasında emeği geçen Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı öğretim görevlisi Dr. Gürsel Çetin'e, İstanbul Tıp Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı öğretim görevlisi Dr. Bilge Bilgiç'e ve sağlık teknikeri Sevil Kabadayı'ya, İstanbul Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı öğretim görevlisi Dr. Ayhan Bilir'e teşekkür ederim.

Bilgi ve tecrübelerini aktararak üzerimde emeği olan klinik şef yardımcımız Dr. Bahattin Uçar'a, uzmanlarımız Dr. Ramazan Atabey'e, Dr. Burak Gündüz'e, Dr. Erhan Sofuoğlu'na, Dr. Murad Asiltürk'e, Dr. A. Ender Ofluoğlu'na ve Dr. T. Cem Ovalıoğlu'na, birlikte çalıştığımız tüm asistan arkadaşlarıma, hemşirelerimize, tıbbi sekreterimize ve personelimize teşekkür ederim.

Hayatım boyunca desteklerini gördüğüm sevgili aileme sonsuz teşekkürler.

Dr. Ayşegül Özdemir
2007

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
BÖLÜM-I	IV
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
BÖLÜM-II	1
GİRİŞ	1
I. ARAŞTIRMA KONUSU	1
II. GENEL BİLGİLER	2
1) Temporal Lob	2
a. Anatomi	2
b. Vaskülarizasyon	7
c. Histoloji	9
d. Fiber Yapılanma	9
e. Fonksiyonlar	12
2) Limbik Lob	13
i) Limbik Girus	13
ii) İntralimbik Girus	14
a. Fonksiyonel Tanımlama	16
b. Tarihçe	17
c. Embriyoloji	17
d. Fizyoloji	18
e. Fonksiyonlar	20
f. Patolojiler	20
g. Histoloji	22
1) Limbik Bölge	22
2) Paralimbik Bölge (Mezokorteks)	23
3) Rinal Korteksler ve Parahipokampal Alan	27
4) Piriform Korteks	27
BÖLÜM-III	29
MATERYAL VE METOD	29
BÖLÜM-IV	31
BULGULAR	31
I. Topografik Anatomi	31
II. Histolojik Değerlendirme	37
III Fiber Diseksiyon	42

BÖLÜM-V	49
TARTIŞMA	49
BÖLÜM-VI	52
SONUÇ	52
BÖLÜM-VII	53
KAYNAKLAR	53



BÖLÜM-I

ÖZET

AMAÇ: Parahipokampal girus ve unkus temporal lobun mediobazal bölgesinde bulunan limbik sistemle ilişkili anatomik yapılardır. Cerrahi stratejinin ve uygun cerrahi yaklaşımın belirlenmesinde bu bölgenin detaylı topografik anatomisinin bilinmesi önemli rol oynar. Bu çalışmada temporal lobun mediobazal bölgesinde yer alan parahipokampal girus ve unkusu çevresindeki komşu yapılarla beraber tanımlayarak cerrahi başarıya katkı sağlamayı amaçladık.

MATERYAL ve METOD: Taze otopsilerden alınan 17 adet formalin ile fikse edilmiş insan beyinde (34 adet hemisfer) parahipokampal girus ve unkusun topografik anatomisi ve morfometrik ölçümleri çalışıldı. Fikse edilip dondurularak hazırlanan 8 adet beyinde Klingler'in fiber diseksiyon tekniği kullanıldı. Ameliyat mikroskobu ile diseksiyonları takiben medial yüzeyden lateral yüzeye doğru sırasıyla ilerlenildi. Herbir kortikal mimari arasındaki farklılıkları ayırtetmek üzere 2 adet beyinde parahipokampal girus ve unkusun komşu yapılarıyla beraber histolojik araştırması değerlendirildi.

BULGULAR: Paralimbik yapılardan biri olan parahipokampal girus, temporal lobun bazal ve medial yüzeyleri arasındaki transisyonel alanda bulunur. Parahipokampal girusun anterior segmentinin medialde arkaya doğru kıvrım yaparak uzanmasıyla unkus oluşur, arka segmenti ise yukarıya doğru istmus boyunca singulat girusa, aşağıda lingual girusa uzanır. Singulat girusun istmusu ve lingual girus arasında yer alan anterior kalkarin sulkus, parahipokampal girusun posterior segmentini iki kısma ayırmaktadır. Parahipokampal girus; anteriorda rinal sulkus ile temporal polden, lateralinde bulunan kollateral sulkus ile fuziform girustan, superiorunda bulunan hipokampal sulkus ile dentat girustan ayrılır. Kollateral sulkusun parahipokampal segmenti, posterior serebral arterin dalı olan inferior temporal arterin geçtiği yerdir. Unkus, hipokampus başı ve amigdalanın üzerinde bir şapka gibi yerleşmiştir. Unkus; antero-medial segment, apeks ve posterior segmentten oluşur. Unkus parahipokampal girustan inferiorunda unkal sulkus ile ayrılır, superiorunda globus pallidus ile devamlılık gösterir. Parahipokampal girusun korteksi kaldırıldığında singulum radyasyonunun altında medial frontal ve parietal alanlar ile mediobazal temporal bölgeyi bağlayan kalın bir beyaz cevher demeti görülmektedir. Parahipokampal girusun hücre mimari yapısı, disgranüler paralimbik tip asosiasyon korteksinden (mezokorteks) oluşmaktadır. Allokokortikal yapıda olan unkus ise agranüler hücre tipindedir. Altı katlı mezokortikal yapısı olan parahipokampal girus, üç katlı allokokorteksten altı katlı izokortekse (neokorteks = granüler korteks) geçiş bölgesidir.

SONUÇ: Bu çalışmada parahipokampal girusun ve unkusun detaylı mikroşirürjikal anatomisi tanımlandı. Mediobazal temporal bölgede bulunan parahipokampal girus ve unkus ile ilgili sulkal ve giral yapıların terminolojisi nöroşirürjikal literatürle karşılaştırılarak gözden geçirildi ve tartışıldı. Bu araştırmanın sonucunda elde edilen bulguların, daha etkin ve başarılı nöroşirürjikal girişimlere rehberlik yapacağı ve aynı zamanda bu bölgenin daha iyi anlaşılabilmesine katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.



ABSTRACT

OBJECTIVE: The parahippocampal gyrus and the uncus located in the mediobasal region of the temporal lobe are related to the limbic system. Knowing a detailed topographic anatomy of this region plays an important role in the process of determining both the surgical strategy and the appropriate surgical approach. In this anatomical study, we aimed to provide a contribution to surgical success by describing the parahippocampal gyrus and the uncus with the definitions of the related surrounding structures.

MATERIALS&METHODS: The topographic anatomy and the morphometric measurements of the parahippocampal gyrus and the uncus was studied in seventeen formalin-fixed adult human brain specimens (34 hemispheres). Klingler's fiber dissection technique was used in eight brains after preparation by fixation and freezing. The dissections were performed under the operating microscope and followed progressively from medial surface to the lateral surface. Histological examination of the parahippocampal gyrus and the uncus with their related surrounding structures were evaluated in two brains to distinguish the differences between each cortical architecture.

RESULTS: The parahippocampal gyrus is one of the paralimbic structures and occupies the transitional area between the basal and the medial surfaces of the temporal lobe. The parahippocampal gyrus has an anterior segment that deviates medially to form the uncus and a posterior segment that continues superiorly to the cingulate gyrus through the isthmus, and inferiorly as the lingual gyrus. Anterior calcarine sulcus, between the isthmus of the cingulate gyrus and the lingual gyrus, divides the posterior segment of the parahippocampal gyrus into two portions. The parahippocampal gyrus is separated anteriorly from the temporal pole by rhinal sulcus, laterally from the fusiform gyrus by collateral sulcus, and superiorly from the dentate gyrus by hippocampal sulcus. The parahippocampal segment of the collateral sulcus is the site that the inferior temporal artery of the posterior cerebral artery goes on. The uncus is situated on the amygdala and the hippocampal head like a hat. The uncus has an antero-medial segment, an apex, and a posterior segment. The uncus is separated inferiorly from the parahippocampal gyrus by the uncal sulcus. Superiorly, the uncus is continuous with the globus pallidus. A thick white matter bundle connecting the medial frontal and parietal areas with the mediobasal temporal region is located in the cingulate gyrus and can be seen under the radiation of the cingulum that is revealed when the cortex of the parahippocampal gyrus is removed. The cyto-architectonic structure of the parahippocampal gyrus is made up of dysgranular, paralimbic type association cortex (mesocortex). The uncus has an allocortical structure that is made up of granular cell type. The parahippocampal gyrus that has six layered mesocortex, is the transitional area between the three layered allocortex and six layered isocortex (neocortex = granular cortex).

CONCLUSIONS: A detailed microsurgical anatomy of the parahippocampal gyrus and the uncus is described in this study. The terminology of the gyral and the sulcal structures of the parahippocampal gyrus and the uncus in the mediobasal temporal region are revised and discussed by comparing with the usual neurosurgical literature. We consider that the knowledge gained from the results of this study can guide for more effective and successful neurosurgical approaches and can contribute for better understanding the region.



BÖLÜM-II

GİRİŞ

LARAŞTIRMA KONUSU

Temporal lob; hem filogenetik hem de histolojik olarak çeşitli yapısal elemanlar içeren zengin fonksiyonel bağlantılara sahip, özellikle bellek, dil ve davranış kontrolü ile ilgili olan bir bölgedir. Temporal lob lezyonlarında, lokalizasyonun tam olarak anlaşılacak cerrahi stratejinin belirlenmesi için mikroşirürjikal ve fonksiyonel anatomisinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu noktadan yola çıkarak; oldukça karmaşık bir topografik anatomisi ve kortikal yapısı olan mediobazal bölgedeki parahipokampal girus ve unkus mikronöroşirürjikal anatomisinin çok boyutlu olarak anlaşılmasına katkıda bulunmaya çalıştık.

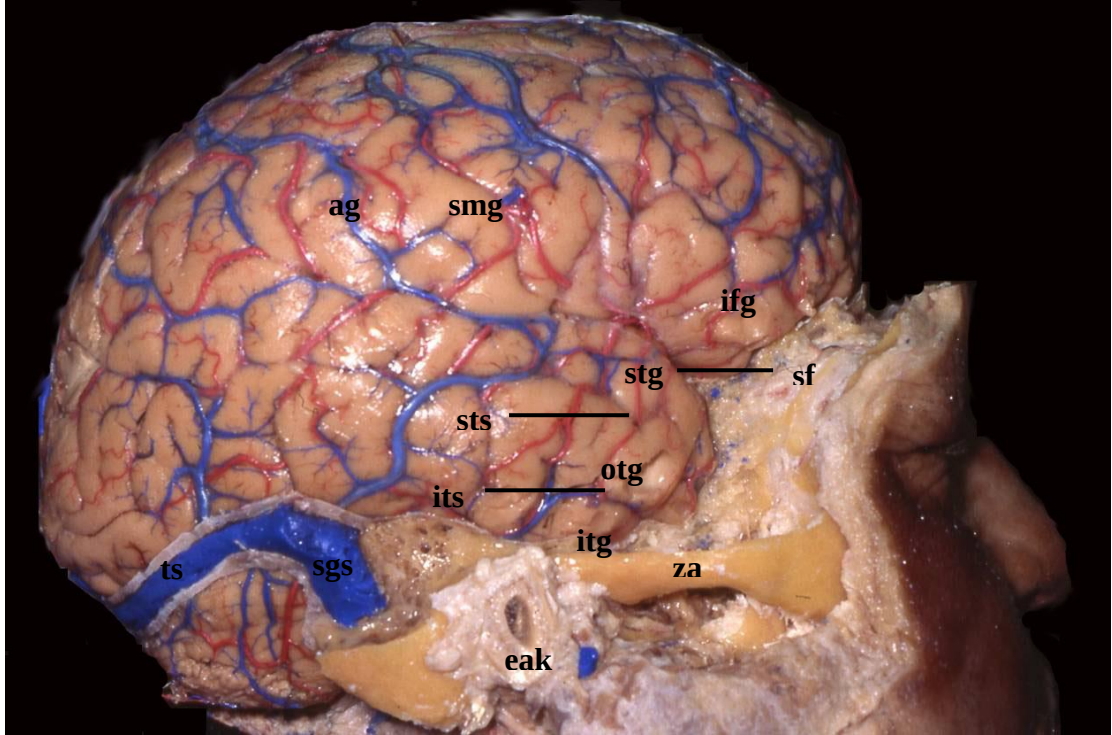
Temporal lob ile ilgili halen anatomik ve fonksiyonel araştırma çalışmaları devam etmektedir. Bu çalışmamızda, cerrahi yaklaşımlar sırasında anatomik oryantasyon açısından ulaşılması kolay olmayan temporal lob mediobazal bölge yerleşimli parahipokampal girus ve unkus, taze kadavra insan beyinlerinde topografik ve histolojik özellikleriyle beraber fiber diseksiyonları yapılarak incelendi. Çalışmamızın, mevcut bilgilere bir ışık tutarak cerrahi tekniklerin uygulanmasında ve stratejilerin belirlenmesinde faydalı olacağı kanaatindeyiz.

II.GENEL BİLGİLER

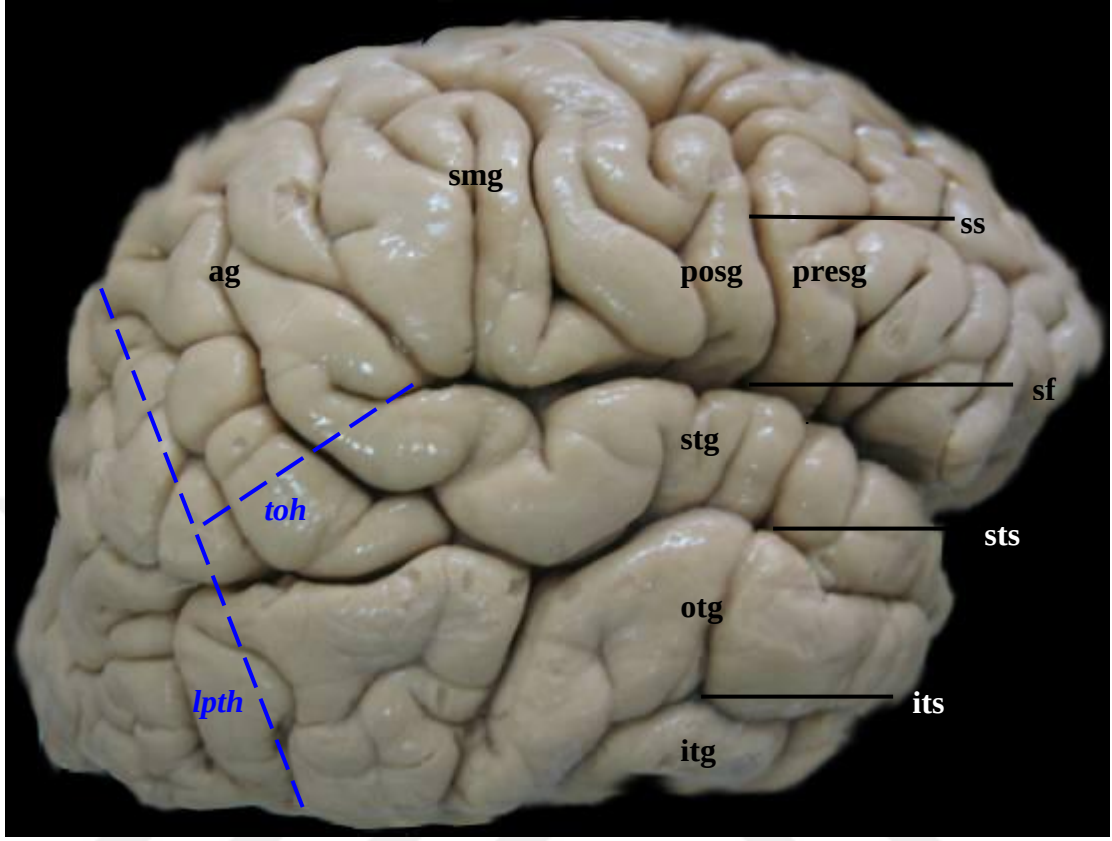
1)TEMPORAL LOB

a. Anatomi

Temporal lob cerrahisinde, mikronöroşirürjikal yaklaşımların uygulanabilmesi için öncelikle temporal lobun karmaşık anatomisinin ve etrafını saran işlevsel anatomik birimlerin anlaşılması oldukça önemlidir. Morfolojik olarak, temporal lob tepesi polü oluşturan, tabanı oksipital ve parietal loblara yayılmış olan bir piramide benzemektedir. Bu piramidin derin kısmında lateral ventrikülün temporal hornu ve komşu yapıları bulunur. Dört yüzeyi vardır: (1) lateral, (2) bazal, (3) superior veya operküler ve (4) medial. Günümüzde temporal lob epilepsi cerrahisinde uygulanan tekniklerin çoğu, lateral ve mediobazal rezeksiyonların bir kombinasyonudur¹⁻⁵.

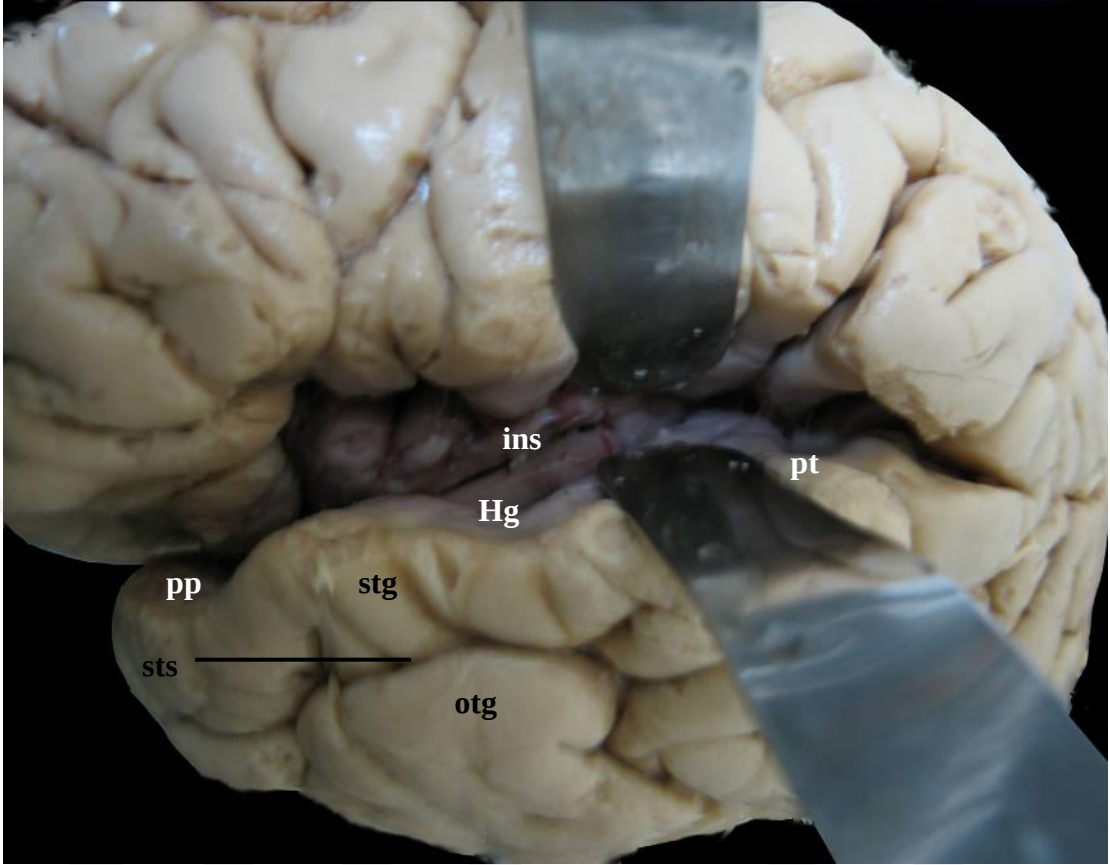


Resim II.1: Sağ hemisferde temporal lob komşu yapılarıyla beraber lateral görünüm. *Kısaltmalar:* ag = angular gyrus, eak = eksternal akustik kanal, ifg = inferior frontal gyrus, itg = inferior temporal gyrus, its = inferior temporal sulcus, otg = orta temporal gyrus, sf = silviyan fissür, sgs = sigmoid sinüs, smg = supramarjinal gyrus, stg = superior temporal gyrus, sts = superior temporal sulcus, ts = transvers sinüs, za = zigomatik ark. (Dr. Aykut Karasu'nun Arkansas Üniversitesi'ndeki nöroanatomi çalışmalarından alınmıştır.)



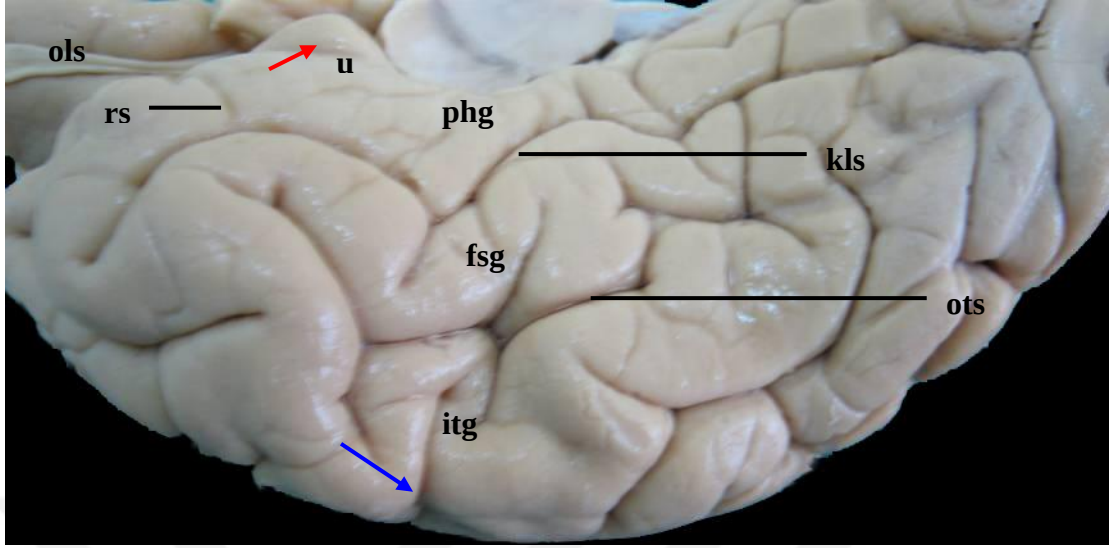
Resim II.2: Sağ temporal lob lateral görünüm. *Kısaltmalar:* ag = angular gyrus, itg = inferior temporal gyrus, its = inferior temporal sulcus, lpth = lateral parieto-temporal hat, otg = orta temporal gyrus, posg = post-santral gyrus, presg = pre-santral gyrus, sf = silviyan fissür, smg = supramarjinal gyrus, ss = santral sulcus, stg = superior temporal gyrus, sts = superior temporal sulcus, toh = temporo-oksipital hat.

Lateral yüzey superiordan lateral fissür (silviyan fissür) ile sınırlıdır. Frontal ve parietal loblardan silvian fissürün posterior ramusu ile ayrılır. Oksipital lobdan ise **lateral parieto-temporal hat** ile ayrılır, bu hat lateral yüzeyde parieto-oksipital fissürün devamından preoksipital çentiğe uzanan bir çizgidir. Arka kısmında ise parietal lobdan **temporo-oksipital hat** ile ayrılır, bu da silviyan fissürün posterior ramusunun son kısmından lateral parieto-temporal hatta uzanarak onu iki eşit parçaya ayıran bir çizgidir⁶⁻⁹. Bu yüzeyde superior (T1), orta (T2), inferior (T3) giruslar görülmektedir ve bunlar superior ve inferior temporal sulkuslar ile birbirinden ayrılır. Superior temporal gyrus (T1), temporal polden lateral parieto-temporal hatta uzanır, posteriorda silviyan fissür boyunca ilerleyerek inferior parietal lobül ve post-santral gyrus ile birleşerek **supramarjinal girusu** oluşturur. Orta temporal gyrus (T2), T1'e paralel olarak ilerler ve hem T3 hem de T1 ile beraber temporal polden orijin alırlar. Posteriorda parieto-oksipital bileşke (inferior parietal lobül ve orta oksipital lob) ile beraber **angular girusu** oluşturur. İnferior temporal gyrus (T3), hemisferin hem lateral hem de bazal yüzeyinde yer alır, temporal polden temporo-oksipital hatta ve preoksipital çentiğe kadar uzanır.



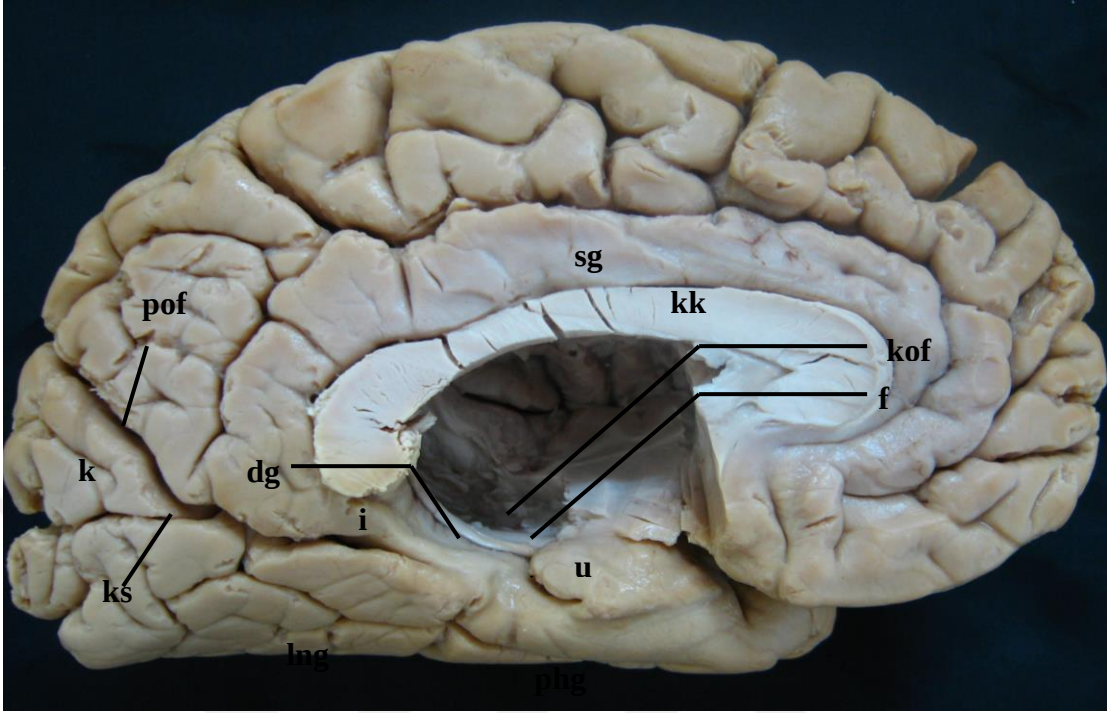
Resim II.3: Sol temporal lob superior görünüm. *Kısaltmalar:* Hg = Heschl girus, ins = insula, otg = orta temporal girus, pp = planum polare, pt = planum temporale, stg = superior temporal girus, sts = superior temporal sulkus.

Superior (operküler) yüzey silviyan fissürün operkulumudur ve üç ayrı kısmı vardır, anteriordan posteriora doğru: planum polare, Heschl girus (anterior transvers girus) ve planum temporale (orta ve posterior transvers giruslar oluşturur). Temporal lob superiorından temporal stem boyunca insulaya, antero-medialden amigdala yoluyla globus pallidusa, antero-lateralinden limen insula ile bazal frontal loba bağlanır.



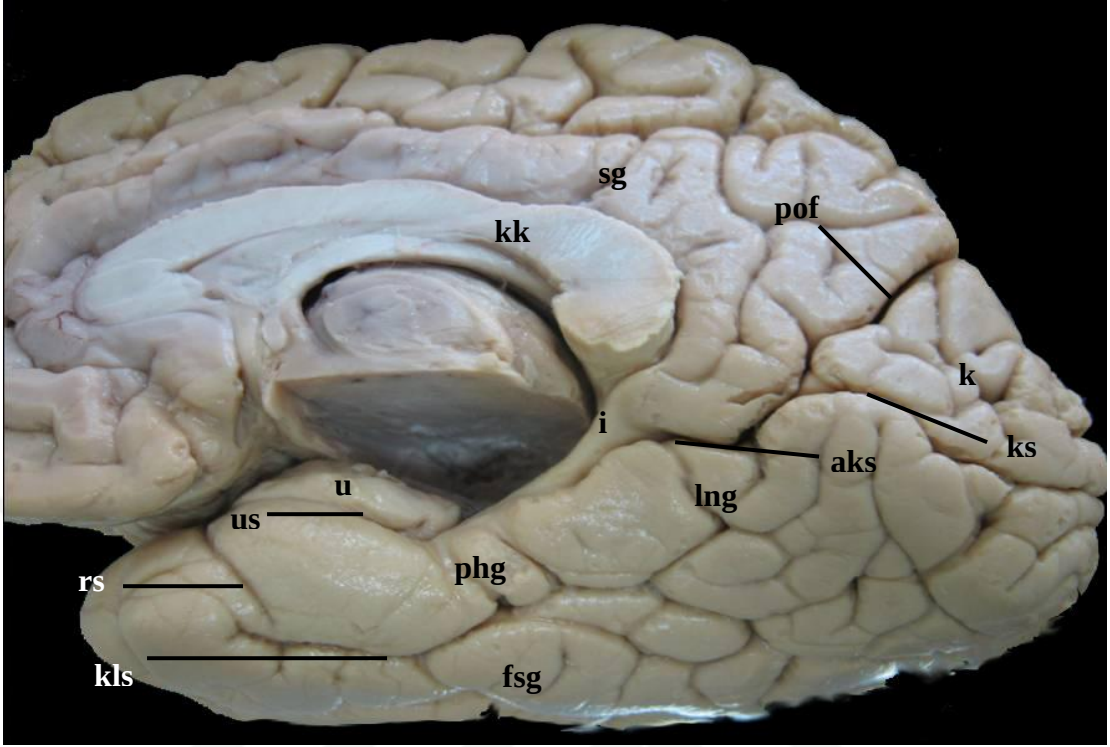
Resim II.4: Sağ temporal lob bazal görünüm. Kırmızı okla gösterilen bölge unkusun üzerinde tentoryum kenarının oluşturduğu oluğu, mavi okla gösterilen bölge pre-okspital çentiği göstermektedir. *Kısaltmalar:* fsg = fuziform girus, itg = inferior temporal girus, kls = kollateral sulkus, ols = olfaktor sinir, ots = oksipito-temporal sulkus, phg = parahipokampal girus, rs = rinal sulkus, u = unkus.

Bazal (inferior) yüzey oksipital lobdan **bazal parieto-temporal hat** ile ayrılır, bu hat preoksipital çentiği parieto-oksipital fissürün arka ucuna bağlayan çizgidir^{6,9}. Bazal yüzeyde lateralden mediale doğru inferior temporal girusun (T3) bir kısmı, oksipitotemporal sulkus, fuziform girus (T4), kollateral sulkus ve parahipokampal girus (T5) yer alır. Lateral oksipitotemporal girus adını alan fuziform girusun (T4) arka kısmı herhangi belirgin bir sınırı olmaksızın O4 (lateral oksipitotemporal girus) ile birleşir. Parahipokampal girus (T5) posteriorda isthmus ile singulat girusa uzanır, anterior kalkarin sulkusun inferiorunda ise lingual girus (O5) olarak devam eder.



Resim II.5: Sol temporal lob medial görünüm (talamus çıkarılmıştır). *Kısaltmalar:* dg = dentat girus, f = fimbria, i = istmus, k = kuneus, kof = koroidal fissür, kk = korpus kallozum, ks = kalkarin sulcus, lng = lingual girus, phg = parahipokampal girus, pof = parieto-okspital fissür, sg = singulat girus, u = unkus.

Medial (mesial) yüzeyde yer alan yapılar parahipokampal girus (T5), unkus, hipokampus, fimbria, dendat girus ve amigdaladır. Medial temporal bölgenin ektraventriküler elemanları; unkus, parahipokampal girus ve dendat girustur, diğerleri intraventriküler elemanlarıdır⁶. Temporal pol medialde unkustan rinal sulcus ile sınırlanır. Unkusun gerisinde koroidal fissürle talamustan ayrılır. Tentoryum oluşunun üzerinde yerleşmiştir ve normalde medialde tentoryumun serbest kenarına doğru herniyedir.



Resim II.6: Sağ temporal lob mediobazal görünüm. *Kısaltmalar:* aks = anterior kalkarin sulkus, fsg = fuziform girus, i = istmus, k = kuneus, kk = korpus kallozum, kls = kollateral sulkus, ks = kalkarin sulkus, lng = lingual girus, ols = olfaktor sinir, ots = oksipito-temporal sulkus, phg = parahipokampal girus, pof = parieto-oksipital fissür, sg = singulat girus, rs = rinal sulkus, u = unkus, us = unkal sulkus.

b. Vaskülarizasyon

1) Arteryal Yapı

İnternal karotid arter'in (İKA) supraklinoid segmenti unkusun anteromedial kısmı ile yakın komşuluktadır ve unkal arterler olarak adlandırılan ufak arteryal besleyiciler verir.

Anterior koroidal arter (AKhA) ve posterior serebral arter (PSA)'in P2 segmenti, krural ve ambient sistern içindeki mezial temporal lob yapılarıyla yakın ilişkilidir. Krural sistern, anteriordan karotid sisterni posteriorda ambient sisterne bağlar. *Krural sistern* lateralde unkusla, medialde krus serebri ile ve superiorda optik trakt ile sınırlıdır, içinde baziler veni, AKhA'nın sisternal segmentini ve PSA'nın P2 segmentinin anterior kısmını bulundurmaktadır. Krural sistern AKhA'nın koroidal noktadan temporal boynuza girdiği yerde sonlanır. *Ambient sistern* krural sisternin posteriorunda ve inferiorundadır. Lateralde parahipokampal girus, medialden serebral pedinkülün lateraliyle sınırlıdır, içinde PSA'nın P2 segmentinin posterior kısmını bulundurmaktadır.

AKhA posteriorda ve medialde unkusun antero-medial yüzeyinde ilerler, krural sisterndeki optik trakta ulaşır. Sonra optik traktın altında posteriora doğru uzanır ve koroidal fissürdeki koroidal noktadan temporal boynuza girer.

PSA' nın P2 segmenti ambient sisternin içinde anteriordan posteriora doğru, parahipokampal girus ve hipokampal sulkusun yanında uzanır. Hipokampal ve parahipokampal arterler, postero-lateral koroidal arterler (P-L-KhA)'le beraber çoğunlukla bu segmentten çıkar. Sonra koroidal fissürün posterior kısmından temporal boynuza girer. Hipokampusun başı ve gövdesi %20 oranında AKhA'dan, %80 oranında PSA'nın P2 segmentinden küçük branşlarıyla beslenirken kuyruğu P-L-KhA'nin dalları ile kanlanır. Hipokampal arterler, büyük ve küçük intrahipokampal arterlere ayrılan direk dallar verir^{10,11}.

Mezial temporal bölgenin arterleri; İKA, posterior komunikan (PKomA), AKhA, PSA ve orta serebral arter (OSA)'dir. Unkal ve parahipokampal damarlar AKhA, İKA, OSA ve PSA'dan doğabilirler. Parahipokampal dallar büyük ve küçük olmak üzere iki gruba ayrılır . Marinkovic ve ark.'nın¹⁰ çalışmasına göre büyük parahipokampal veya unko-parahipokampal dallar %52.9 oranında AKhA'den çıkarlar. Rostral parahipokampal arterler daima AKhA'in ilk kısmından çıkarlar ve lateralde piriform korteks ile OSA'nın proksimal bölümü arasında devam ederler. Büyük parahipokampal damarlar, bu %52.9' un %11.8'inde kaudal parahipokampal arterlerden çıkarlar. Bu damarlar unkal sulkusta doğarlar ve parahipokampal girusun rostral kısmına dallarını verirler. İKA, komşu serebral arterlerden daha az sıklıkla (%23.5) parahipokampal dallar verir. İKA'nın koroidal segmentinden veya temporopolar dalından direk olarak çıkarlar. Parahipokampal veya unko-parahipokampal dallar OSA'dan %64.7 oranında ve çok sıklıkla da OSA'nın temporopolar dalından ortaya çıkarlar. Her bir hemisferde 2 ile 10 arasında büyük parahipokampal arterler bulunabilmektedir. Bir veya daha fazlası çok sıklıkla PSA'nın anterior temporal ve anterior hipokampal dallarından çıkarlar. En büyüğü parahipokampal girusun rostral kısmının karşısında ilerler.

OSA'nın M1 segmenti karotid bifurkasyonundan limen insulaya ilerler. Superiorda anterior perforat substans, posteriorda semilunar girus ve amigdala, inferiorda unkusun entorinal alanı ile ilişkilidir. Bu segment unkusa direkt veya temporopolar arterler yoluyla indirek olarak bir veya daha çok dallar verir. M2 segmentlerinin insular lobda dalları vardır. M3 segmentleri operkuladadır. M4 segmentleri silviyan fissürden çıktıktan sonra verdiği kortikal dallardır.

II) Venöz Yapı

Temporal lob üç ana venöz sistemden drene olur.

- 1) Superfisyal silviyan venler
- 2) İnferior serebral venler
- 3) Medial baziler ven

Rosenthal'in bazal veni medial temporal bölgenin döküldüğü başlıca venöz kanaldır. Medial temporal bölgede bulunan sisternal venler ; Rosenthal'in bazal veni, anterior, orta ve posterior temporal kortikal venler, anterior longitudinal hipokampal, anterior hipokampal, lateral mezensefalik, posterior mezensefalik ve posterior longitudinal hipokampal venlerdir. Bazal ven anterior perforat substansın altında derin orta serebral, inferior striat, olfaktor, fronto-orbital ve anterior serebral venlerin birleşmesiyle orijin alır ve orta beyini geçtikten sonra sıklıkla Galen venine drene olur. Bazal ven, ilk kısım; anterior (striate) segment; ikinci kısım; orta (pedinküler) segment ve üçüncü kısım; posterior (posterior mezensefalik) segment olmak üzere üçe ayrılır. Temporal horn'da bulunan ventriküler venler, inferior ventriküler ven yoluyla Rosenthal bazal veninin pedinküler segmentine drene olurlar. Bu venler; amigdalar ven, transvers hipokampal venler, inferior koroidal ven ve inferior ventriküler vendir⁶.

c. Histoloji

Histolojik olarak farklı kortikal organizasyona sahip alanlar içerir. Üç katlı kortikal yapısı olan allokorteks pre-piriform ve peri-amigdalar alanları, unkusun ambient ve semilunar giruslarını ve hipokampusu içermektedir. Mezokorteks altı katlı yapıdadır ve parahipokampal girusu (T5), özellikle ön üçte birlik kısmı olan entorinal korteksi içerir. İzokorteksde de altı kat bulunur, superior (T1), orta (T2) ve inferior (T3) girusları, transvers temporal girus ve fuziform (T4) girusu içerir. Medial temporal lobdaki eski primitif allokorteksten, lateral ve superior temporal lobdaki izokortekse kademeli olarak bir geçiş mevcuttur, bu bölge bazal temporal lobdaki transisyonel alandır.

d. Fiber Yapılanma

I) Asosiasyon Lifleri

i. Kısa Asosiasyon Lifleri

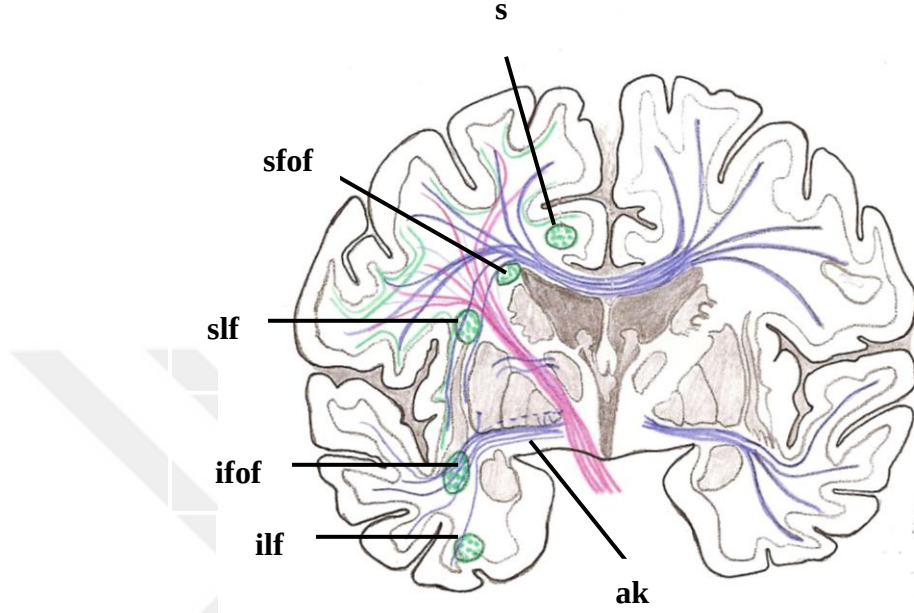
Bunlar 'U' şeklinde superfisyal liflerdir; tek bir girusun bölümlerini bağlar veya komşu girusları birleştirirler.

ii. Uzun İpsihemisferik Asosiasyon Fasikülleri

Bunlar uzun, derin liflerdir, traktların içine toplanırlar; farklı lobları birbirine birleştirirler. İnsular lob ile yakın komşuluktadırlar, bir kısmı insula ve klastrumun altındaki beyaz cevher derinliğinde ilerler. Temporal lobda bulunan fasiküller:

- 1) **Unsinat fasikül**, fronto-orbital bölgeyi temporal pole, parahipokampal girusa ve limen insula boyunca insulanın ön kısmına bağlar. Limen insulaya yapılan kesi ile unsinat fasikül kesildiğinde lateral ventrikül temporal horn'a girilmiş olur.
- 2) **Arkuat fasikül**, eksternal kapsül boyunca orta ve inferior frontal giruslar ile orta ve inferior temporal girusları birbirine birleştirir. Bu dominant hemisferdeki dil işlevi için kısmen önemlidir.
- 3) **Superior ve inferior longitudinal fasiküller** (superior ve inferior fronto-okspital fasiküller de); frontal ve insular kortikal alanları temporal ve parieto-okspital loblara bağlarlar.

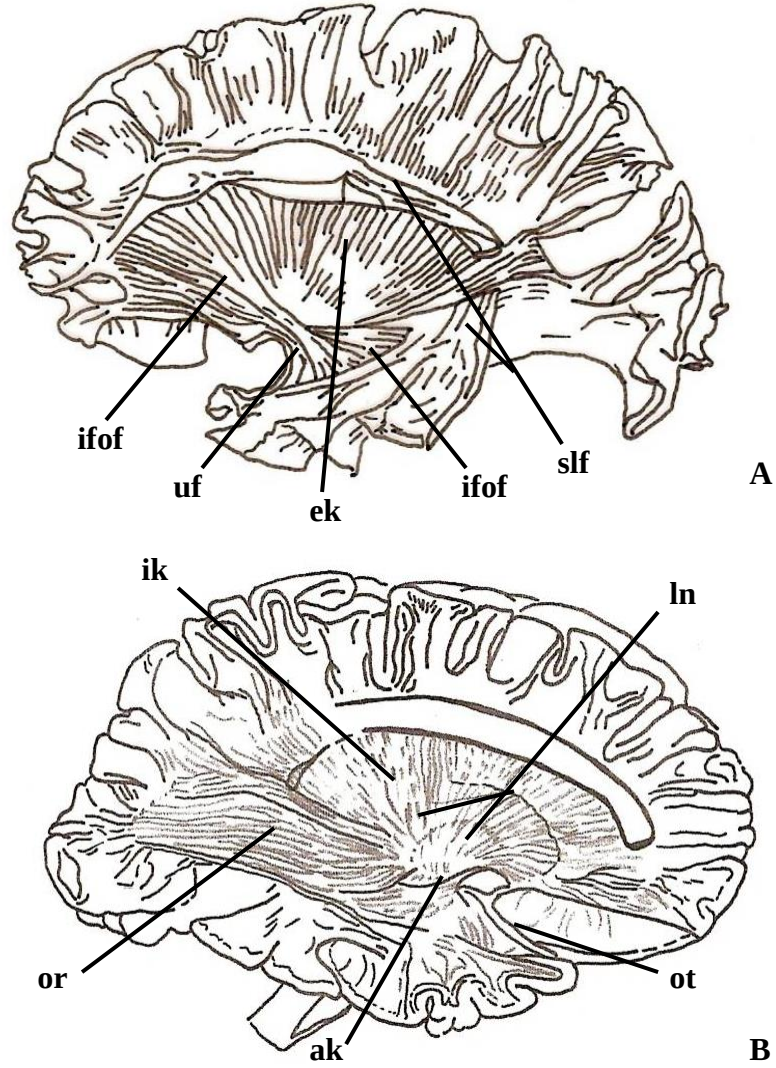
- 4) **Oksipito-temporal fasikül**, temporal lobu hemisferin posterior kısmına bağlar. Eksternal kapsülün lateralinden geçerek lateral ventrikülün oksipital hornuna uzanır.



Resim II.7: Koronal kesitte beyaz cevher bağlantı liflerinin çizimi. Asosiasyon lifleri, yeşil; komissural lifler, mavi; projeksiyon lifleri pembe ile gösterilmektedir. *Kısaltmalar:* ak = anterior komissür, ifof = inferior fronto-oksipital fasikül, ilf = inferior longitudinal fasikül, s = singulum, sfof = superior fronto-oksipital fasikül, slf = superior longitudinal fasikül.

II) Interhemisferik Komissüral Sistemler

- 1) **Anterior komissür**, hem anterior krus boyunca olfaktor sistemleri hem de posterior krus boyunca allokortikal alanları (ör; amigdala, hipokampus) birbirine bağlar.
- 2) Temporal lobun orta ve posterior kısımları **korpus kallozum** boyunca bağlanırlar.
- 3) **Hipokampal (fornikal) komissür**, hem entorinal ve hem de peririnal korteksleri (allokorteks) psalterium boyunca birbirine bağlar (ör; fornikal komissür).



Resim II.8: A. Sol hemisferde lateral görünümde asosiasyon liflerinin diseksiyonu. *Kısaltmalar:* ek = eksternal kapsül, ifof = inferior fronto-okspital fasikül, slf = superior longitudinal fasikül, uf = unsinat fasikül. **B.** Sol hemisferde medial görünümde komissürel ve projeksiyon liflerinin diseksiyonu. *Kısaltmalar:* ak = anterior komissür, ik = internal kapsül, ln = lentiform nukleus, or = optik radyasyon, ot = olfaktor trakt.

III) Projeksiyon Lifleri

- 1) **Optik radyasyon** lateral genikülat cisimcikten orijin alır. Lifler horizontal olarak laterale doğru internal kapsülün retrolentiküler parçasını çaprazlar. Orada pulvino-temporal lifler, temporo-pontin trakt, temporo-talamik fasikül ve tapetum ile birleşmeye gelirler. Sonra, kalkarin sulkusun superior kenarına doğru giden lifler medial oksipital loba ulaşmak için laterale ve posteriora doğru ilerler, bu esnada kalkarin sulkus alt kenarı boyunca yerleşmiş lifler yollarını değiştirerek öne ve laterale ilerleyerek temporal boynuzun tavanına doğru uzanırlar. Temporal polün ucundan 2 cm geride

lifler U dönüşü yaparlar, geriye ve aşağıya doğru yönlendirilerek temporal boynuzun lateral duvarını takip eder, arkadan medial oksipital yüzeye ulaşırlar.

- 2) **Odituar (işitsel) radyasyon** medial genikülat cisimcikten orijin alır. Lifler önde ve lateralde internal kapsülün retrolentiküler parçasının içine ilerlerler. Sonra insulanın inferior kısmında geçerken, odituar (işitsel) Heschl girusa ulaşmak için lateralde bir yol izler.
- 3) **Temporo-talamik fasikül (Arnold'un)** temporal lobun lateral yüzeyinden çıkar, pulvinara ulaşmak için tapetum ve internal kapsülün retrolentiküler parçası boyunca ilerler. Türck'ün temporo-pontin traktı T1'in posterior kısmında yerleşmiş olan Brodmann'ın 21. ve 22. alanlarından ortaya çıkar ve medialden ilerleyerek serebral pedinküle girer ve ponsa ulaşır^{7,56}.

e. Fonksiyonlar

Temporal lobun fonksiyonel özellikleri ikiye ayrılabilir. Lateral ve inferior yüzeylerini kaplayan neokorteks; işitme, görme ve konuşma fonksiyonları ile ilgilidir. Medial yüzeyinde bulunan limbik yapılar ise bellek ve duygusal olaylarla ilgilidir.

I) Neokortikal Bölge

Temporal lobdaki tek primer duysal korteks işitme korteksidir (Broadmann 41. alanı). Bu alan transvers temporal girusta (Heschl girus) bulunur. Bu alan, konveksite üzerindeki sekonder işitme alanları olarak sayılabilen Broadmann 42. ve 22. alanları ile çevrilidir. Bu alanlar baskın tarafta konuşmayı anlamada (Wernicke alanının kısmı) önemli rol oynar. Broadmann 38. alanı da muhtemelen işitme ile ilgilidir.

Temporal konveksitenin geri kalan kısmı (Broadmann 37., 20. ve 21. alanları) kompleks vizüel fonksiyonlarla ilgilidir⁷.

II) Mezial Bölge

Temporal lobun mezial yüzeyinde bulunan, Broca'nın tarifıyla 'grand lobe limbique'; 'muhteşem lob limbik' aşağıdakilerden oluşmuştur:

- 1) **Prepiriform ve periamigdalar korteksler** olarak isimlendirilen paleokortikal yapılar unkustaki ambient ve semilunar giruslarda yerleşmişlerdir. Filogenetik olarak bakıldığında bunlar çok eski yapılardır, başlıca koku ile ilgilidir ve amigdala ile sıkı sıkıya bağlanmışlardır. Kokudan başka beslenme ve cinsellik gibi davranışlarda da rol alırlar.
- 2) **Hipokampus** hatırlama işleminde ilgilidir. Aslında 1937'de Papez'in tanımladığı¹⁶ hipokampo-mamillo-talamo-singulo-hipokampal traktın önemli bir bileşenidir. Getirici yolların çoğu parahipokampal girus (T5)'tan gelir. Götürücü yolağı ise; hipokampusu mamiller cisimciklere ve septal nükleuslara bağlayan forniks tarafından oluşmuştur.
- 3) **Amigdala** iki işlevsel gruba ayrılabilir. Filogenetik açıdan en eski grup anterior, kortikal ve bazal nükleusun yarı kısmında yer alan bazal aksesuar nükleuslar tarafından oluşturulur. Getirici yollar sıklıkla olfaktor traktından ve karşı amigdaladan gelir. Başlıca projeksiyonları hipotalamusa, septal nükleuslara ve habenulaya doğrudur. Diğer grup lateral nükleus ve bazal nükleusun diğer yarısı ile oluşur. Getirici yolları singulat girus ve hipokampustan gelir. Başlıca projeksiyonları talamusun dorsomedial

çekirdeğine ve sonra neokortekse olur. İşlevine bakıldığında, hipotalamus tarafından oluşan bazı duygusal davranışların şekillendirilmesinde rol alır. Bu bağlantılar amigdalayı, dış dünya ile iç dünya aktiviteleri arasındaki bir ara-yüz pozisyonuna getirir. Hayvan deneyleri; amyidalanın iç organlarla ilgili fonksiyonları (kan basıncı, kalp ritmi, pupil dilatasyonu, piloereksiyon, gastrik sekresyon), kişisel ve türe özel hayatta kalma davranışlarını (vur ve kaç, yemek ve su alımı, çiftleşme) ve endokrin dengenin hipotalamik kontrolünü düzenlediğini göstermiştir^{12,13}.

2) LİMBİK LOB

Parahipokampal girus limbik lobun bir parçası olduğundan öncelikle limbik lobun tanımı yapılmalıdır. **Limbik lob**, daha yeni (neoserebral) alanlar ile ilkel (primitif) santral alanlar arasındaki filogenetik köprüyü oluşturur. Limbik lob, hemisferin infero-medial yüzeyinde yerleşmiş olup bitişik korteksten *limbik fissür* ile ayrılmıştır. Bu fissür; singulat sulkus, subparietal sulkus, anterior kalkarin sulkus, kollateral sulkus temporal kısmı ve rhinal sulkus tarafından oluşan, devamlılık göstermeyen bir yapıdır. Broca'nın yerleştirmiş olduğu süregelen tanımlamaya göre limbik lob, limbik girus ve intralimbik girus olmak üzere ikiye ayrılır¹⁵.

i) Limbik Girus

Subkallozal, singulat ve parahipokampal giruslardan oluşur. Korpus kallozum spleniumu inferiorunda, singulat girus ile parahipokampal girus arasında dar bir köprü olarak bulunan kortikal bölge *istmus* adını alır. Subkallozal girus; anteriorda korpus kallozumun inferiorunda, anterior para-olfaktor (subkallozal) sulkus ile posterior para-olfaktor sulkus arasında bulunur. Singulat girus, perikallozal sulkus ile korpus kallozumdan ayrılır.

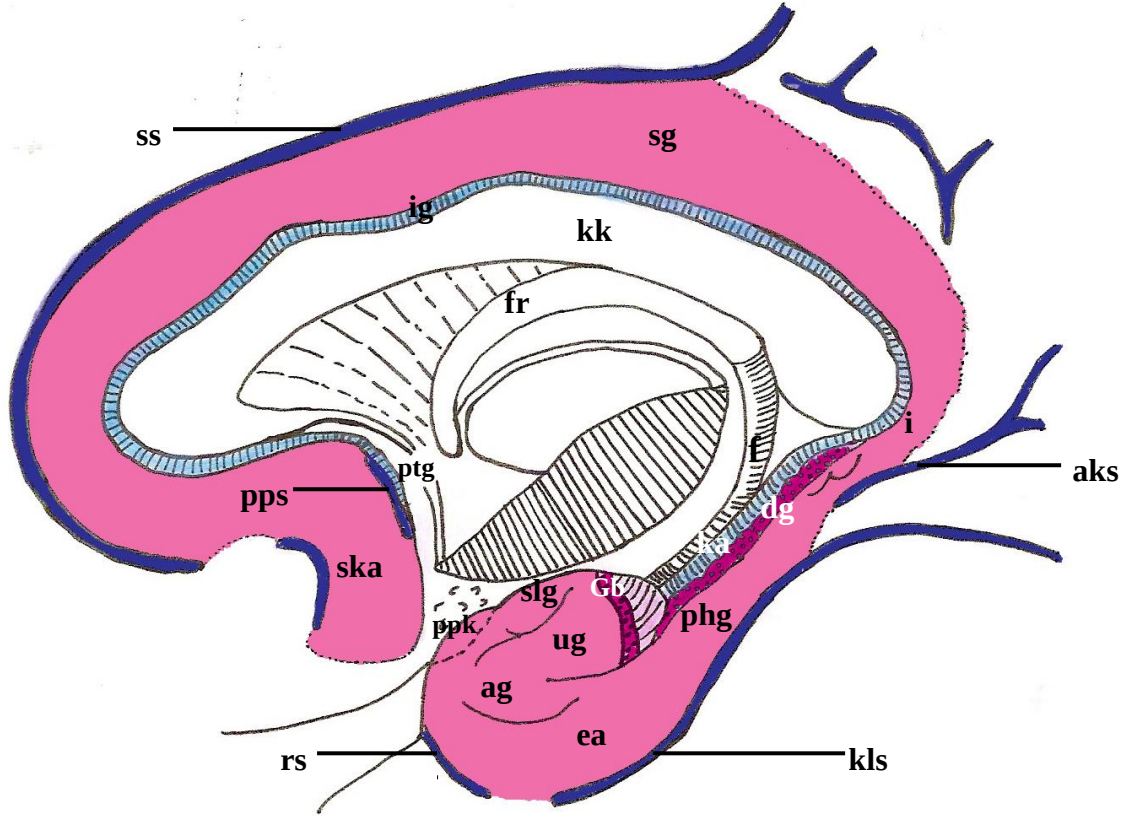
Parahipokampal girus (T5) lingual girus (O5) ile beraber medial oksipito-temporal girusu oluşturur. Lateralde fuziform girustan kollateral sulkus ile ayrılır. Parahipokampal girus iki segmente ayrılır:

(1) *Posterior segment*; dardır ve *subikulum* olarak adlandırılan düz superior yüzeyi hipokampal sulkus ile hipokampustan ayrılır.

(2) *Anterior segment*, daha hacimlidir, *unkusu* ve *entorinal alanı* içine alan *piriform lobe* olarak adlandırılır. Unkus arkaya doğru dönerek parahipokampal girusun superiorunda uzanır ve parahipokampal girustan unkal sulkus ile ayrılır. Inferiorda ve anteriorda unkus, rinal sulkus ile temporal polden ayrılır. Superiorda unkusun derin kısmı amigdalayla beraber globus pallidus ile devamlılık gösterir. Unkus fonksiyonel olarak anterior ve posterior kısımlar olmak üzere ikiye ayrılır. Posterior kısmı hipokampusa aittir. Anterior kısmında iki çıkıntı görülür: *semilunar girus* ve *ambient girus*. Bu giruslar birbirinden *semianular sulkus* ile ayrılırlar ve her ikisi de derin bir çekirdek olan *amigdalayı* sararlar. *Entorinal alan*; parahipokampal girusun posterior segmentine uzanan, piriform lobun alt kısmıdır.

Amigdala; badem şeklinde büyük bir nukleus grupları yumağıdır. Bu nukleus grupları şunlardır: Bazo-lateral, kortiko-medial, santral. Amigdala; hipokampusun antero-superior kısmında beyaz cevherin içindedir. Medialden, anteriordan ve

inferiordan üzerinde bir kabuk gibi saran unkusun kortikal gri cevheriyle kaplıdır. Postero-inferiorda entorinal alan ile ilişkilidir. Klastum, infralantiküler bölge ve globus pallidus ile belirgin sınırları bulunmaz. Postero-lateralinde temporal boynuza uzanarak, unkal resesin üzerinden temporal boynuz tavanının ön duvarını oluşturur. Hipokampus, talamus, hipotalamus ve kokuyla ilgili yapılarla bağlantıları vardır.



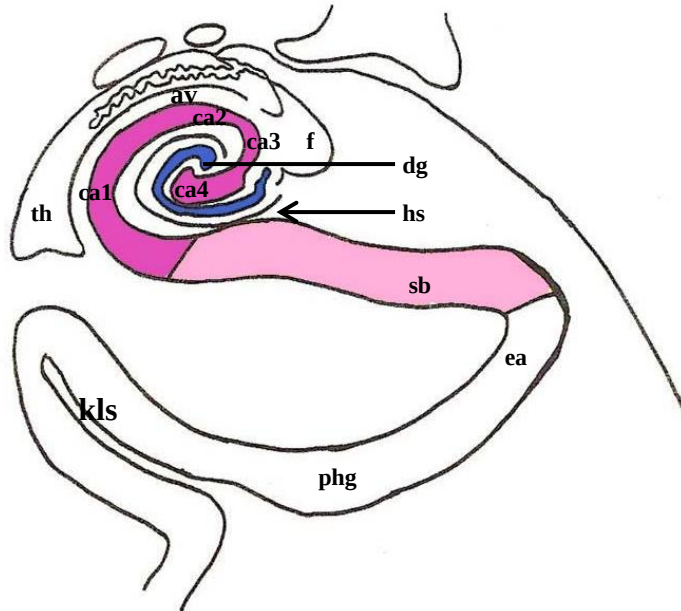
Resim II.9: Sağ hemisferin medial kesitinde limbik lob kısımlarının çizimi. *Kısaltmalar:* ag = ambient girus, aks = anterior kalkarin sulkus, dg = dentat girus, ea = entorinal alan, f = fimbria, fr = forniks, Gb = Giacomini bandı, i = istmus, ig = indusium griseum, ka = kornu ammonis, kk = korpus kallozum, kls = kollateral sulkus, phg = parahipokampal girus, ppg = pre-piriform korteks, pps = posterior para-olfaktor sulkus, ptg = paraterminal girus, rs = rinal sulkus, sg = singulat girus, slg = semilunar girus, ska = subkallozal alan, ss = singulat sulkus, ug = unsinat girus.

ii) İntralimbik Girus

İntralimbik girus; limbik girus içerisinde yer alan bir kemer oluşturur. Anterior segmenti *prehipokampal kalıntı* adını alır, posterior para-olfaktor sulkus ve paraterminal girus arasında bulunur. Prehipokampal kalıntının devamı olan superior segmenti, *indusium griseum*dur. Korpus kallozumun superior yüzeyinde yerleşen indusium griseum, medial ve lateral longitudinal strialar ile kaplıdır; ince sellüler bir

tabaka oluşturur. İndusium griseum, splenium hizasında ilerleyerek intralimbik girusun inferior segmentine yani en iyi gelişmiş kısım olan hipokampusu ulaşır⁸.

Hipokampus; anteriorda unkustan başlayarak posteriorda forniks ve indusium griseuma doğru uzanır. Üç kısma ayrılır: Baş (pes), gövde ve kuyruk. İki önemli yapıdan oluşur: Kornu Ammonis (Ammon'un boynuzu) ve dentat girus. Bu iki yapı birbirine paralel olarak kilitlenmiş silindirlerdir. Kornu Ammonis, alveus adı verilen ince bir beyaz cevher tabakasıyla kaplıdır. Alveus, hipokampusun ventriküler yüzünü oluşturan endodimal membran ile kaplıdır. CA1, CA2, CA3 ve CA4 olmak üzere özel fonksiyonları ve patolojileri olan dört alana ayrılabilir. Kornu Ammonis; temporal boynuzun lateral duvarına bası yapan hipokampal sulkusun oluşturduğu ventriküler çıkıntıya denk gelir. Fimbria hipokampusu bağlıdır ve Kornu Ammonisin iç yüzeyinde koroidal fissür boyunca tela koroidea'nın içinde uzanır. Fimbria hipokampal bağlantı liflerinin çoğunu taşıyarak posteriorda fornikse doğru gider. Dentat girus gri bir şerittir ve testere dişleri gibi görünen bir yüzeye sahiptir. Ekstraventriküler olarak fimbrio-dentat sulkus ile fimbriadan, inferiorda ise hipokampal sulkus ile parahipokampal girustan ayrılır¹⁴.



Resim II.10: Hipokampusun transvers kesiti. *Kısaltmalar:* av = alveus, ca = cornu ammonis, dg = dentat girus, ea = entorinal alan, f = fimbria, hs = hipokampal sulkus, kls = kollateral sulkus, phg = parahipokampal girus, sb = subikulum, th = temporal horn.

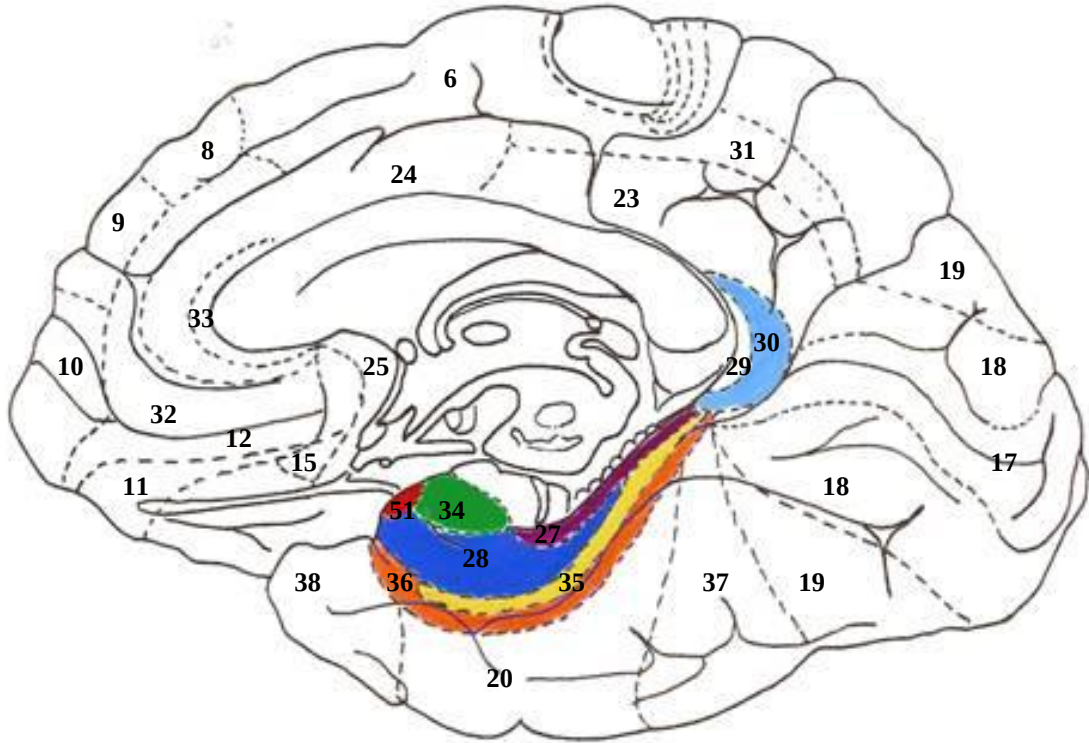
Elliot Smith'in 1897 tarihindeki tanımına göre korpus kallozumla bağlantılı olarak intralimbik girus üç kısma ayrılır:

- (1) Prekomissural hipokampus (prehipokampal kalıntı)
- (2) Suprakomissural hipokampus (indusium griseum)
- (3) Retrokomissural hipokampus (hipokampus proper)

Bu terminoloji hipokampusun gelişim sırasındaki migrasyonuna göre yapılmıştır¹⁴.

a. Fonksiyonel Tanımlama

Limbik lob fonksiyonel olarak tanımlandığında ise *limbik korteks* ve *paralimbik assosiasyon korteksi* olarak ikiye ayrılır. **Limbik korteks**; hipokampus, subikulum (Broadmann 27. alanı), prepiriform (Broadmann 51. alanı) ve periamigdaloid (Broadmann 34. alanı) kortekslerden oluşur. Amigdala da bu oluşuma katılır. Lateral, bazal, aksesuar bazal, medial, santral ve semilunar girus ile kaplı olan kortikal çekirdeklere ayrılır. **Paralimbik asosiasyon korteksi**; subkallozal girus, singulat girus, parahipokampal girusun entorinal (Broadmann 28. alanı) ve peririnal (Broadmann 35. alanı) alanlarını içerir, insulayla bağlantılıdır.



Resim II.11: Sağ hemisferde medial görünümde Broadmann⁵⁷ alanlarının gösterilmesi. Subikulum = 27. alan, pre-piriform korteks = 51. alan, entorinal alan = 28. alan, peririnal alan = 35. alan, peri-amigdaloid korteks = 34. alan, istmus = 30. alan.

Limbik lobda iki büyük fonksiyonel sistem vardır: Olfaktor sistem ve limbik sistem.

Olfaktor kortikal merkezler tartışmalıdır ve lokalize etmek zordur. Semilunar girus, prepiriform (Broadmann 51. alanı) korteks, entorinal (Broadmann 28. alanı) korteks, subkallozal (Broadmann 25. alanı) alan ve posterior orbital girus (Broadmann 13. alanı) ilgili yapılardır.

Limbik sistem, bir kısım araştırmacılar tarafından sınırlarının tarifindeki yetersizlik nedeniyle varlığı inkar edilse de anatomik ve fonksiyonel çalışmalar sonucunda çoğu araştırmacı tarafından böyle bir nöral sistem olduğu kabul edilmektedir²⁹.

b. Tarihçe

Limbik sistem terimi Latince’de kemer anlamına gelen ‘limbus’ sözcüğünden türemiştir ve ilk defa 1878 yılında bir nöroanatomist olan Pierre Paul Broca¹⁵ tarafından beyin sapını çevreleyen girusların oluşturduğu halkayı tanımlamak için kullanılmıştır. Karşılaştırmalı anatomisinden bu yapıların olfaktor işlevleri olduğunu bildirmiştir. Daha sonradan 1891 yılında Turner tarafından rinensefalon olarak isimlendirilmiştir. Papez¹⁶ (1937) ve Brodal¹⁷ (1947) gibi bazı araştırmacıların limbik lob ile ilgili ardarda yaptıkları kuramlarda insandaki bu lobun sadece bir kısmının olfaktor işlevi olduğu ama asıl duygusal davranış ile ilgili olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca amigdala da limbik lobun bir parçası olarak görülmüştür. MacLean 1954 yılında limbik lobda septum, orta hat talamus, habenula ve hipotalamus gibi çok sayıda subkortikal yapıların bulunduğunu bildirmiştir¹⁸. Nauta 1958 yılında bu görüşü daha da geliştirerek hipokampusu yakın komşuluğu olan yerler; septum, preoptik alan, hipotalamus ve mezensefalon gibi nöral aksın belirli bölgelerinin işlevsel önemini vurgulamıştır¹⁹. Hipotalamus, limbik ve endokrin sistemler arasında bir bağlantı kurar. Paramedian yapılarıyla mezolimbik bir sistem oluşturan mezensefalon, limbik sistemin genel işlev yapmasını etkileyen beyin sapındaki çıkan yollarıyla iç organlarla ilgili bilgiyi aktarabilmektedir. Broca’nın basit limbik lobe tarifinden, ortak işlevleri olan birçok farklı anatomik elemanlardan oluşan limbik sistem denilen bir organizasyon tarifine gelinmiştir.

c. Embriyoloji

Limbik lobun anatomik olarak karmaşık yapısı, limbik lobun filogenetik olarak daha eski kısımlarının neokorteks ile ilişkisindeki gelişimsel değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Erişkin insan beynindeki limbik lob, diensefalon ve bazal gangliayı çevreleyen kemerler veya kıvrılmış bant yapılarını içermektedir²⁰⁻²³. Dış kemer; subkallozal alan, singulat girus, parahipokampal girus ve unkusu kapsar. İç kemer ise; paraterminal girus, suprakallozal girus (induseum griseum), fasiolar girus, dentat girus ve kornu ammonis’i içerir. Hipokampal sulkus, bir kenarda parahipokampal girusun subikulum segmenti ile, diğer kenarda ise dentat girus ile sınırlandırılmıştır. Hipokampal formasyon ilk farklılaşan kortikal alandır²⁴⁻²⁶. Dentat girus ve cornu ammonisi içeren hipokampal formasyon ilk kez 10. gebelik haftasında

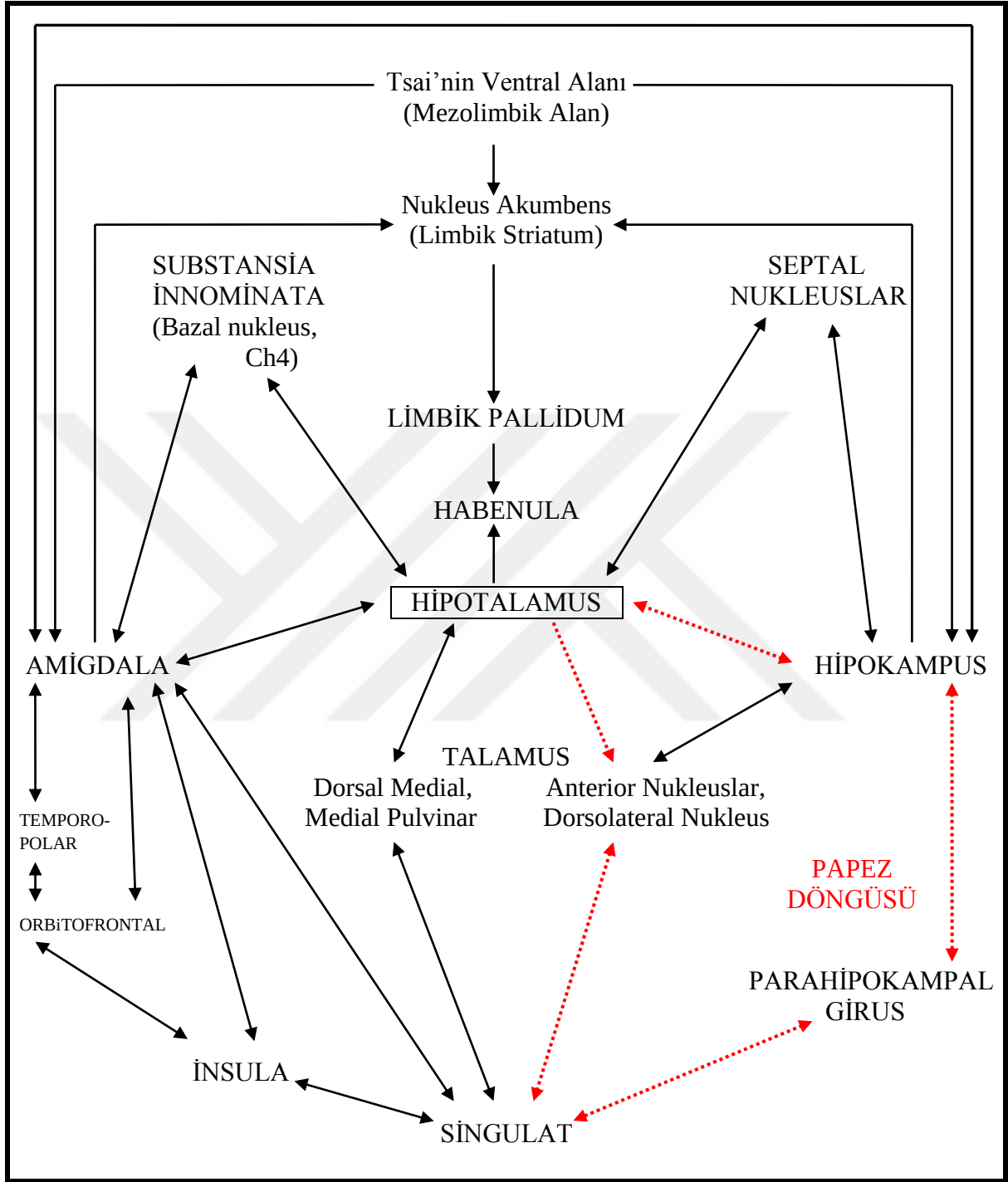
lamina terminalise bitişik serebral hemisferin dorso-medial duvarında görülür. Hipokampal formasyon karmaşık ardısıra bir takım embriyolojik değişikliklere uğrar; olfaktor kabartının medial duvarından hemisferin arka bitimine kadar hilal şeklinde genişler ve temporal lob oluştuğunda anteriorda onun içine doğru ilerler^{26,27}. 13. haftada, henüz korpus kallozum oluşmadan önce tüm hipokampal formasyon serebral hemisferin medial yüzünde görünür haldedir. 16. haftada, singulat girusu ve parahipokampal girusu içeren dış limbik kemer artık tanınabilir. Korpus kallozumun gelişimiyle beraber frontal ve parietal alanlardaki hipokampal sulkus, kallozal sulkus olur. 18. haftada, subkallozal alan, singulat girus ve parahipokampal girusu içeren dış limbik kemer daha belirgindir. Parahipokampal girus ve unkus bölgesinde, neokorteksin belirgin büyümesi sonucunda hipokampal formasyon hemisferin medial yüzeyinde derinde kalır ve bakıldığında görünmez hale gelir. 20,5. haftada hipokampal sulkusun çevresindeki yapılarla ilişkisi erişkin beyninindekiyle benzer hale gelir. Erişkin özelliklerinin çoğuna sahip olan iyi gelişmiş bir hipokampal formasyon 30. haftada oluşmuştur²⁸.

d. Fizyoloji

Limbik sistemin bileşenleri en uzak sınırlarıyla beraber şunlardır:

1. Hipotalamus
2. Limbik korteks (allokortikoid ve kortikoid)
3. Paralimbik kortikal kemer
4. Limbik hat (olfaktor tüberkül ve nukleus akumbens), limbik pallidum, Tsai'nin ventral tegmental alanı ve habenula
5. Limbik ve paralimbik talamik nukleuslar (anterior dorsal [AD], anterior ventral [AV], anterior medial [AM], laterodorsal [LD], mediodorsal [MD], medial pulvinar [PM] ve diğer orta hat nukleuslar)

Bu beş sistemin sıkıca birbiriyle bağlantılı olması nedeniyle bu yapılar tek bir sistemde toplanmıştır. Bu bağlantılar birçok farklı döngüler oluşturur. Bunlardan biri 'Papez döngüsü' olarak bilinen hipokampustan forniks yolu ile sırasıyla mamiller cisimciklere, mamillo-talamik trakt ile anterior talamik çekirdeklere, singulat girusa, presubikuluma, entorinal kortekse, getirici yolak ile tekrar hipokampusa doğru gelen sinaptik iletilerdir. Bu döngünün elemanlarının hafıza ve öğrenme ile ilgili önemli rolleri vardır. Aşağıdaki şemada görülen bağlantılar çok sıkıdır ve bunlarda gelişen bir hasar ya da erken sonlanım ilgili alanlarda geriye dönük veya transsinaptik bozulmayı tetikleyebilir²⁹.



Tablo II.1: Limbik sistem majör bağlantılarının gösterilmesi.

Limbik sistem bileşenlerinin ortak nöro-kimyasal, nöro-fizyolojik ve hatta belki immünolojik özellikleri vardır. Örneğin; limbik sistemin kortikal bileşenlerinin içinde dopaminerjik, kolinerjik ve endojen opiyat işaretleyiciler serebral korteksin diğer kısımlarındakilerden daha fazla yoğunlukta bulunurlar. Lidokain, prokain ve kokain gibi topikal anestezikler limbik ve paralimbik alanların güçlü etkinleştiricileridir. Halbuki bunlar diğer kortikal bölgelerin aktivitelerini baskılama eğilimindedir. Herpes simpleks virüsün limbik sistemin hemen tüm bileşenlerine özel ilginlikte olması, bu kortikal alanların virüs tarafından tanınan, antijenik açıdan ortak bölgeler olabileceğini düşündürmektedir.

e. Fonksiyonlar

Limbik sistemin tüm parçalarını tek bir bütün olarak birleştiren en önemli özellik, paylaşılan davranış özelleşmesinin varlığıdır. Sistemin birbirleriyle bağlantılı ortak fonksiyonları beş grup olarak özetlenebilir:

1. Yeni olaylar ve deneyimler ile ilgili dağınık bilginin bildirici, zincirsel ve açıklayıcı belleği destekleyen bir biçimde bütünleştirilmesi
2. Duygu ve dürtülerin (açlık, susama, libido) kişisel olmayan olaylar ve zihinsel içeriğe kanalize edilmesi
3. Zihinsel aktivitenin otonom, hormonal ve immünolojik durumlarla bağlantılanması
4. Sosyal birliktelikle ilgili benzer davranışların düzenlenmesi
5. Koku, tat ve ağrının algılanması

Limbik sistem yapılarından herhangi birinde meydana gelen hasar bu davranış gruplarının birinde veya daha fazlasında bozulmaya neden olabilir. Ancak, limbik sistem etkinin amigdaloid ve hipokampal bölümleri olmak üzere ikiye ayrılabilir. Olfaktrosentrik paralimbik alanlar; amigdaloid devre içinde yer alırken, Papez döngüsünün bileşenleri hipokampal devrede yer almaktadır. Amigdaloid devre; duygu, motivasyon, benzer davranışlar ve otonom-hormonal-immünolojik fonksiyonlar ile yakın ilişkilidir, diğeri ise öğrenme ve hafıza ile ilgilidir²⁹.

f. Patolojiler

Kalıcı tam bellek yitimi durumunun klinik tanısı her zaman iki yanlı limbik lezyonların varlığını gösterir ve daima hipokampal çevre ile ilgilidir. Ağır bellek yitiminin eşlik ettiği en sık hasar gören alanlar hipokampo-entorinal kompleks, limbik talamus, hipotalamus (özellikle mamiller cisimcikler), forniks ve bazal ön beyindir. Limbik sistemin bir bütün olduğu görüşü; çalışmalarda hipokampo-entorinal lezyonların, talamik veya hipotalamik lezyonların neden olduğu bellek yitimlerinin klinik özelliklerinin birbirinden ayırt edilememesinin gösterilmesiyle desteklenmiştir.

Şizofreni, majör depresyon, travma sonrası stres sendromları ve panik durumlarının herbiri limbik sistem bileşenlerinin çeşitli yapısal ve metabolik bozukluklarıyla bağlantılıdır. Ciddi davranış bozuklukları olan şizofreni hastalarında sıklıkla normal olmayan hipokampal CA nöronlarıyla birlikte belirgin derecede küçülmüş parietal ve temporal korteksler görülmektedir. Bu hastalarda özellikle

anterior limbik yapılara olan dopamin nörotransmisyonu anormal olabilir. Diğer taraftan, limbik sistemin bilinen lezyonları sıklıkla çeşitli psikiyatrik semptomatoloji yaratabilir. Örneğin; panik ataklar, dissosiatif durumlar, temporo-limbik epilepsinin şizofren durumları, parahipokampal enfarktların ajite konfüzyonel durumları, septal hipotalamik lezyonların seksüel ve iştah bozuklukları, medial ve bazal frontal lob sendromları.

Duygusal davranıştaki bozukluklar, genellikle amigdala ve singulat girusun ön bölümleri gibi anterior limbik yapıların işlev bozukluğu sebebiyle görülmektedir. Ancak bellek ve öğrenme ile ilgili işlev bozukluğu ise daha çok hipokampus ve singulat girusun posterior bölümleri gibi kaudal yapılarla ilgili görülmektedir. Bellek, tanımlayıcı ve işlemsel olarak sınıflandırılabilir. Tanımlayıcı bellek, bilinçle tekrar çağrılabilen gerçeklerin belleğidir. İşlemsel bellek ise öğrenilmiş becerilerin belleğidir. Tanımlayıcı belleğin kısa dönemden uzun döneme alınmasında limbik sistemin rolünün önemli olduğu sanılmaktadır. Tanımlayıcı belleğin alma ve bellekte tutma işlevinde de temporal lobun önemi vurgulanmaktadır. Diensefalon, tanımlayıcı bellek işlevlerinde yeni bilgilerin belleğe kazanılması ve bellekte tutulmasında önemli bir yer tutar.

Korsakoff sendromlu hastalar, tiamin eksikliğinin ileriye yönelik bellek yitimine sebep olduğu kronik alkoliklerdir. Bu hastalarda, mamiller cisimciklerde, frontal kortekste ve talamusun medio-dorsal çekirdeğinde hasar bulunmaktadır.

Bazı epilepsi çeşitleri limbik sistem ile ilgilidir. Temporal lob epilepsilerinde, ölüm sonrası çalışmalarda muhtemelen epileptojenik odak olan hipokampusun CA1 alanında hasar görülmektedir. Bazı olgularda hasarlı alanın cerrahi olarak çıkartılması nöbetleri önlemekte ancak belleği olumsuz olarak etkilemektedir. Tekrarlayıcı epileptik aktivite, hipokampustaki piramidal nöronlarda daha fazla zarara sebep olur. Mezial temporal bölge epilepsisi sırasında veya bu alanın uyarılmasıyla görülen klinik bulgular; korku, üzüntü, önceden yaşanmışlık hissi (deja-vu), anıyı hatırlama, rüya görme, halüsinasyonlar (sanrılar) ve oro-alimentar otomatizmadır. Epigastrik kasılma, bulantı, solunum sıkıntısı, taşikardi, kızarma, soluklaşma ve pupil değişiklikleri gibi visseral semptomlar da görülebilir^{3,30-33}.

Otizm'de limbik korteks tutulmaktadır. Otizm, çocuklarda genellikle 3 yaş altında, diğer kişilere oranla öğrenmede ve iletişimde güçlük ile kendini göstermektedir. Otistik çocukların temporal lobları genişlemiştir ve anormal EEG özellikleri bulunmaktadır.

Duygusallık, entellektüellik ve hafıza işlevlerinin bozulduğu Alzheimer ve Parkinson hastalıklarında; amigdala, entorinal korteks ve hipokampal formasyonda patolojik değişiklikler olduğu görülmüştür^{34,35}.

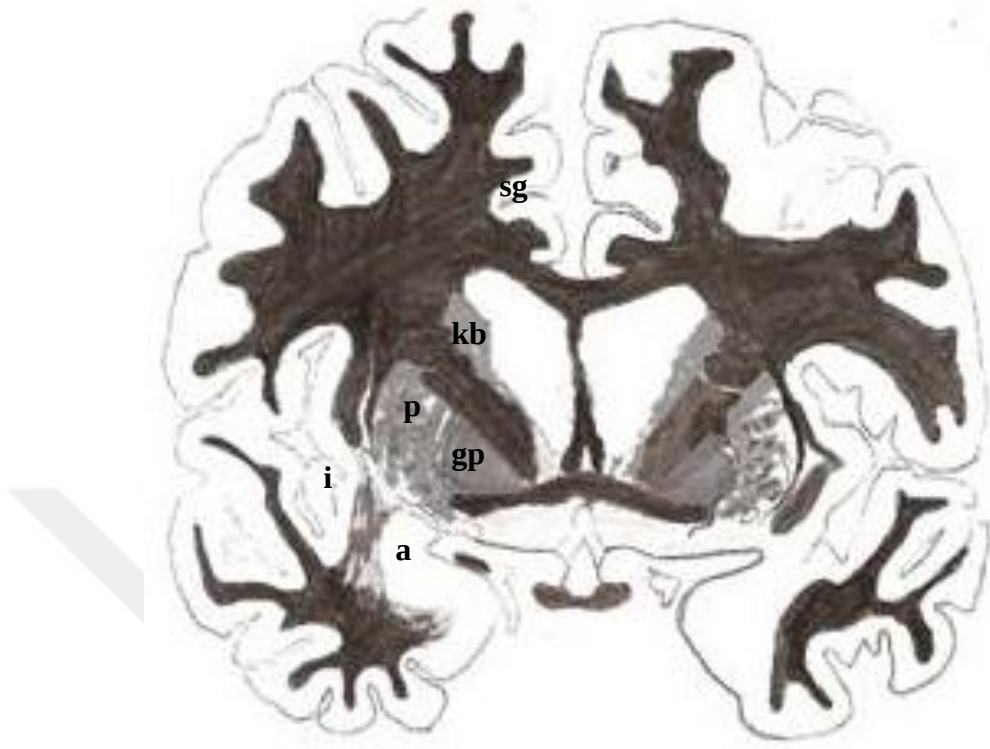
g. Histoloji

Terminoloji olarak evrensel bir görüş birliği yoktur. Bir bölgeyi diğer bölgeden ayıran belirli bir sınır çizilememektedir. Lobar düzenleme , alışlagelmiş topografik işaretleme, hücre mimarisine göre sınırlandırma ve davranışsal özelleşmeler arasında net benzerlikler bulunmamaktadır. Bu nedenle beynin bir parçasının birden fazla tanımlayıcı ismi vardır. Örneğin; hücre mimarisine göre kortikal bir bölge tanımlandığında Broadmann'ın haritalandırması yetersiz kalmaktadır, zira o kortikal bölgenin büyük bir kısmı derinde sulkus kenarlarında uzanmaktadır. Anatomik sınırların net olmaması çalışmaların yönünü iki gruba ayırdı: (1) Yapısal benzerlikler (2) fonksiyonel benzerlikler olarak tanımlamaya gidildi. Fonksiyonel benzerliklerine göre bir sınıflama yapıldığında serebral korteks beş alt gruba ayrıldı: *Limbik, paralimbik, heteromodal asosiasyon, unimodal asosiasyon ve primer sensori-motor*²⁹.

1) Limbik Bölge (Kortikoid ve Allokortikal Formasyonlar)

Serebral korteks 2-4 mm kalınlığında olup primer duysal alanlarda en ince, motor ve asosiasyon alanlarında ise en kalın olmaktadır. Mikroskobik olarak laminar ve kolumnar olmak üzere iki yapısı vardır. Laminar organizasyona göre filogenetik olarak eski elemanlar içeriyorsa *allokorteks*, yeni elemanlar içeriyorsa *neokorteks* (*izokorteks*), arasında olanlara ise *mezokorteks* denir. Neokorteks %90'ını oluşturmaktadır. Hücresel laminar yapı allokortekste üç katlı iken diğerleri 6 katlıdır.

Bazal ön beyin daima subkortikal bir yapı olarak düşünülmüştür. Ancak, bileşenlerinin bazıları serebral korteksin sınırları içinde sayılabilir çünkü direk olarak serebral hemisferin ventral ve medial yüzeylerinde yerleşmiştir. Bazal ön beyin yapıları ; septal bölge, substansia innominata, amigdaloid kompleks ve belki anterior olfaktor nuklesu da içerir. Bunlar, basitleştirilmiş hücre mimarilerinden dolayı 'kortikoid' veya 'korteks benzeri' olarak tanımlanabilir. Septal bölge ve substansia innominata gibi bazı kortikoid alanlarda, nöronal organizasyonun yeterli gelişmemesinden dolayı muntazam bir laminasyon görülmez ve dendritlerin yerleşimi rastgeledir.



Resim II.12: Koronal düzlemde amigdala çekirdeklerinin globus pallidus ve putamen ile ilişkisinin gösterilmesi. *Kısaltmalar:* a = amigdala, i = insula, gp = globus pallidus, knb = kaudat nukleus başı, p = putamen, sg = singulat girus.

Kortikal organizasyonun bir sonraki evresi ‘**allokorteks**’in düzenlenmesidir. Bu korteks tipi bir veya iki nöron bandının orta-iyi farklılaşmış katmana doğru düzenli halini içerir. Yapıyı oluşturan nöronların apikal dendritleri iyi gelişmiştir ve sıralı durumda orientasyon gösterirler. Memeli beyinde iki allokortikal formasyon bulunur: (1) hipokampal kompleks (dentat girus, CA1-4 sahaları, subikular alanlar); ‘*archikorteks*’ adını da alırlar , (2) piriform veya primer olfaktor korteks; ‘*paleokorteks*’ olarak da bilinir. Kortikoid ve allokortikal formasyonlar birlikte serebral korteksin limbik bölgesini oluştururlar.

2) Paralimbik Bölge (Mezokorteks)

‘Mezokorteks’ olarak bilinen bir sonraki seviye beyin paralimbik bölgelerinde bulunmaktadır. Bu alanlar allokorteks ve izokorteks arasında birinden diğerine kademeli olarak geçiş sağlar. Allokortikal hücre katları sıklıkla paralimbik alanlara doğru uzanırlar. Paralimbik alanların allokortekse bitişik olan kısımlarına ‘periallokortikal’ veya ‘jukstaallokortikal’, izokortekse bitişik olan kısımlarına da ‘proizokortikal’ ya da ‘periizokortikal’ denilir. Bu kısımlar arasında asla keskin sınırlar yoktur ve daima kademeli geçiş bölgeleri içerirler. Çoğu paralimbik alanlarda, periallokorteksten periizokortekse geçiş değişiklikleri aşağıdakileri içerir:

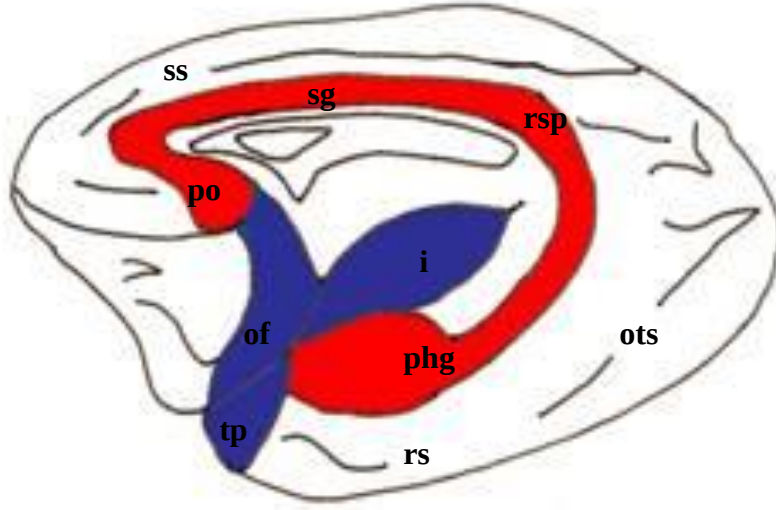
1. Küçük granüler nöronların (yıldız piramidler) önce 4. tabakada ve sonra 2. tabakada ilerleyerek daha büyük oranda birikmesi.
2. 3. tabakanın sublamınasyonu ve kolumnarizasyonu.
3. 5. tabakanın 6. tabakadan, 6. tabakanın da altındaki ak maddeden farklılaşması.
4. İntrakortikal miyelin artışı, özellikle Baillarger'in dış tabakası (4. tabaka) boyunca.

Genellikle, 4. ve 2. tabakalardaki nispeten iyi-farklılaşmış granüler hücre bantlarının ortaya çıkması, 3. tabakanın sublamınasyonu ve 6. tabakadan 5. tabakanın farklılaşması paralimbik bölgenin sonunu yani altı tabakalı homotipik izokorteksin de başladığını işaret eder.

Paralimbik alanların peri-allokortikal kısımları daha 'limbik' davranışsal özelliklere sahipken peri-izokortikal kısımları komşu unimodal ve heteromodal assosiasyon kortekslerine daha benzer özelleşmelere sahiptir. İnsanda başlıca beş paralimbik formasyon bulunur:

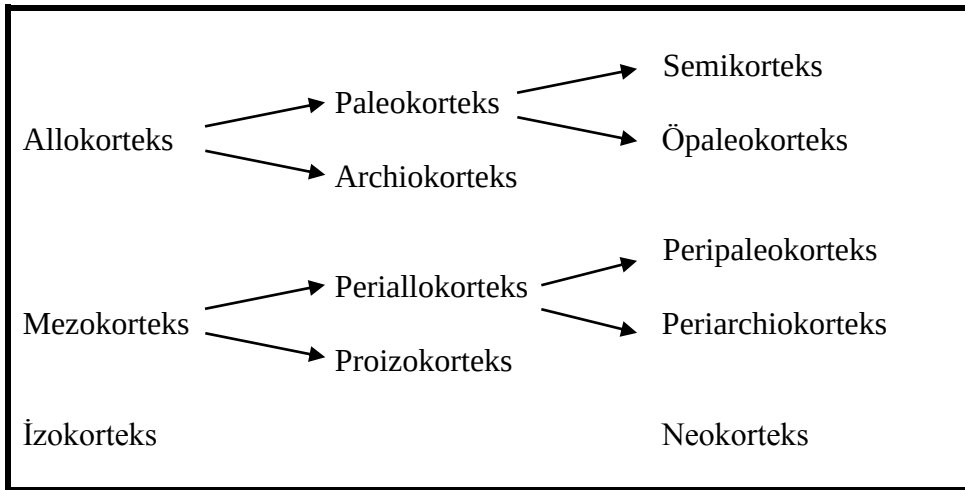
1. Orbitofrontal korteks (Broadmann 11-12. alanlarının arka kısımları ile 13. alanı)
2. İnsula (Broadmann 14-16. alanları)
3. Temporal pol (Broadmann 38. alanı)
4. Parahipokampal korteksler (presubikulum, parasubikulum, entorinal alan, prorinal alan, peririnal (transentorinal alan); Broadmann 27-28 ve 35. alanları)
5. Singulat kompleks (retrosplenial, ventral singulat ve parolfaktor alanlar (Broadmann 23-26. ve 29-33. alanları)).

Bu beş paralimbik alan serebral hemisferleri medialden ve bazalden sarmalayan devamlılık gösteren bir korse oluşturlar. Bu paralimbik kemer iki büyük gruba ayrılabilir: *olfaktosentrik* ve *hipokamposentrik*. Olfaktor piriform korteks, posterior orbitofrontal, insular ve temporopolar paralimbik alanlar için allokortikal yuvayı sağlar. Hipokampus ve onun suprakallozal kalıntısı (induseum griseum olarak bilinir), paralimbik beyin singulat ve parahipokampal bileşenleri için allokortikal yuvayı sağlar³⁶. Hipokamposentrik paralimbik formasyonlar; parahipokampal 'rinal' korteksleri, retrosplenial alanı, singulat girusu ve subkallozal (parolfaktor) alanları kapsar. Paralimbik kemerin olfaktosentrik ve hipokamposentrik kısımları orbitofrontal ve anterior parahipokampal kortekslerin içerisinde birleşirler³⁷.

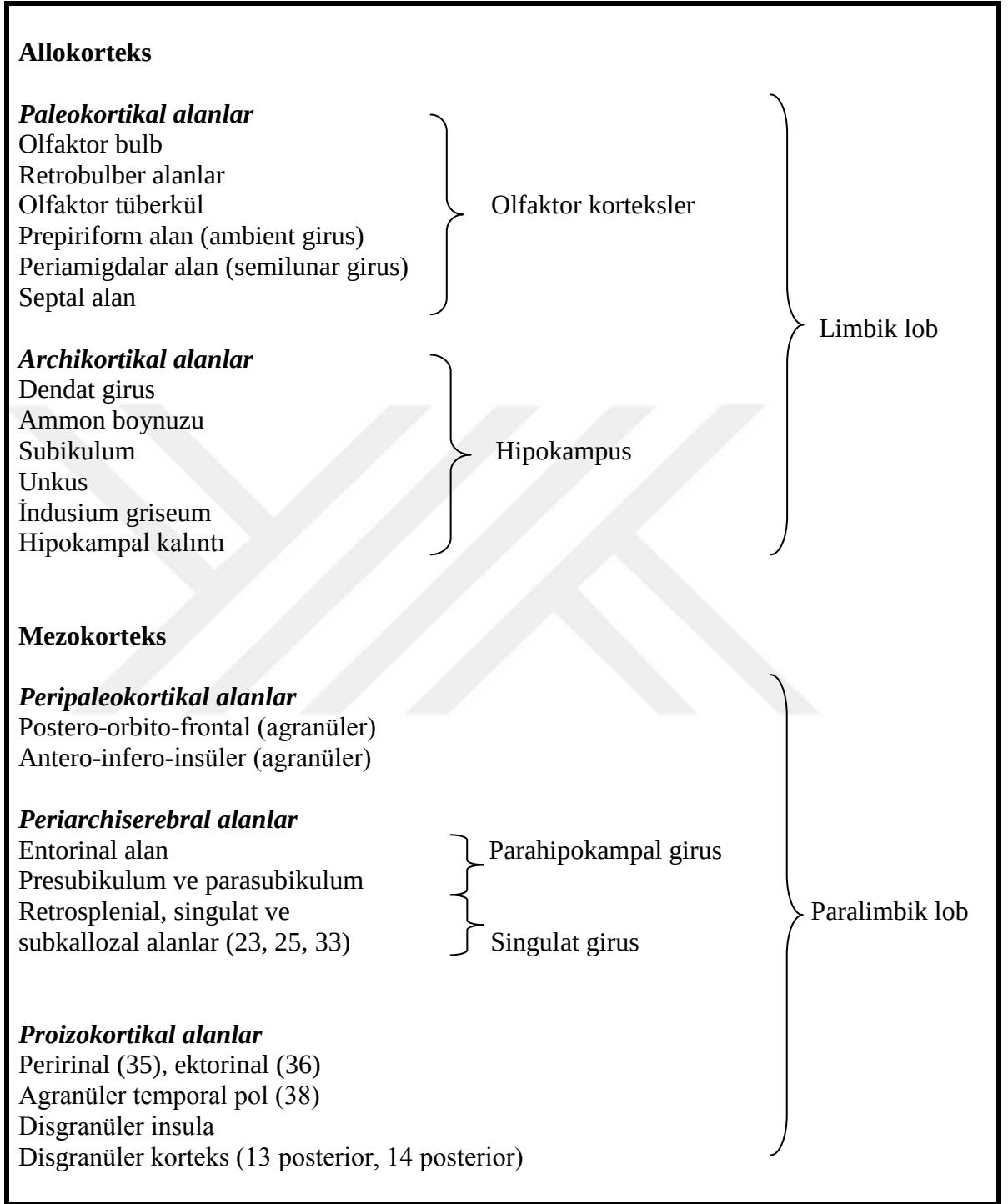


Resim II.13: Limbik sistemdeki olfaktosentrik (mavi) ve hipokamosentrik (kırmızı) kemerin çizimle gösterilmesi. *Kısaltmalar:* i = insula, of = posterior orbito-frontal korteks, ots = oksipito-temporal sulkus, phg = parahipokampal girus, po = parolfaktor alan, rs = rinal sulkus, rsp = retrosplenial alan, sg = singulat girus, ss = singulat sulkus, tp = temporo-polar korteks.

İnsan beyinde serebral korteksin en büyük bölümünü altı tabakalı homotipik izokorteks (veya neokorteks), ‘asosiasyon izokorteks’ oluşturur.



Tablo II.2: Kortikal organizasyonun histolojik ve embriyolojik açıdan sınıflaması.



Tablo II.3: Transisyonel (allokortikal ve mezokortikal) telensefalon kısımlarının sınıflaması.

Paralimbik alanlar, bilişselliği viseral durumlar ve duygu ile birleştirmede önemli bir rol oynar. Paralimbik kortekslerin en az dört davranış şekli üzerine kritik katkıları bulunur: (1) hafıza ve öğrenme, (2) duygu ve benzer davranışların kanalize edilmesi, (3) visseral durumun, immün yanıtların ve endokrin dengenin mental duruma bağlanması, (4) ağrı, tat ve kokunun algılanması.

3) Rinal Korteksler ve Parahipokampal Alan

Paralimbik kemerin parahipokampal komponentleri: (1) rinal korteksler (entorinal, prorinal, peririnal (transentorinal)), (2) presubikulum ve (3) parasubikulumdur. Bu komponentlerin herbiri farklı mimariye sahiptir.

Entorinal alan; hipokampal kompleks ile direkt anatomik devamlılık içindedir ve parahipokampal paralimbik bölgenin periallokortikal kısmı olarak ifade edilebilir.

Makak maymunlarıyla yapılan çalışmalarda, prorinal ve peririnal bileşenler birbirlerinden belirgin bir sınır oluşturan rinal sulkus ile ayrılırlar. Prorinal korteks ve rinal sulkus insan beyinde pek belirgin değildir. Bunun yerine kollateral sulkus baskın sulkal işaretleyici olarak mevcuttur ve medial kenarında peririnal korteksi içerir. Kollateral sulkusun kenarlarında, parahipokampal paralimbik bölgenin transizyonel ve peri-izokortikal kısımları bulunur.

Entorinal ve peririnal (transentorinal) alanlar insan beyinde çok belirgindir. Entorinal korteks kollateral sulkusun tümseğine kadar uzanır ve sulkusun medial kenarının üzerindeki transentorinal (peririnal) korteks ile birleşir. Rinal korteksler; olfaktor korteks, bazal nukleus, amigdala ve özellikle hipokampustan limbik bağlantılar alırlar. Çoklu unimodal ve heteromodal alanlardan ek girdiler gelir. Entorinal ve transentorinal korteksler birlikte heteromodal ve unimodal asosiasyon alanlarından hipokampal formasyona bilgiyi taşımak için tek en önemli düzenlemeyi sağlarlar. Bu projeksiyonlar perforan yollar içerisindedir. Resiprokal hipokampo-entorinal projeksiyonlar subikulumdan ve hipokampusun CA1 kısmından orijin alırlar. Entorinal-transentorinal korteks ile hipokampus arasındaki iki yönlü bağlantılar oldukça kuvvetlidir ve bu iki yapı; tek bir hipokampo-entorinal kompleks olarak düşünülebilir. Rinal kortekslerin olfaktor, emosyonel ve visseral işlevlerinin yanısıra asıl ilgili oldukları yerler hafıza ve öğrenme alanlarındadır²⁹.

4) Piriform Korteks

Piriform korteksi oluşturan yapılar prepiriform alan, periamigdaloid alan, unkus ve entorinal kortektir. Ambient girus ve lateral olfaktor girus, prepiriform alanda; lateral olfaktor stria ve semilunar girus, periamigdaloid alanda; unsinat girus, Giacomini bandı ve intralimbik girus, unkusta bulunur.

Piriform korteks (primer olfaktor korteks) olfaktor bulbdan girdiler alır ve hipotalamus ile bağlantılıdır. Diğer duysal biçimlerin tersine, neredeyse tüm limbik ve paralimbik alanlarla direkt bağlantılı olduğundan olfaktor bilgi serebral kortekse ulaşmak için talamus boyunca beklemek zorunda kalmaz^{36,38}. Seksüel, konumsal ve

beslenme davranışlarına karşı olfaktor duyunun önemi, kortikal alanların limbik bölgesinin içindeki lokalizasyonu ile ilgilidir. Balinalar ve yunuslar gibi koku almayan memeli deniz hayvanlarında iyi gelişmiş bir piriform korteks bulunmaktadır. Bu da bölgenin olfaktor olmayan fonksiyonlarının olasılığını düşündürmektedir³⁹. Kedilerde örneğin, piriform korteks lezyonu hiperseksüaliteye sebep olmaktadır bu bölgenin uyarılması saldırma davranışını ortaya çıkaran trigeminal alıcı alanlarda değişiklikler yapmaktadır.



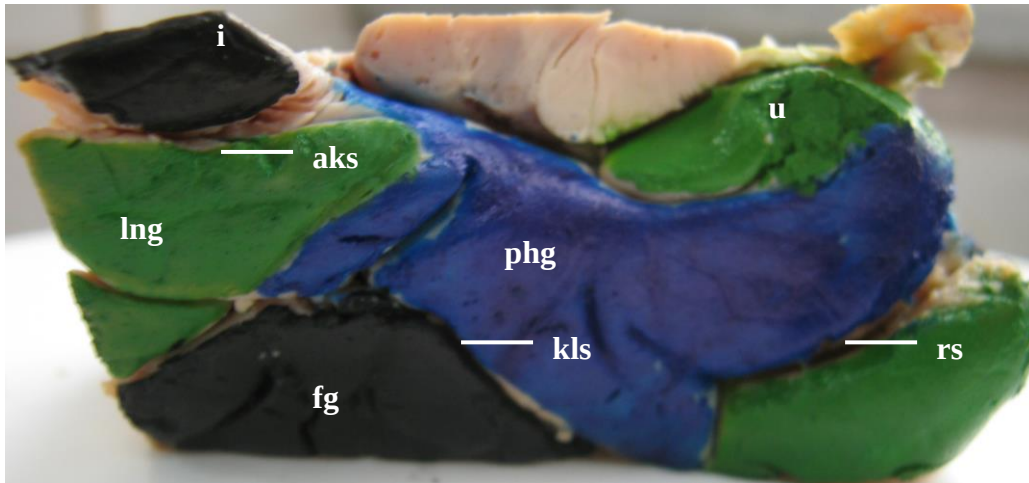
BÖLÜM-III

MATERYAL VE METOD

Taze olarak temin edilen 17 adet insan beyni (34 hemisfer) en az 2 ay olmak üzere %10'luk formalin solüsyonunun içerisinde muhafaza edildi. Baziller arter bağlanıp beynin kendi normal şeklini koruyarak formalin solüsyonu içerisinde asılı kalması sağlandı. Ameliyat mikroskobu x6 ila x40 büyütmede kullanılarak pia, araknoid ve damarlar dikkatlice kaldırıldı. Beyinler formalinden temizlenmek için birkaç saat musluk altında bol su ile yıkanarak kurutuldu.

I. 17 adet insan beyninde makroskobik olarak parahipokampal girus ve unkusun topografik anatomisi tanımlanarak, tüm beyinlerde el çizimi ve fotoğraflama yapılmak suretiyle giral ve sulkal yapılar detaylarıyla gösterildi. Morfometrik çalışmada; tüm beyinlerde rinal sulkus-anterior kalkarin sulkus, unkal apeks-rinal sulkus, temporal pol-unkal apeks, temporal pol-rinal sulkus, unkal apeks-anterior kalkarin sulkus, posterior unkal pol-unkal apeks, unkal pol-rinal sulkus mesafeleri ile kollateral sulkus parahipokampal segment ve unkal sulkus uzunlukları parametreler olarak alınıp ölçümleri yapıldı.

II.a) 2 adet hemisferde parahipokampal girus maviye, unkus, temporal pol ve lingual girus yeşile, istmus ve fuziform girus siyaha boyanarak, anteriorda rinal sulkus, posteriorda lingual girus ve istmus, superiorda globus pallidus ve medio-lateralde temporal boynuz sınırlarından kesilerek çıkarıldı.



Resim III.1: Histolojik kesitler hazırlanmak üzere çıkarılmış sol parahipokampal girus ve unkus. *Kısaltmalar:* aks = anterior kalkarin sulkus, fg = fuziform girus, i = istmus, kls = kollateral sulkus, lng = lingual girus, phg = parahipokampal girus, rs = rinal sulkus, u = unkus.

Alınan doku parçası yukarıdan aşağıya doğru aksiyel düzlemde 1 mm. kalınlığında dilimlenerek sırasıyla numaralandırıldı. Dilimlenen parçalar 2.5x4 cm. ebadında kasetlerin içerisine yerleştirildi. Takip işlemi için normal oda sıcaklığında

(25⁰ C), sırasıyla %90 alkolde, %96 alkolde, %100 alkolde, tekrar %100 alkolde, ksilol-I'de, ksilol II'de, parafin I'de ve ardından parafin II'de 24'er saat bekletilip geçirildi. Takip işlemi biten dokuların parafin içerisinde soğuması sağlandı. Soğuyan bloklardan 2 mikron kalınlığında kesitler alınarak Hematoksilen Eozin (H&E) ile boyandı. Preparatlar ışık mikroskobu altında x40, x100 ve x200 büyütmelemlerde incelendi.

II.b) 2 adet hemisferde parahipokampal girus ve unkus lateralde temporal boynuzdan, posteriorda lingual girus ve istmus, anteriorda rinal sulkus, inferiorda kollateral sulkus sınırlarından kesilerek çıkarıldı. Parahipokampal girus kortikal yüzeyi siyah doku boyasıyla boyanarak işaretlendi. Alınan doku parçaları önden arkaya doğru koronal düzlemde 1 mm. kalınlığında dilimlenerek sırasıyla numaralandırıldı. Dilimlenen parçalar 2x2.5 cm. ebadında kasetlerin içerisine yerleştirildi. Takip işlemi için normal oda sıcaklığında (25⁰ C), sırasıyla %90 alkolde, %96 alkolde, %100 alkolde, tekrar %100 alkolde, ksilol-I'de, ksilol II'de, parafin I'de ve ardından parafin II'de 24'er saat bekletilip geçirildi. Takip işlemi biten dokuların parafin içerisinde soğuması sağlandı. Soğuyan bloklardan 2 mikron kalınlığında kesitler alınarak H&E ile boyandı. Preparatlar ışık mikroskobu altında x40, x100 ve x200 büyütmelemlerde incelendi.

III. Bol su altında bekletildikten sonra kurutulan 16 adet hemisferi Klingler'in fiber diseksiyon tekniğine⁴⁹ uygun olarak, bir hafta süreyle -10 ila -15°C'de donduruldu. Diseksiyona başlanmadan önce beyinler suda bekletilerek çözülmesine müsade edildi. Diseksiyon sırasında uçları değişik büyüklükte olan, el yapımı, yumuşak, esnek ve ince tahta spatulalar kullanıldı. Ameliyat mikroskobu büyütmesi altında yapılan diseksiyonlar sırasında bu tahta spatulalar yardımıyla anatomik planlar boyunca lif paketleri soyularak ilerlenildi. Korteks, komşu girusları birbirine bağlayan kısa asosiasyon lifleri seviyesine gelinceye dek kaldırıldı. Diseksiyon başladıktan sonra çalışmaya bir gece veya daha uzun süre ile ara verildiğinde beyinler %5 formalin solüsyonunda saklandı.

BÖLÜM-IV

BULGULAR

I. TOPOGRAFİK ANATOMİ

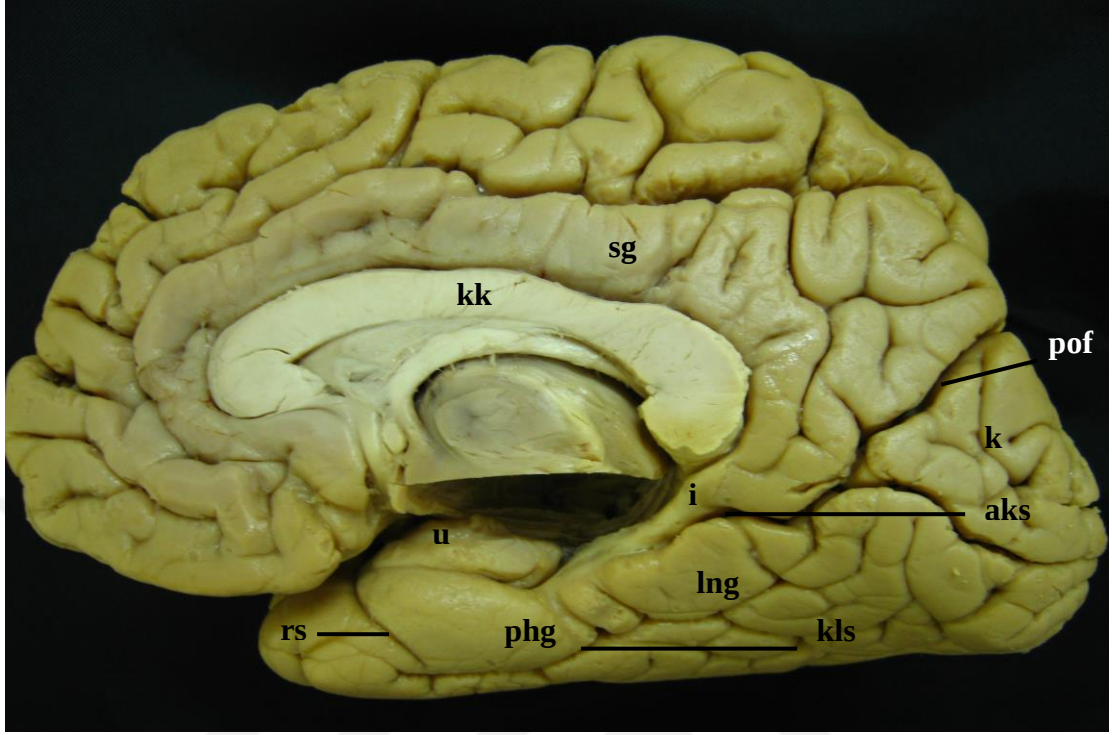
I.a- PARAHİPOKAMPAL GİRUS

Parahipokampal girus (T5), temporal lobun bazal ve medial yüzeyleri arasında kalan transizyonel alandır. Parahipokampal girus, anteriorda sfenoidin büyük kanadıyla, posteriorda ambient sistern ile komşuluk yapar. Parahipokampal girus tentoryum serbest kenarı hizasında seyrederek posteriorda beyin sapınının etrafını döner.

Parahipokampal girus, anteriorda rinal sulkus ile temporal polden, lateralde kollateral sulkus ile fuziform girustan sınırlıdır. Çalışmamızda, limbik fissürü oluşturan yapılardan biri olan rinal sulkusun temporal polden ortalama 22 mm. (16-30 mm.) uzakta yer aldığı görüldü. Rinal sulkusun ortalama uzunluğu 29 mm. (14-52 mm.) olarak ölçüldü. Rinal sulkusun 4 hemisferde (%12) bir bütün halde olmayıp iki ayrı kısımdan oluştuğu görüldü. Rinal sulkusun 3'ü sağ (%9), 8'i sol (%23) olmak üzere toplam 11 hemisferde (%32) kollateral sulkus ile; 1'i sağ (%3), 1'i sol (%3) toplam 2 hemisferde (%6) oksipito-temporal sulkus ile; 1 sağ hemisferde (%3) ise hem kollateral hem de oksipito-temporal sulkuslar ile devamlılık halinde olduğu bulundu. Superiordan bakıldığında parahipokampal girus, anteriorda unkal sulkus ile unkustan, posteriorda hipokampal sulkus ile dندات girustan ayrılır. Posteriorda ise anterior kalkarin sulkusun başlangıç noktası; parahipokampal girus postero-superior segmentini istmustan, postero-inferior segmentini ise lingual girustan sınırlar. Anterior kalkarin sulkus ile rinal sulkus arası mesafe ortalama 46 mm. (32-61 mm.) olarak bulundu.

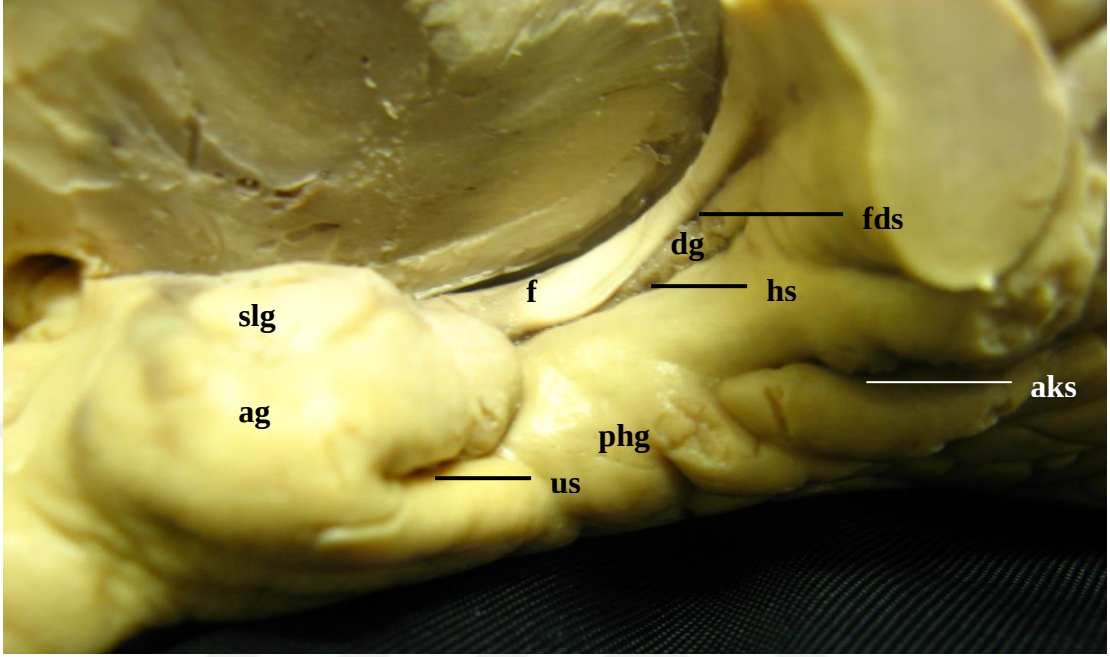
Devamlılık Durumu	Sağ	Sol	Toplam
Rinal s. - Kollateral s.	3 (%9)	8 (%23)	11 (%32)
Rinal s. - Oksipito-temporal s.	1 (%3)	1 (%3)	2 (%6)
Rinal s.- Kollateral s. - Oksipito-temporal s.	1 (%3)	0 (%0)	1 (%3)

Tablo IV.1: Rinal sulkusun kollateral sulkus ve oksipito-temporal sulkus ile devamlılık durumunun gösterilmesi.



Resim IV.1: Sağ hemisferin medial görünümü. *Kısaltmalar:* aks = anterior kalkarin sulkus, i = istmus, k = kuneus, kk = korpus kallozum, kls = kollateral sulkus, lng = lingual girus, phg = parahipokampal girus, pof = parieto-oksipital fissür, rs = rinal sulkus, sg = singulat girus, u = unkus.

Parahipokampal girusu anterior ve posterior olmak üzere iki segmente ayırabiliriz. Anterior segmenti, posterior segmentine göre daha hacimlidir ve bu kısımda entorinal alan yer alır. Entorinal alan, parahipokampal girusun 1/3 anterior kısmı ile unkusun anterior segment inferior kısmının yer aldığı bölgedir. Parahipokampal girus anterior segmenti medialde superiora doğru kıvrılarak arkaya doğru uzanıp unkusu oluşturur. Unkusun anterior segmentini ve entorinal alanı içeren bu segment piriform korteksin bir parçasıdır. Parahipokampal girusun posterior segmenti medial düz yüzeyi olan subikular alandır ve hipokampal sulkus ile dentat giristan ayrılır. Parahipokampal girus posterior segmenti korpus kallozum spleniumunun hemen altında anterior kalkarin sulkus ile ikiye ayrılır; superioru singulat girusun istmusu olarak, inferioru ise kalkarin sulkusun tabanında lingual girus olarak uzanır. Anterior kalkarin sulkus uzunluğunun ortalama 33 mm. (18-46 mm.) olduğu, sağda ortalama 36 mm. (22-46 mm.) solda ortalama 30 mm. (18-44 mm.) olmak üzere sağ tarafın sol tarafa göre daha uzun olduğu bulundu.



Resim IV.2: Sağ temporal lobda medial görünümde unkus ve parahipokampal girus (talamus çıkarılmıştır). *Kısaltmalar:* ag = ambient girus, aks= anterior kalkarin sulkus, dg = dentat girus, f = fimbria, fds = fimbrodentat sulkus, hs = hipokampal sulkus, phg = parahipokampal girus, slg = semilunar girus, us = unkal sulkus.

Lateralde, parahipokampal girusun posterior segmenti kollateral sulkus ile sınırlıdır. Kollateral sulkusun uzunluğu ortalama 85 mm. (58-114 mm.) olarak ölçüldü. Kollateral sulkus temporal horn tabanının lateral kısmında, önde kollateral eminensi arkada kollateral trigonu oluşturur. Posterior serebral arterin inferior temporal dalları, kollateral sulkus derinliğinde takip edildiğinde temporal horn tabanının lateral kısmına ulaşıldığı görüldü.



Resim IV.3: Sol temporal lob medial görünümde parahipokampal girus ve unkus kaldırıldıktan sonra hipokampus ve ventrikül ilişkisi. *Kısaltmalar:* h = hipokampus, kle = kollateral eminens, klt = kollateral trigon.

	Sulkuslar	Sağ*	Sol*	Ortalama*
1.	Unkal sulkus	12 (8-15)	11 (7-14)	11 (7-15)
2.	Rinal sulkus	28 (14-52)	30 (20-51)	29 (14-52)
3.	Kollateral sulkus	85 (58-114)	84 (64-106)	85 (58-114)
4.	Parahipokampal sulkus	8 (4-15)	9 (4-18)	9 (4-18)
5.	Anterior kalkarin sulkus	36 (22-46)	30 (18-44)	33 (18-46)

Tablo IV.2: Parahipokampal girus ve unkusla ilişkili sulkusların ölçümleri.

* Ölçümler mm. olarak yazılıdır.

Parahipokampal girusun posterior segmenti üzerinde daima kollateral sulkustan uzanan bir sulkus bulunur. Bu sulkusun üzerinden posterior serebral arterin inferior temporal dalı geçmektedir. Kollateral sulkusun parahipokampal segmenti, parahipokampal girusun daima posterior segmenti üzerinde ve anterior kalkarin sulkusun önünde yer almaktadır. Çalışmamızda kollateral sulkus parahipokampal segmentinin ortalama uzunluğu 9 mm. (4-18mm.) olarak bulundu ve taraflar arasında anlamlı bir fark olmadığı görüldü.

I.b- UNKUS

Unkus, parahipokampal girusun ön segmentinin medialde yukarıya ve arkaya dönerek uzanmasıyla oluşur. Bu şekilde parahipokampal girus ve unkus arasında unkal sulkus oluşur. Unkal sulkus, unkusu inferiorunda parahipokampal girustan ayırır. Çalışmamızda, unkal polden itibaren yapılan unkal sulkus uzunluğu ölçümlerinin ortalama 11 mm. (8-15 mm.) olduğu bulundu ve taraflar arasında anlamlı bir fark olmadığı görüldü. Unkal sulkus tentoryum kenarına denk gelmektedir.

Antero-medialden bakıldığında unkus ile parahipokampal girus arasında belirgin bir sınır bulunmamaktadır. Anteriorda parahipokampal girusun anterior segmenti olarak, superiorda ise amigdala ile birlikte globus pallidus olarak devam etmektedir. Mediobazalden bakıldığında lateralde temporal polden rinal sulkus ile ayrılır. Supero-lateralde bakıldığında rinal sulkus, unkusun anterior segmentini planum polareden sınırlar. Lateral ventrikül temporal hornun içerisinde, temporal hornun anterior duvarını yapan amigdala ile ventrikül içi hipokampus başı arasında kalan ve unkal apeksin lateralinde bulunan bölge unkal girinti adını almaktadır.

Unkusu bir şapka gibi düşünerek; tepe (apeks), anterior ve posterior segmentler olarak üç kısma ayırabiliriz. Anterior ve posterior segmentleri medialde birleşerek apeksi oluşturur. Her iki segment superiorda amigdala ve globus pallidusun birleştiği yere doğru uzanırlar. Unkal apeks hizasında mediale doğru okulomotor sinir (3. kranyal sinir) ve posterior komunikan arter bulunur. Unkal apeksin rinal sulkusa uzaklığı ortalama 18 mm. (12-27 mm.), temporal pole uzaklığı ortalama 40 mm. (29-53 mm.), anterior kalkarin sulkusa uzaklığı ortalama 29 mm. (20-38 mm.) olarak bulundu.

Unkus beş küçük girus ile entorinal alanın küçük bir parçasından oluşur. Semilunar ve ambient giruslar anterior segmentte, unsinat girus, Giacomini bandı ve intralimbik girus posterior segmentte bulunur.

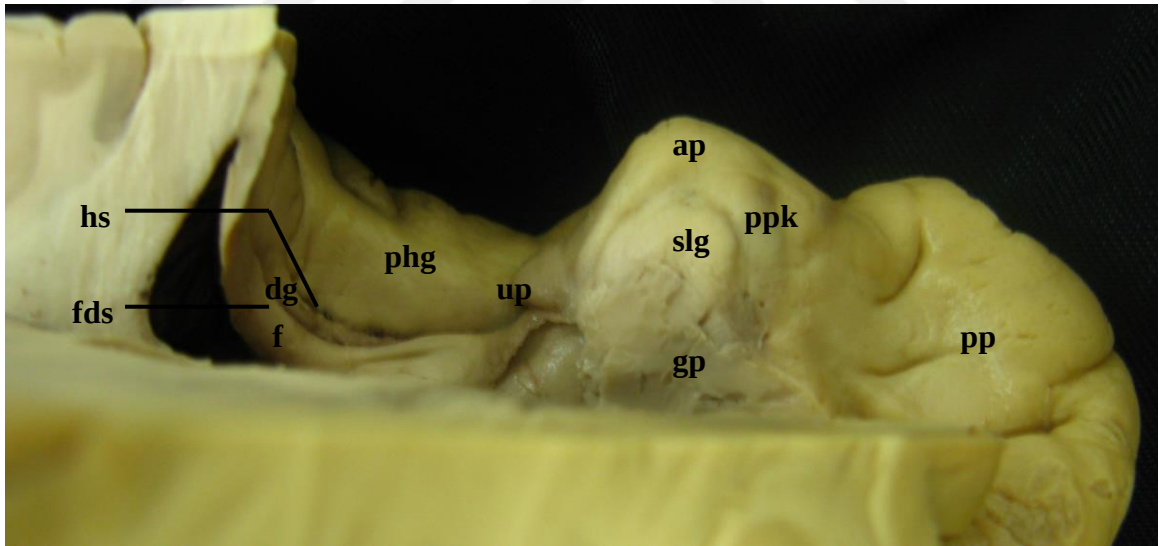
Unkusun *anterior segmenti (antero-medial yüzeyi)* parahipokampal girusa aittir ve üzerinde iki küçük girus bulunur: *semilunar girus* ve *ambient girus*. Semilunar girus bu yüzeyin superior parçasını oluşturur ve inferiorunda sulkus anularis ile ambient girustan sınırlanır. Semilunar girus (kortikal amigdala) ve globus pallidus'un antero-lateralindeki bölge limen insuladır. Ambient girus semilunar girusun medialinde ve inferiorunda yer alır. Bu yüzeyin antero-inferior bölgesini entorinal alan oluşturur, anteriorda ve inferiorda parahipokampal girusun entorinal alanı olarak

devam eder. Antero-medial yüzey; anterior perforat substansın postero-lateral sınırındır, proksimal silviyan fissür ve karotid sistern ile komşuluk yapar.

Unkusun *posterior segmenti* hipokampus ile ilgilidir. *Postero-medial ve inferior yüzeyler* olmak üzere iki yüzeyi vardır.

Postero-medial yüzeyde üç küçük girus yer alır. Bunlar önden arkaya doğru; unsinat girus, Giacomini bandı ve intralimbik girustur. Bu üç girus ile anterior segmentin iki girusu superiorda birleşerek unkal apeksi oluştururlar. Postero-medial yüzeyin superior ve inferior kısımları krural ve ambient sisternlerle komşudur. Unkusun posterioru ve superiorundaki yer; temporal horn koroid pleksus'unun başladığı koroidal noktadır. Burası çoğunlukla anterior koroidal arterin koroidal fissür boyunca temporal horna girdiği yere denk gelmektedir.

Inferior yüzey unkusun posterior segmentinin altında yer alır ve sadece parahipokampal girus kaldırıldığı zaman alttan bakıldığında görülür. Unkal sulkusun superior yüzeyini yapar ve anteriordan posteriora doğru; unkusun eksternal dijitalasyonları (unsinat girus), Giacomini bandı ve intralimbik girustan oluşur. Unkal pol ile unkal apeks arası uzaklık ortalama 9 mm. (6-15 mm.), rinal sulkus ile arasındaki uzaklık ortalama 30 mm. (27-35 mm.) olarak bulundu. Unkal sulkusun inferior yüzeyini ise parahipokampal girus yapar.



Resim IV.4: Sağ temporal lob superiordan görünüm (talamus ve koroid pleksus çıkarılmış, frontal lobdan rezeksiyon yapılmıştır). *Kısaltmalar:* ap = unkal apeks, dg = dentat girus, f = fimbria, fds = fimbrodentat sulkus, gp = globus pallidus, hs = hipokampal sulkus, phg = parahipokampal girus, pp = planum polare, ppk = prepiriform korteks, slg = semilunar girus, up = unkal pol.

	Mesafeler	Sağ*	Sol*	Ortalama*
1.	Rinal sulkus - Unkal apeks	18 (12-25)	17 (12-27)	18 (12-27)
2.	Unkal apeks - Unkal pol	9 (7-15)	8 (6-10)	9 (6-15)
3.	Rinal sulkus - Unkal pol	27 (19-40)	25 (18-37)	27 (18-42)
4.	Unkal apeks - Anterior kalkarin sulkus	28 (20-42)	29 (22-38)	29 (20-38)
5.	Rinal sulkus - Anterior kalkarin sulkus	46 (32-61)	46 (36-57)	46 (32-61)
6.	Rinal sulkus - Temporal pol	22 (17-28)	22 (16-30)	22 (16-30)
7.	Temporal pol - Anterior kalkarin sulkus	68 (49-89)	68 (52-87)	68 (48-91)
8.	Temporal pol – Unkal apeks	40 (29-47)	41 (32-53)	40 (29-53)

Tablo IV.3: Parahipokampal girusla ve unkusla komşu yapıların ilgili ölçümleri.

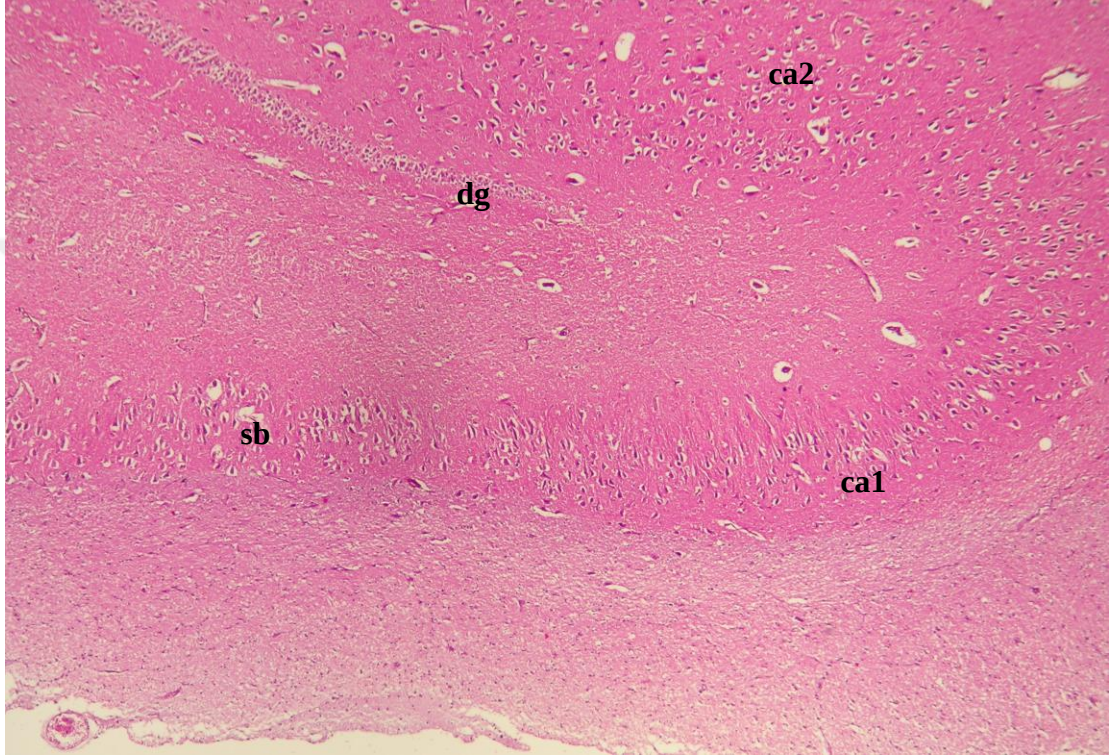
* Ölçümler mm. olarak yazılmıştır.

Piriform korteksi oluşturan yapılar prepiriform alan, periamigdaloid alan, unkus ve entorinal kortektir. Ambient girus ve lateral olfaktor girus, prepiriform alanda; lateral olfaktor stria ve semilunar girus, periamigdaloid alanda; unsinat girus, Giacomini bandı ve intralimbik girus, unkusta bulunur.

II. HİSTOLOJİK YAPI

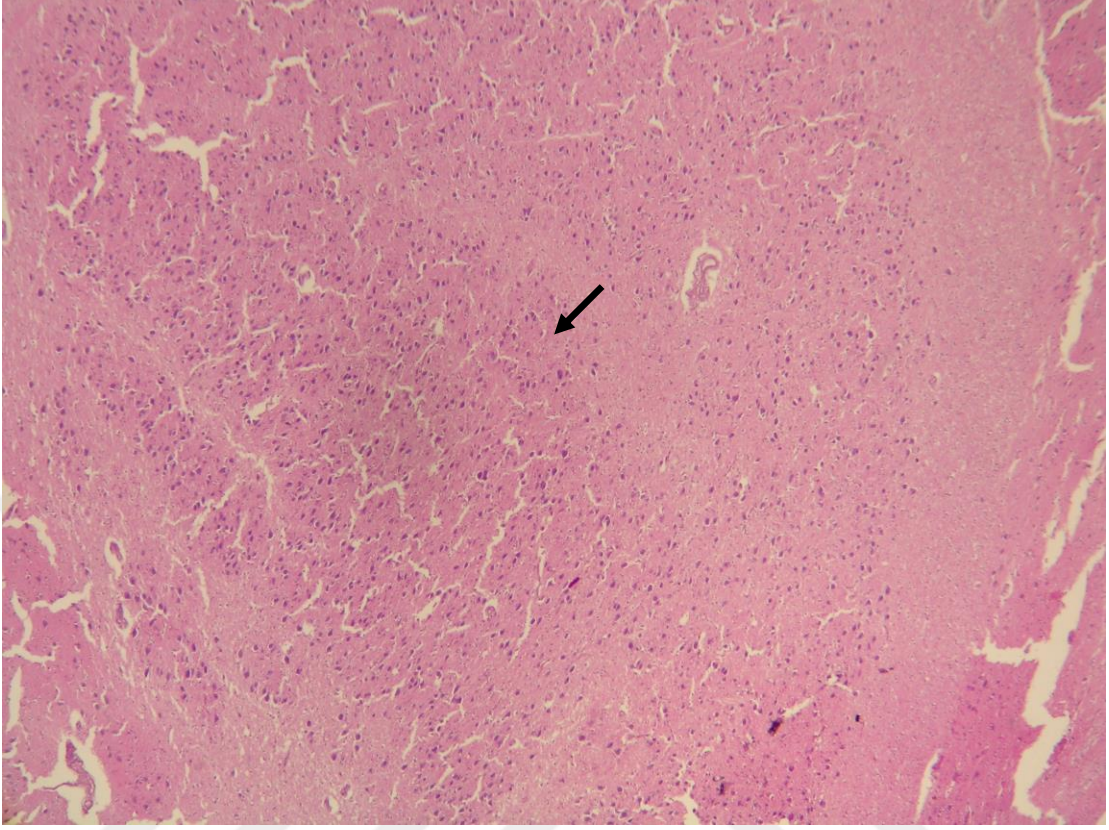
Yapılan koronal ve aksiyel kesitlerin H&E ve Nissl boyamalarında allokortikal, mezokortikal ve izokortikal yapılar karşılaştırmalı olarak bakıldı. Hipokampusun karakteristik özelliklerinden faydalanılarak parahipokampal girus ve unkus takip edilip değerlendirildi. Bilaminar yapıdaki hipokampus birbiri üzerine dolanmış Ammon boynuzu ve dentat girusu içermektedir. Bu yapı baş, gövde ve kuyruk kısımlarında küçük değişiklikler göstermekle beraber aynen bulunur. Ammon boynuzu ve dentat girus allokortikal (archiocortex) yapıdadır. Üç katlı olan allokorteksin Ammon boynuzundaki yapıları: 1) *oriens tabaka*, 2) *piramidal tabaka* ve 3) *radiatum tabakası*, lakunozum tabakası ve moleküler tabakadan oluşan *moleküler bölgedir*. Hipokampusun ventrikül içinde bulunan yüzeyi alveus ile kaplıdır. Ammon boynuzu koronel olarak yapılan histolojik incelemelerinde piramidal nöronlarının farklı görünüşünden dolayı dört alandan oluşan heterojen bir yapıya sahiptir. Bu alanlar CA1, CA2, CA3 ve CA4'tür. CA1 subikulumdan devam eder. Dentat girus koronel kesitlerde dorsal olarak konkav dar bir lamina olarak görülür. Konkavitesi Ammon boynuzunun CA4 segmentini sarar. Hipokampal sulkus dentat girusu CA1-CA3' ten ayırır. Bu sulkusun sonunda dentat girus ve Ammon boynuzu artık ayırt edilemeyecek kadar bitişik dururlar. Mezial temporal lob yüzeyinden görülebilen, dentat girusun dar segmenti *margo dentikulatus* adını alır. Margo dentikulatus, hipokampal sulkus ile subikulumdan, fimbri-dentat sulkus ile fimbriadan ayrılır. Dentat girusun üç katlı allokortikal yapıları: 1) *moleküler tabaka*, 2) *granüler tabaka* ve 3) *polimorfik kat*'dır. CA1'in radiatum tabakasının sonu,

Ammon boynuzunu subikulumdan ayırır. Subikulumun kendisi farklı birkaç segmente ayrılır: 1) CA1'in devamında bulunan *prosubikulum*, 2) dentat girus tarafından kısmen örtülmüş *gerçek subikulum*, 3) superfisyal piramidal nöronlarının demetler halinde kümелendiği karakteristik benekli görünümlü *presubikulum*, 4) parahipokampal girusun kenarı etrafından entorinal alana geçen *parasubikulum*.



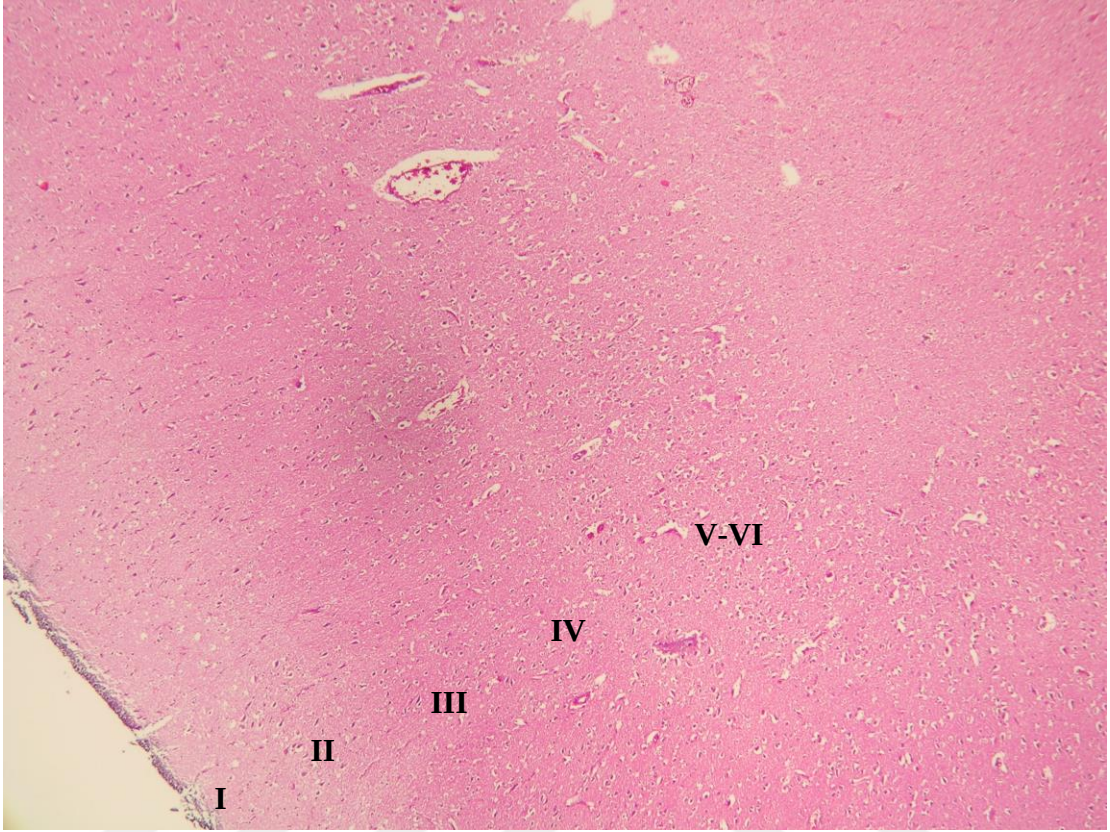
Resim IV.5: Hipokampusun x40 büyütmede koronal düzlemde histolojik kesiti (H&E). *Kısaltmalar* : ca = cornu ammonis alanları, dg = dentat girus, sb = subikulum.

Unkusun anterior segmenti ve parahipokampal girusun anterior ucunda yer alan entorinal alanın sınırları net olarak çizilememektedir. Entorinal alan altı katlı periallokortikal (mezokorteks) yapıdadır. Unkusun anterior segmentinde bulunan semilunar girus amigdalanın kortikal nukleuslarının üzerini kaplar, sulkus anularis ile ambient girustan sınırlıdır.



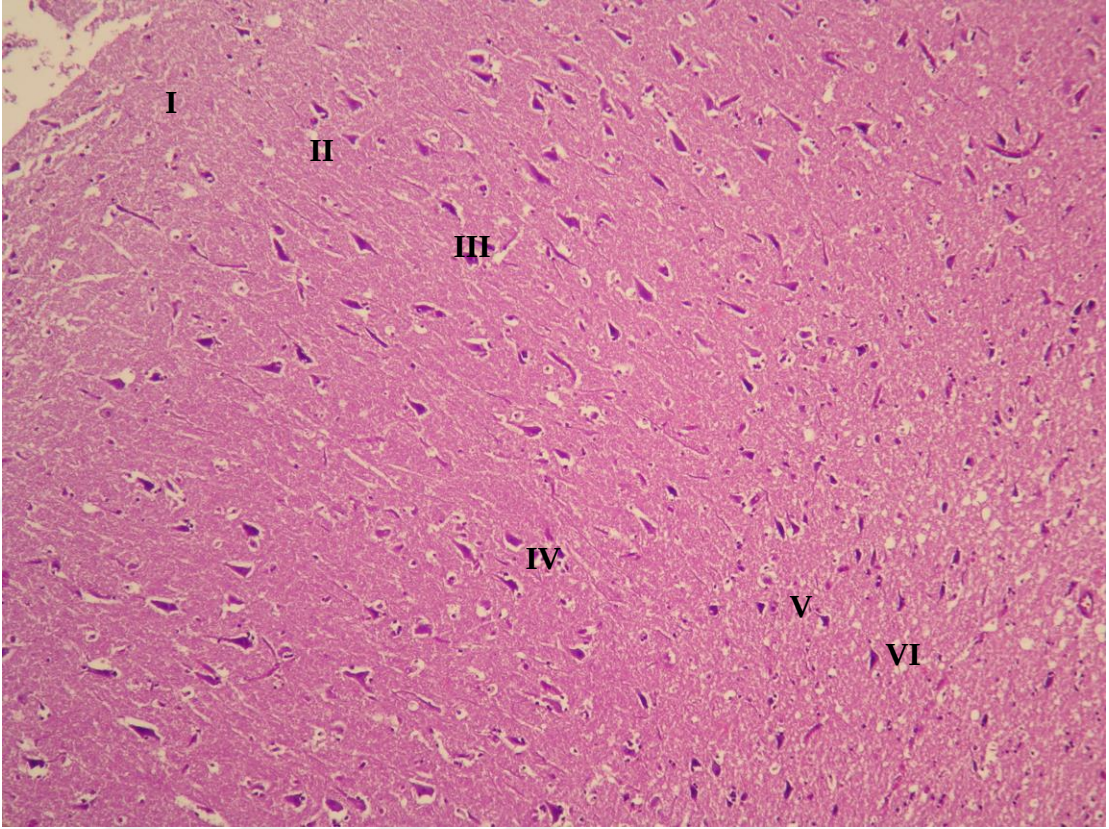
Resim IV.6: Amigdala çekirdeklerinin x100 büyütmede aksiyel düzlemde histolojik kesiti (H&E).

Unkusun posterior segmentinde unsinat girus, Giacomini bandı ve intralimbik girus bulunur. *Unsinat girus*, sagittal sulkuslarla bölünmüş iki veya üç küçük lobülde oluşan eksternal dijitasyonlardır. Bunlar hipokampal allokorteksin kıvrımlarıdır ve başlıca hipokampal formasyonun CA1 alanı ile oluşturulurlar. İntraventriküler olarak hipokampus başındaki hipokampal dijitasyonlara denk gelir. Eksternal dijitasyonlar, Giacomini bandından anterior hipokampal sulkus ile ayrılır. Giacomini bandı dentat girusun kuruğu olarak da bilinir ancak dentat girusun başlıca özelliği olan dentikülasyonları göstermez. Dentat girus, fimbrio-dentat sulkus hizasında çıkarken dentikülasyonlarını kaybeder ve unkal sulkusun tavanına girer. İntralimbik girus hipokampal formasyonun CA3 ve CA4 sektörlerini içerir. Arkasındaki şişlik bir külâh şeklindedir ve unkusun arka sınırını oluşturur. Burası fimbrianın yayılarak bağlandığı yerdir. Unkus da hipokampus gibi allokortikal (archiocortex) yapıdadır.



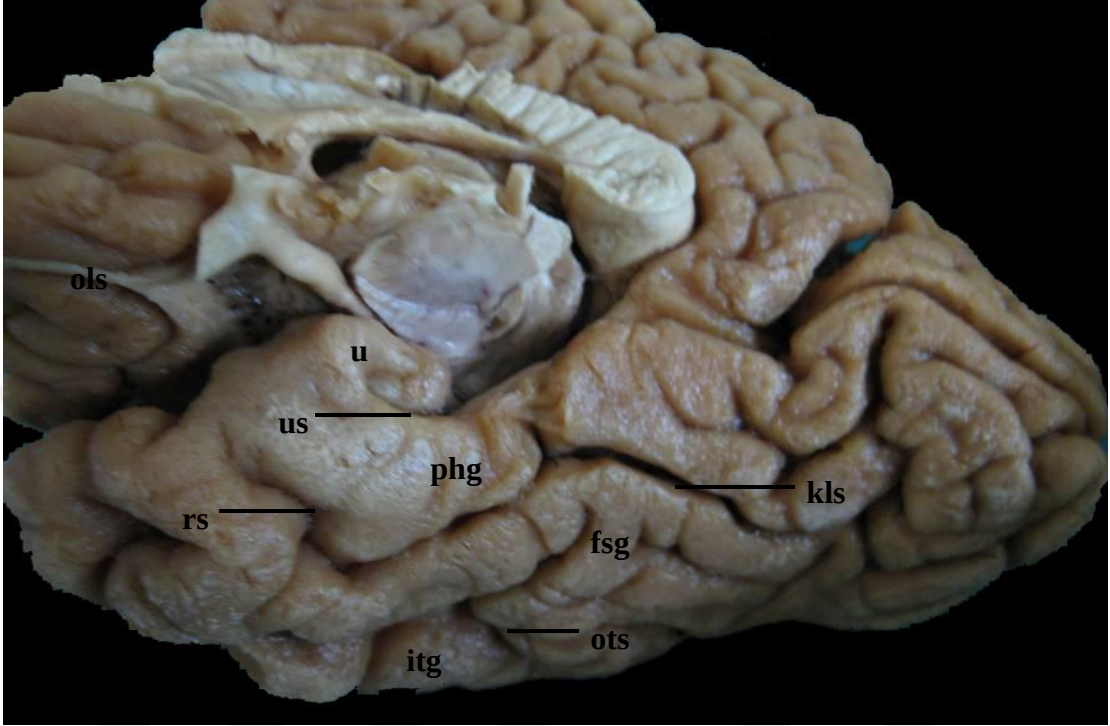
Resim IV.7: Parahipokampal korteksin x40 büyütmede koronal düzlemde histolojik kesiti (H&E). Disgranüler mezokortikal yapıda olan parahipokampal girusta katlar arasında belirgin bir sınır bulunmamaktadır.

Parahipokampal girus ise tabakalarında keskin sınırlar göstermeksizin kademeli olarak allokortikal yapılardan izokortikal yapılara geçiş bölgesidir. Genel olarak sırasıyla 4. ve 2. tabakalarda daha iyi farklılaşmış granüler hücrelerin varlığı, 3. tabakanın sublamantasyonu ve 6. tabakadan 5. tabakaya farklılaşma görülmesi mezokorteksten izokortekse geçildiğini işaret etmektedir.



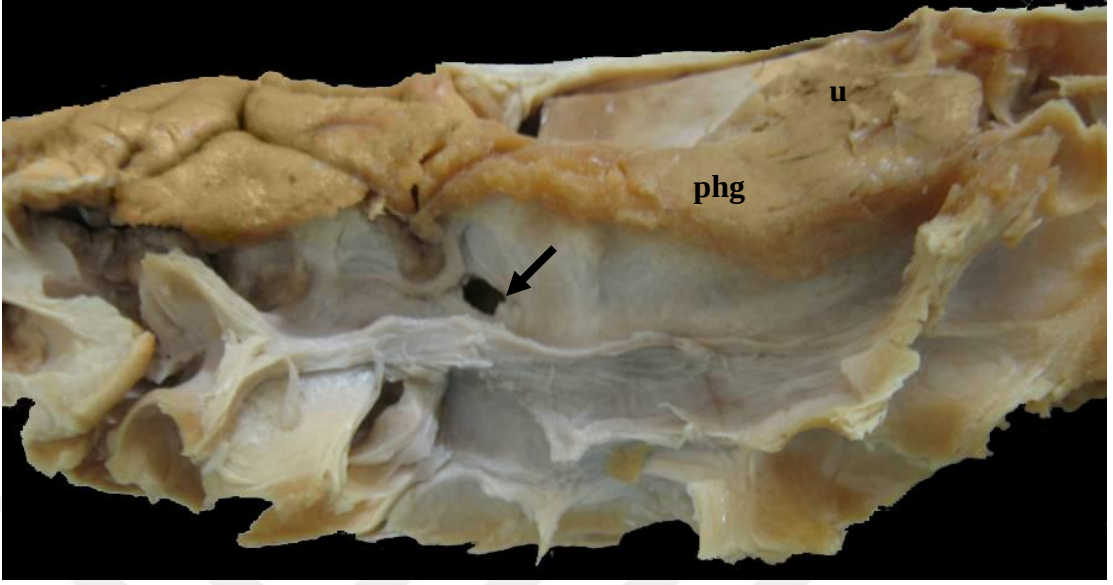
Resim IV.8: Fuziform girusun x100 büyütmeye koronal düzlemde histolojik kesiti (H&E). İzokortikal yapıdaki granüler hücre mimarisi görülmektedir.

III. FİBER DİSEKSİYON

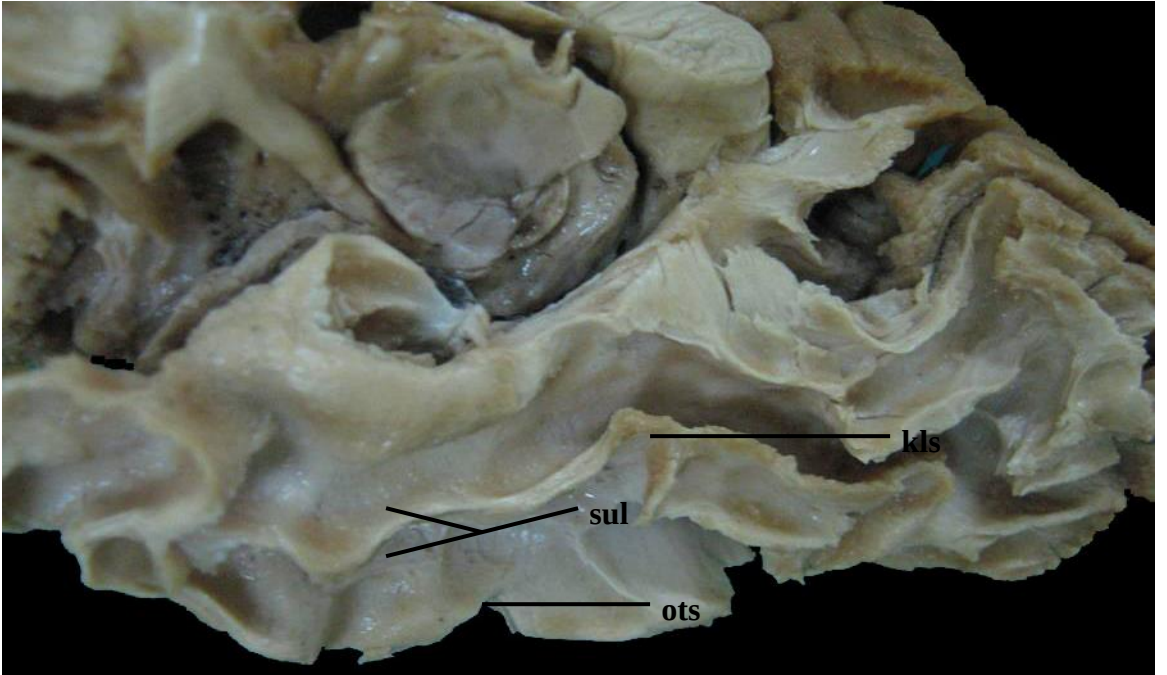


Resim IV.9: Dondurularak fiber diseksiyon için hazırlanmış olan sağ hemisferde temporal lobun mediobazal görünümü. *Kısaltmalar:* fsg = fuziform girus, itg = inferior temporal girus, kls = kollateral sulkus, ols = olfaktor sinir, ots = oksipito-temporal sulkus, phg = parahipokampal girus, rs = rinal sulkus, u = unkus, us = unkal sulkus.

Araknoid membranı ile beraber leptomeningeal damarları kaldırmış ve fiber diseksiyon için hazırlanmış beyinlerde temporal lobun inferior yüzeyinde bulunan kollateral sulkus takip edildiğinde lateral ventrikülün temporal hornuna girilmektedir. Kollateral sulkusun temporal hornun tabanında girdiği hipokampusun lateralindeki bu yer kollateral eminensi oluşturur. Kollateral sulkusun medialinde bulunan parahipokampal girus, singulat girusun istmusundan anteriorda unkusu oluşturmak üzere temporal pole doğru uzanmaktadır.

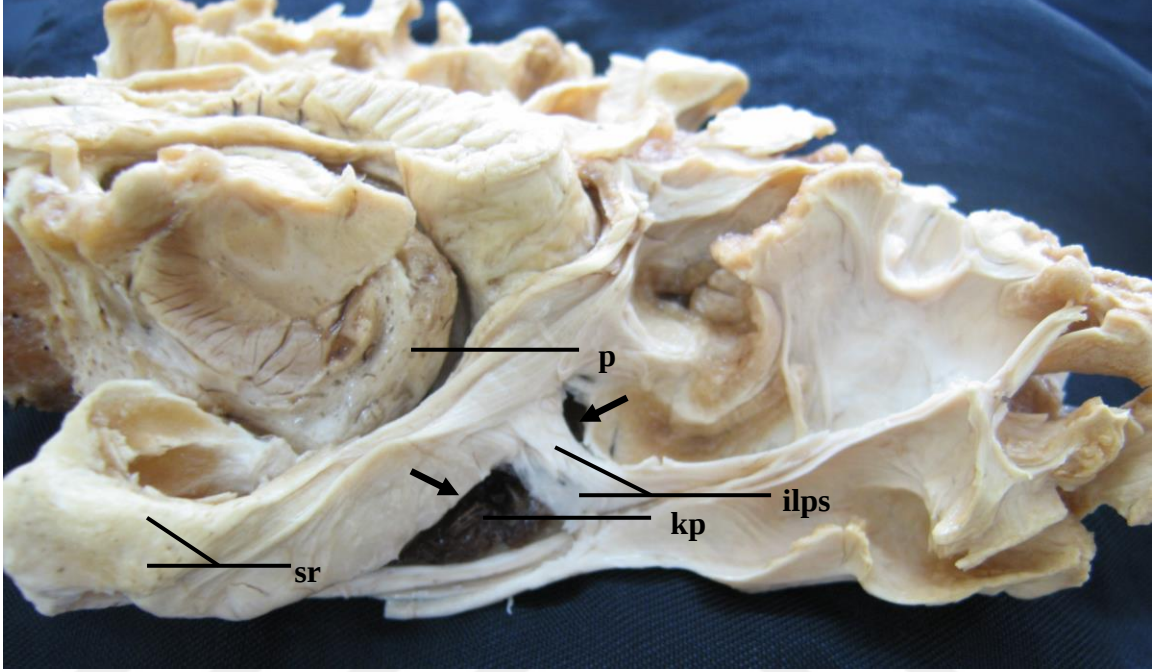


Resim IV.10: Sol temporal lob bazal görünüm, parahipokampal girus ve unkus korunarak kollateral sulkus sınırına kadar diseksiyon yapılmıştır. Siyah ok ile gösterilen yerde lateral ventriküle girilmektedir. *Kısaltmalar:* phg = parahipokampal girus, u = unkus.



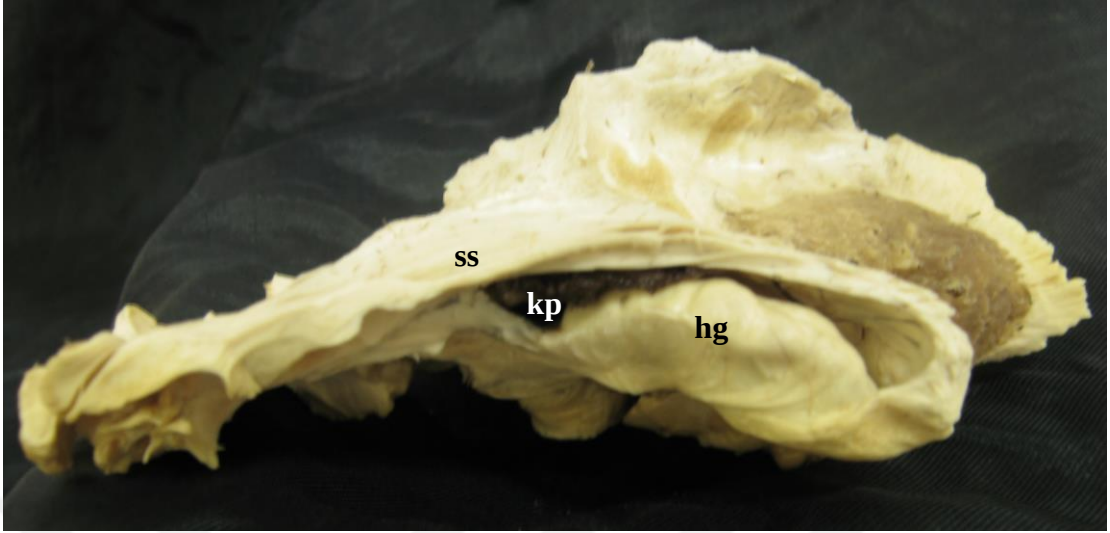
Resim IV.11: Sağ temporal lob mediobazal bölgenin görünümü. *Kısaltmalar:* kls = kolateral sulkus, ots = oksipitotemporal sulkus, sul = süperfisyal U lifleri.

Parahipokampal girusun korteksi kaldırıldığında singulumun radyasyonu ortaya çıkmaktadır. Daha sonra, singulat girusta bulunan kalın bir beyaz cevher demetinin korpus kallozum boyunca ilerleyerek mezial frontal ve parietal alanlarını mezial temporal lob ile bağladığı görülmektedir.



Resim IV.12: Sağ temporal lob mediobazal görünüm. Oklar lateral ventrikülü göstermektedir. *Kısaltmalar:* ilps = inferior longitudinal projeksiyon sistemi, kp = koroid pleksus, p = putamen, sr = singulum radyasyonu.

Kollateral sulkusun lateral duvarında, süperfisyal U lifleri kaldırıldığında inferior longitudinal demet farkedilmektedir. Makroskopik olarak tek bir uzun beyaz cevher traktı olarak görülen bu demet birbirinden farklı kısa asosiasyon liflerinden oluştuğundan inferior longitudinal projeksiyon sistemi adını alır. Bu projeksiyon sisteminin derininde bulunan stratum sagittale temporal hornun lateral duvarında yerleşmiştir. Stratum sagittale, internal kapsülün infralenticüler kısmına ait olup longitudinal olarak ilerleyen projeksiyon liflerinden oluşmuştur.

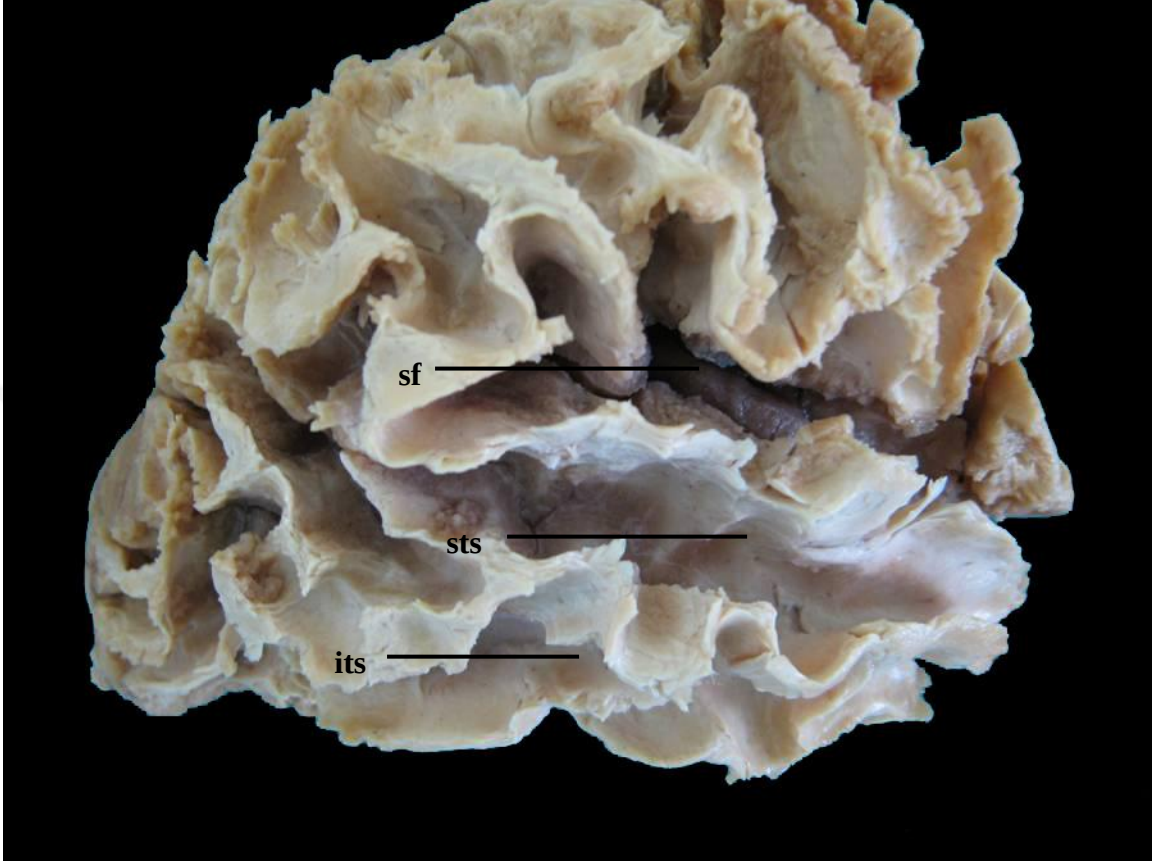


Resim IV.13: Sağ temporal lob diseksiyonunda bazaldan temporal hornun kama şeklinin gösterilmesi. *Kısaltmalar:* hg = hipokampus gövdesi, kp = koroid pleksus, ss = sagittal stratum.

Lateral ventrikülün temporal hornu; temporal lobun merkezinde, kollateral sulkusun üstünde ve orta temporal girusun derininde yerleşmiştir. Kama şeklinde olan temporal horn, medialde koroid fissür boyunca açıldığında tavanında kaudat nukleusun kuyruğu ve stria terminalis görülmektedir. Tabanı ve lateral duvarı beyaz cevher ile kaplıdır. Singulum lifleri kaldırılıp istmus hizasından kesildiğinde temporal hornun endimisıyla ve hipokampus gövdesiyle karşılaşılır. Posteriorde optik radyasyonun bir kısım lifleri temporal horn tabanını çaprazlayarak geçip kalkarin sulkusun alt kenarı boyunca uzanır. Temporal hornun antero-superior ucunda amigdala bulunmaktadır. Bazolateral ve kortikomedial nukleer kompleksler olmak üzere ultrayapısı ve bağlantıları farklı çeşitli nukleuslardan oluşmuştur. Stria terminalis başlıca kortikomedial kompleksten başlayarak temporal horn tavanında arkaya doğru uzanır. Kaudat nukleus kuyruğunun gri cevheri stria terminalise paralel olarak lateralinde seyreder. Kaudat nukleus temporal hornun ucuna dek uzanmaz çünkü yukarıya doğru dönerek lentiform nukleus ile U şeklinde birleşme yapar.

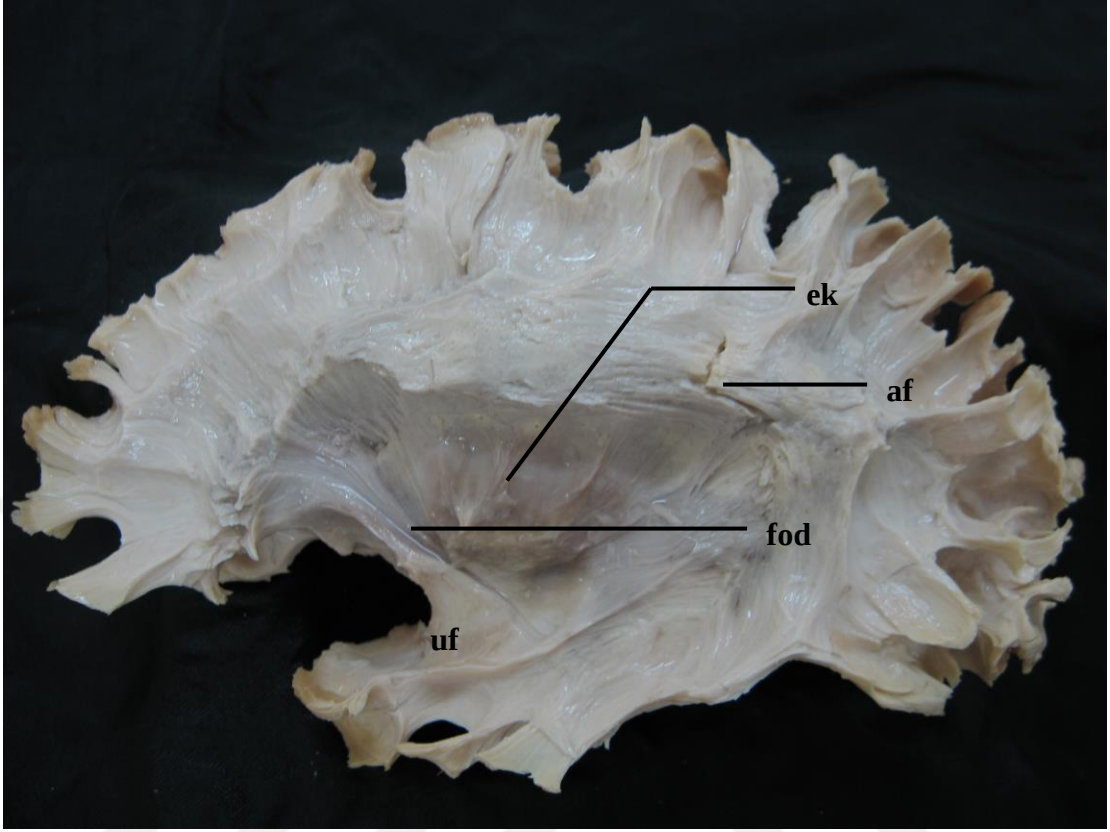
Amigdalayla beraber stria terminalis, kaudat nukleus, temporal projeksiyon lifleri, lateral ve frontal temporal lob korteksleri kaldırıldığında limen insula seviyesinde unsinat fasikülün ventro-medial demeti görülmektedir. Bu demet medial temporal yapıları medial frontal kortekse bağlar. Unsinat fasikülün hemen arkasında limen insulaya doğru uzanan lateral olfaktor stria bulunmaktadır. Optik traktın kaldırılarak anterior perforat substansın diseksiyonu ile ansa pedünkularis ortaya çıkar. Serebral pedünkülün önünde seyreden bu yapının üç bileşeni vardır. Ansa lentikularis globus pallidusu talamusa bağlar ve en arkada kısa bir mesafede görülür. İkinci bileşeni olan ekstrakapsüler talamik pedünkül medial talamik nukleusa giden temporal projeksiyon liflerini içerir. Ventral amigdalo-fugal trakt amigdaladan başlayarak orta hatta hipotalamus ve beyin sapının limbik devamı boyunca ilerler. Ansa pedünkularis kaldırıldığında anterior komissür ortaya çıkar. Anterior komissür

orta hatta bulunan kompakt bir yapıdır ve unsinat fasikülün arkasında lentiform nukleus ayağı boyunca temporal loba doğru uzanır.



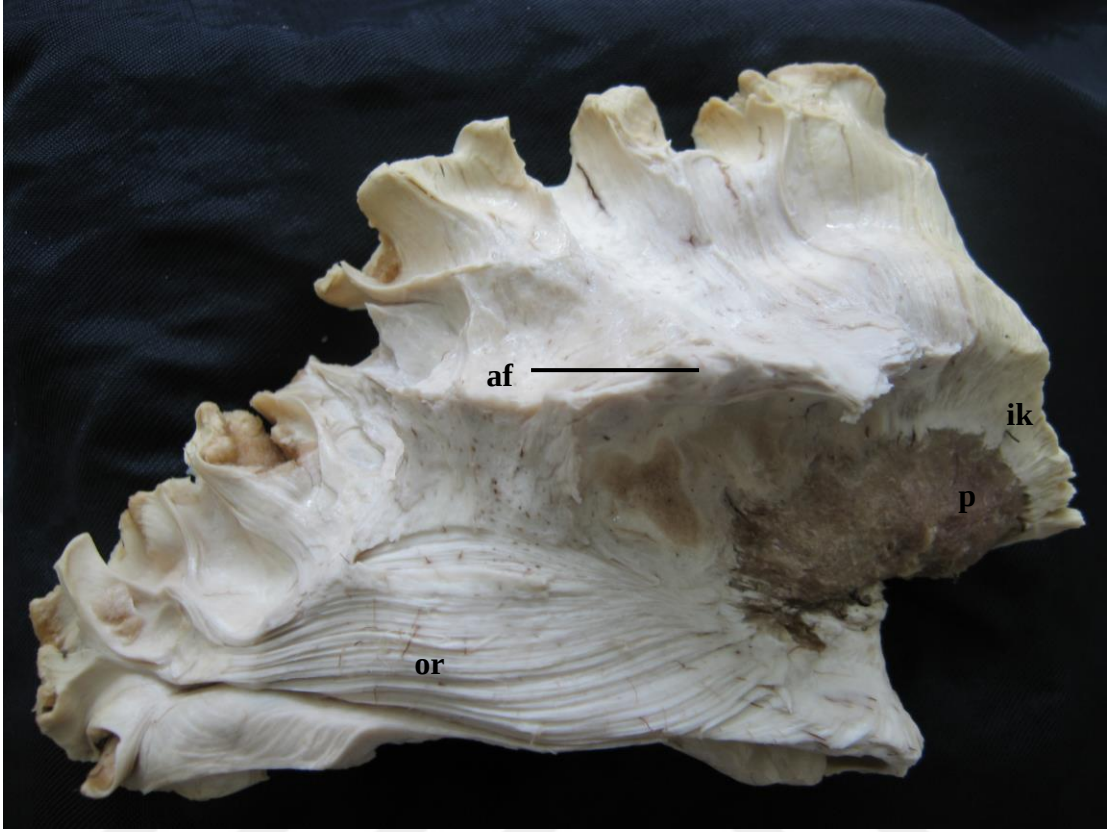
Resim IV.14: Sağ hemisferde korteks ve kısa asosiasyon liflerinin diseksiyonu sonrasında lateral görünüm. *Kısaltmalar:* its = inferior temporal sulkus, sf = silviyan fissür, sts = superior temporal sulkus.

Lateral yüzeyden diseksiyonunda korteks ve superfisyal kısa U lifleri kaldırıldığında sulkal anatomi daha iyi görülmektedir. İnsulanın arka kenarında supramarjinal girusta seyreden superfisyal U lifleri kaldırıldığında arkuat fasikül rahatlıkla görülebilmektedir. Arkuat fasikül , frontal, parietal ve temporal operkulumların derinliğinde bulunan insulayı çevreleyen geniş bir beyaz cevher traktıdır. Bu trakt frontal, parietal, oksipital ve temporal korteksleri birbirine bağlar. İnsula dekortike edilerek beyaz cevher ince katlar halinde kaldırıldığında sırasıyla ekstrem kapsül ve ortasında klastrum bulunan eksternal kapsül ile karşılaşılır. İnsula tabanının çevresinde dönen arkuat fasikülün radyasyonu kaldırıldığında tam olarak eksternal kapsül ve fronto-oksipital demet görülebilmektedir. Unsinat fasikülün posterioru hizasındaki orta temporal girus derinliğinde optik radyasyon bulunur ve lateral ventrikül temporal hornu üzerindeki kavsinin ardından oksipitale doğru düz bir şekilde uzanır.



Resim IV.15: Sol hemisferde insula dekortikasyonu sonrası lateral görünüm. *Kısaltmalar:* af = arkuat fasikül, ek = eksternal kapsül, fod = fronto-oksipital demet, uf = unsinat fasikül.

Bazal ganglianın önünde ve inferiorunda yer alan temporal sap (stem), frontal ve temporal lobları birbirine bağlayan beyaz cevher yapısındadır. Temporal sapın merkezinde bulunan unsinat fasikül, ventro-medial ve dorso-lateral kısımlardan oluşan iki yelpaze şeklinde yapısında büyük bir asosiasyon demetidir. Ventro-medial kısım uncus, amigdala ve mezial temporal lobdan başlayarak medial frontal alanlara (subkallozal alan, girus rektus) bağlanır. Dorso-lateral demet superior ve orta temporal giruslardan başlayarak orbital giruslara ulaşır. Bu demetler limen insula seviyesinde ekstrem ve eksternal kapsülün içinde birleşir. Oksipito-frontal demet oksipital ve frontal loblar arasında bir bağlantı kurar ve limen insulada unsinat fasikülün dorso-lateral demeti ile bitişiktir. Temporal sapta projeksiyon lifleri de bulunmaktadır.



Resim IV.16: Sağ hemisferde arkuat fasikül ve fronto-okspital demetin kaldırılmasının ardından lateral görünümde optik radyasyon. *Kısaltmalar:* af = arkuat fasikül, ik = internal kapsül, or = optik radyasyon, p = putamen.

İnsula korteksi, eksternal kapsülden klastrum ile ayrılan ekstrem kapsülün üzerini kaplamaktadır. Koronal olarak bakıldığında klastrumun superiorunda arkuat fasikül, ayağında kısmen gömülü olarak ise unsinat fasikül ve oksipito-frontal demet bulunur. Amigdala seviyesinde yapılan koronal bir kesitte, temporal sapının anterior komissür lifleri, unsinat fasikül, oksipitofrontal demet ve ekstrem kapsül tarafından oluşturduğu görülür. Lateral ventrikül temporal horn seviyesindeki koronal kesitte ise kollateral sulkusun temporal horn tabanında oluşturduğu kollateral eminens, medialde singulum radyasyonu, lateralde inferior longitudinal projeksiyon sistemi görülür. Bu seviyede temporal sapın unsinat fasikül, oksipito-frontal demet, internal kapsül infra-lentiküler kısmının talamo-kortikal projeksiyon lifler (optik radyasyon) ve ekstrem kapsül tarafından oluşturduğu görülür.

BÖLÜM-V

TARTIŞMA

Mediobazal temporal bölgede bulunan primer bir lezyona direk cerrahi veya daha derindeki yapılara yönelik bir yaklaşım yapıldığında teknolojik imkanlar cerrahlar için modern intraoperatif yer belirleyici bir takım nöronavigasyon cihazlarını sunmaktadır ancak bölgenin anatomik yapısının detaylı olarak bilinmesi ameliyat sırasında en büyük yardımcı unsurdur.

Literatüre göre 1786 yılında Felix Vicq d'Azyr ilk kez 'unkus' ismini kullanmıştır⁴⁰. 1829 yılında ilk defa serebral sulkusları ve kıvrımları kusursuz olarak tanımlayarak santral sulkusa da kendi adını veren Luigi Rolando, medial olfaktor striadan başlayarak subkallozal alan, singulat girus ve parahipokampal girus boyunca ilerleyip neredeyse tam bir çember oluşturarak unkusta sonlanan lifleri tanımlamıştır⁴¹. Joseph Klingler 1935 yılında kendi adıyla anılan fiber diseksiyon tekniğini geliştirerek anatomi çalışmalarına büyük katkıda bulunmuştur ve 1956 yılında detaylı beyin anatomi çalışmalarını içeren fiber diseksiyon tekniği üzerine mükemmel bir anatomi atlası yayınlamıştır⁴².

Unkus, parahipokampal girusun anterior segmentinin kendi üzerinde arkaya doğru kıvrılmasıyla oluşur ve unkusun posterior segmenti unkal sulkus ile parahipokampal girustan ayrılır. 1980 yılında Stephan ve Manolescu çalışmalarında, unkusun bu posteriora doğru kıvrılmasının nedenini parahipokampal girusun anteriora doğru gelişiminin amigdala tarafından engellenmesi olarak açıklamıştır⁴³. Diğer bir takım görüşler ise fimbrianın unkusta intralimbik girusa tutunarak, parahipokampal girusun anteriora doğru gelişimi sırasında unkusu geriye doğru çektiğini savunmaktadır⁴⁴⁻⁴⁷.

Mesulam tarafından yapılan çalışmada serebral korteksin fonksiyonel anatomisine yeni bir bakış açısı getirilmiştir²⁹. Parahipokampal girus mezokorteksten oluşan paralimbik bölgenin bir parçası olarak sınıflandırılmıştır. Mezokorteks, allokorteks ile izokorteks arasında yer alır ve birinden diğerine aşamalı olarak geçiş gösterir. Paralimbik kemerin parahipokampal bileşeni; rinal korteksler (entorinal, prorinal ve peririnal (transentorinal) alanlar), presubikulum ve parasubikulumdan oluşur. Parasubikulum, presubikulum ve hipokampal kompleks ile direk anatomik devamlılık gösteren entorinal alan parahipokampal paralimbik bölgenin peri-allokortikal (peri-archiocortikal) kısımları olarak ifade edilebilir. Parahipokampal girusu fuziform girustan ayıran kollateral sulkusun medial kenarında bulunan peririnal korteks ise parahipokampal paralimbik kemerin peri-izokortikal kısmını oluşturur. Beynin paralimbik yapıları; kaudal orbito-frontal korteks, insula, temporal pol, parahipokampal girus ve singulat komplekstir. Korteksin limbik ve paralimbik bölgeleri; hipotalamus, bazal ganglia ve talamusun limbik bileşenleriyle beraber bellek, öğrenme ve duygularla ilgili çok önemli rolü olan limbik sistemi oluştururlar.

Fakat sadece parahipokampal girusta oluşan bir hasar bilinen bir nörolojik defsite neden olmamaktadır. Bundan sonraki çalışmalar, parahipokampal girusun fonksiyonuyla ilgili olarak bağlantılarıyla beraber detaylı bir şekilde tanımlamasına yönelmelidir.

Çalışmamızda, limbik fissürü oluşturan yapılardan biri olan rinal sulkusun temporal polden ortalama 22 mm. (16-30 mm.) uzakta yer aldığı görüldü. Rinal sulkusun ortalama uzunluğu 29 mm. (14-52 mm.) olarak ölçüldü. Rinal sulkusun 4 hemisferde (%12) bir bütün halde olmayıp iki ayrı kısımdan oluştuğu görüldü. Rinal sulkusun 3'ü sağ (%9), 8'i sol (%23) olmak üzere toplam 11 hemisferde (%32) kollateral sulkus ile; 1'i sağ (%3), 1'i sol (%3) toplam 2 hemisferde (%6) oksipito-temporal sulkus ile; 1 sağ hemisferde (%3) ise hem kollateral hem de oksipito-temporal sulkuslar ile devamlılık halinde olduğu bulundu. Anterior kalkarin sulkus uzunluğunun ortalama 33 mm. (18-46 mm.) olduğu, sağda ortalama 36 mm. (22-46 mm.) solda ortalama 30 mm. (18-44 mm.) olmak üzere sağ tarafın sol tarafa göre daha uzun olduğu bulundu. Anterior kalkarin sulkus ile rinal sulkus arası mesafe ortalama 46 mm. (32-61 mm.) olarak bulundu. Kollateral sulkusun uzunluğu ortalama 85 mm. (58-114 mm.) olarak ölçüldü. Çalışmamızda kollateral sulkus parahipokampal segmentinin ortalama uzunluğu 9 mm. (4-18mm.) olarak bulundu ve taraflar arasında anlamlı bir fark olmadığı görüldü. Bu segmenti parahipokampal sulkus olarak adlandırdık. Ono'nun çalışmasıyla⁵⁸ karşılaştırıldığında rinal sulkus ve kollateral sulkus ölçümlerimizin uyumlu olduğu görüldü. Çalışmamızda, unkal polden itibaren yapılan unkal sulkus uzunluğu ölçümlerinin ortalama 11 mm. (8-15 mm.) olduğu bulundu ve taraflar arasında anlamlı bir fark olmadığı görüldü. Unkal apeksin rinal sulkusa uzaklığı ortalama 18 mm. (12-27 mm.), temporal pole uzaklığı ortalama 40 mm. (29-53 mm.), anterior kalkarin sulkusa uzaklığı ortalama 29 mm. (20-38 mm.) olarak bulundu. Unkal pol ile unkal apeks arası uzaklık ortalama 9 mm. (6-15 mm.), rinal sulkus ile arasındaki uzaklık ortalama 30 mm. (27-35 mm.) olarak bulundu.

Beyaz cevher liflerinin ilişkileri, gidişatı ve bağlantılarını histolojik incelemelerde takip ederek tanımlamak zor olmaktadır. Bu bağlantılar hayvan deneyleri yapılarak tanımlanmaya çalışılmıştır^{22,48}. Bizim çalışmamızda fiber sistemi mikroskop altında detaylı olarak inceledik. Beyindeki liflerin karmaşık ilişkileri nedeniyle teknikte sınırlamalar vardır. Bir fiber sistemi gösterebilmek için diğer bir fiber sistem bozulmaktadır. Günümüzde anatomik diseksiyonlarda, Klingler tekniği^{42,49} ve beyaz cevher traktlarıyla ilgili çalışmalar, pratik uygulamalarının basit olmasına rağmen nadir olarak nöroşirürji eğitiminde ve nöroanatomi araştırmalarında kullanılmaktadır. Literatürde ancak son yıllarda bunlarla ilgili çalışmalar bulunmaktadır⁵⁰⁻⁵⁵. Fiber diseksiyon tekniği kullanılarak beyinin karmaşık yapıları daha net bir şekilde tanımlanabilmekte ve anlaşılabilir. Bu bilgi ameliyat planlamasında göz önünde bulundurularak cerrahi stratejide kullanılabilir. Fiber diseksiyon tekniği vakit alan ve karmaşık bir iştir fakat beyinin anatomik özellikleriyle ilgili bilgilerimizi büyük oranda artırarak mikrocerrahi kalitemizin gelişmesine yardımcı olur. Beyinin karmaşık iç yapılarının doğru bir şekilde anlaşılmasını sağlamakta diğer anatomik tekniklerin başarısız olması nedeniyle standart bir çalışma

metodu olarak beyaz cevherde fiber diseksiyon tekniğinin kullanılması tavsiye edilmektedir⁵¹. Çalışmamızda histolojik teknikler ile fiber diseksiyon tekniğini birleştirerek bölgenin topografik anatomisinin daha iyi ve kolay olarak anlaşılmasını amaçladık.

Mediobazal temporal bölge lezyonu olan her bir hastada ameliyat öncesinde bu bölge yapılarının detaylı anatomisi aksiyel, koronal ve sagittal magnetik rezonans görüntülemeleri ve hatta son zamanlarda geliştirilen traktografi tekniği yapılarak mutlaka araştırılmalıdır.



BÖLÜM-VI**SONUÇ**

Bu çalışmada unkus ve parahipokampal girusun topografik anatomisi ayrıntılı olarak çalışılmış ve tanımlanmıştır. Cerrahi tekniklerin uygulanması gözönünde bulundurularak, giral ve sulkal yapıların tarifinde önceden yapılmış tanımlanmalar da dikkate alınarak pratik bir terminoloji kullanılmıştır. Bu bölgenin ayrıntılı anatomisinin bilinmesi ile ameliyat öncesi planlama, cerrahi stratejinin belirlenmesi ve cerrahi tekniğin uygulanması sırasında çok önemli avantajlar sağlanmaktadır. Bu sayede temporal lob mediobazal bölgede bulunan lezyonların (epileptik odaklar, vasküler lezyonlar, tümörler, malformasyonlar vs.), normal anatomik yapılara zarar vermeden total olarak daha etkili bir şekilde çıkarılabileceği kanaatindeyiz.



BÖLÜM-VII

KAYNAKLAR

1. Yaşargil MG, Teddy PJ, Roth P: Selective amygdalo-hippocampectomy: operative anatomy and surgical technique. **Adv Tech Stand Neurosurg** 12:93-123, 1985.
2. Yaşargil MG: *Microsurgery Applied to Neurosurgery*. New York, Academic Press, 1969.
3. Wieser HG, Yaşargil MG: Selective amygdalo-hippocampectomy as a surgical treatment of mesiobasal limbic epilepsy. **Surg Neurol** 17:445-457, 1982.
4. Spencer DD, Spencer SS, Mattson RM, Williamson PD, Nouvelly RA: Access to the posterior medial temporal lobe structures in the surgical treatment of temporal lobe epilepsy. **Neurosurg** 15:667-671, 1984.
5. Spencer DD, Insigni J: Temporal lobectomy. In: Lüders HO (ed) *Epilepsy surgery*. Raven Press, New York, pp 533-545, 1991.
6. Wen HT, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Cardoso AC, Tedeschi H, Baccanelli M, Marino R Jr: Microsurgical anatomy of the temporal lobe: part 1: mesial temporal lobe anatomy and its vascular relationships as applied to amygdalohippocampectomy. **Neurosurgery** 45(3):549-591, 1999.
7. Sindou M, Guenot M: Surgical anatomy of the temporal lobe for epilepsy surgery. **Adv Tech Stand Neurosurg** 28:315-343, 2003.
8. Duvernoy HM: *The Human Brain: Surface, Three-Dimensional Sectional Anatomy and MRI*. Springer-Verlag Wien New York, 1991.
9. Campero A, Troccoli G, Martins C, Fernandez-Miranda JC, Yasuda A, Rhoton AL: Microsurgical approaches to the medial temporal region: An anatomical study. **Neurosurgery** 59 (Suppl 4):279-308, 2006.
10. Marinkovic S, Milisavljevic M, Puskas L: Microvascular anatomy of the hippocampal formation. **Surg Neurol** 37(5):339-349, 1992.
11. Marinkovic S, Milisavljevic MM, Vuckovic VD: Microvascular anatomy of the uncus and the parahippocampal gyrus. **Neurosurgery** 29(6):805-814, 1991.
12. Kaada BR: Stimulation and regional ablation of the amygdaloid complex with reference to functional representations, in Eleftheriou BE ed. *The Neurobiology of the Amygdala*. New York, Plenum Press, 205-281, 1972.
13. Zolovick AJ: Effects of lesions and electrical stimulation of the amygdale on hypothalamic-hypophyseal-regulation, in Eleftheriou BE ed. *The Neurobiology of the Amygdala*. New York, Plenum Press, 643-683, 1972.
14. Duvernoy HM: *The Human hippocampus: functional anatomy, vascularization and serial sections with MRI*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 3rd ed, 2005.
15. Broca P: Anatomie compare des circonvolutions cerebrales. Le grand lobe limbique et la scissure limbique dans la serie des mammiferes. **Rev Anthropol** 1:385-498, 1878.

16. Papez JWA: A proposed mechanism of emotion. **Arch Neurol Psichiat (Chic)** 38:725-743, 1937.
17. Brodal A: *Neurological Anatomy in Relation to Clinical Medicine*. 3rd ed. University Press, Oxford, New York, London 1981.
18. MacLean PD: The limbic system and its hippocampal formation: Studies in animals and their possible application to man. **J Neurosurg** 11:29-44, 1954.
19. Nauta WJH: Hippocampal projections and related neural pathways to the mid-brain in the cat. **Brain** 81:319-340, 1958.
20. Naidich TP, Daniels DL, Haughton VM, Williams A, Pojunas K, Palacios E: Hippocampal formation and related structures of the limbic lobe: anatomic-MR correlation, I: surface features and coronal sections. **Radiology** 162:747-754, 1987.
21. Mark LP, Daniels DL, Naidich TP, Hendrix LE, Mass E: The septal area. **Am J Neuroradiol** 15:273-276, 1994.
22. Nieuwenhuys R, Voogd J, van Huijzen C: *The Human Central Nervous System: A Synopsis and Atlas*. New York, Springer, 3rd ed, 334-336, 1988.
23. Carpenter MB, Sutin J: *Human Neuroanatomy*. Baltimore, Williams & Wilkins, 621-642, 1983.
24. Sidman RL, Rakic P: Development of the human nervous system. In: Haymaker W, Adams RD, eds. *Histology and Histopathology of the Nervous System*. Springfield, III: CC Thomas, 41-49, 1982.
25. Humphrey T: The development of the human hippocampal formation correlated with some aspects of its phylogenetic history. In: Hassler R, Stephan H, eds. *Evolution of the Forebrain: Phylogenesis and Ontogenesis of the Forebrain*. New York, Plenum Press, 104-116, 1967.
26. Lemire RJ, Loeser JD, Leech RW, Alvord EC: *Normal and Abnormal Development of the Human Nervous System*. Hagerstown, MD, Harper & Row, 206-210, 1975.
27. Macchi G: The ontogenetic development of the olfactory telencephalon in man. **J Comp Neurol** 95:245-305, 1951.
28. Kier EL, Fulbright RK, Bronen RA: Limbic lobe embryology and anatomy: Dissection and MR of the medial surface of the fetal cerebral hemisphere. **Am J Neuroradiol** 16:1847-1853, 1995.
29. Mesulam MM: *Principles of Behavioral and Cognitive Neurology*. New York, Oxford University Press, 1-120, 2000.
30. Weiser HG: Selective amygdalohippocampectomy: Indications, investigative technique and results. **Adv Tech Stand Neurosurg** 13:39-133, 1986.
31. Maldonado HM, Delgado-Escueta AV, Walsh GO, Swartz BE, Rand RW: Complex partial seizures of hippocampal and amygdalar origin. **Epilepsia** 19:420-433, 1988.
32. Gloor P, Olivier A, Quesney LF, Andermann F, Horowitz S: The role of limbic system in experimental phenomena of temporal lobe epilepsy. **Ann Neurol** 12:129-144, 1982.
33. Bancaud J: Semiologie clinique des crises epileptiques d'origine temporale. **Rev Neurol (Paris)** 143:392-400, 1987.

34. Braak H, Braak E: The human entorhinal cortex: Normal morphology and lamina-specific pathology in various disease **Neurosci Res** 15:6-31, 1992.
35. Kromer Vogt LJ, Hyman BT, Van Hoesen GW, Damasio AR: Pathological alterations in the amygdala in Alzheimer's disease. **Neuroscience** 37:377-385, 1990.
36. Peters A, Jones EG: *Cerebral Cortex*. Plenum Press, New York vol 4:179-226, 1985.
37. Morecraft RJ, Geula C, Mesulam MM: Cytoarchitecture and neural afferents of orbitofrontal cortex in the brain of the monkey. **J Comp Neurol** 323:341-358, 1992.
38. Amaral DG, Veazey RB, Cowan WM: Some observations on hypothalamo-amygdaloid connections in the monkey. **Brain Res** 252:13-27, 1982.
39. Jacobs MD, Morgane PJ, McFarland WL: The anatomy of the brain of the Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*). Rhinic lobe (Rhinencephalon) I. The paleocortex. **J Comp Neurol** 141:205-272, 1971.
40. Vicq d'Azyr F: *Traite' d'anatomie et de physiologie*. Paris: 1786.
41. Rolando L: *Della Struttura degli Emisferi Cerebrali*. Turin, Memorie della Regia Accademia delle Scienze di Torino, 1829.
42. Ludwig E, Klingler J: *Atlas Cerebri Humani*. Basel, S. Karger, 1956.
43. Stephan H, Manolescu J: Comparative investigations on hippocampus in insectivores and primates. **Z Mikrosk Anat Forsch** 94 (6):1025-1050, 1980.
44. Giacomini CH: Fascia dentate du grand hippocampe dans le cerveau de l'homme. **Arch Ital Biol** 5:1-16, 205-219, 396-417, 1884.
45. Mutel M: *Etudes morphologiques sur le rhinencephale de l'homme et des mammiferes*. Humblot, Nancy, 1923.
46. Anthony J: Morphologie externe du cerveau des singes platyrrhiniens. **Ann Sci Nat (Zool)** VIII:1-150, 1947.
47. Grasse' PP: *Traite de zoologie. Anatomie, systematique, biologie*, vol XVI, part IV. Masson, Paris, 1972.
48. Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Ferguson MVJ: *Gray's Anatomy*. New York, Churchill Livingstone, 38th ed, 1995.
49. Klingler J: Die makroskopische Anatomie der Ammonsformation. **Denkschr Schweiz Natursforsch Ges** 78:1-80, 1948.
50. Sincoff EH, Tan Y, Abdulrauf SI: White matter fiber dissection of the optic radiations of the temporal lobe and implications for surgical approaches to the temporal horn. **J Neurosurg** 101:739-746, 2004.
51. Ture U, Yasargil MG, Friedman AH, Al-Mefty O: Fiber dissection technique: lateral aspect of the brain. **Neurosurgery** 47(2):417-27, 2000.
52. Ebeling U, Reulen HJ: Neurosurgical topography of the optic radiation in the temporal lobe. **Acta Neurochir (Wien)** 92:29-36, 1988.
53. Ebeling U, von Cramon D: Topography of the uncinate fascicle and adjacent temporal fibers tracts. **Acta Neurochir (Wien)** 115:143-148, 1992.

54. Türe U, Yasargil MG, Pait GT: Is there a superior occipitofrontal fasciculus? A microsurgical study. **Neurosurgery** 40:1226-1232, 1997.
55. Peuskens D, van Loon J, Van Calenbergh F, van den Bergh R, Goffin J, Plets C: Anatomy of the temporal lobe and the frontotemporal region demonstrated by fiber dissection. **Neurosurgery** 55:1174-1184, 2004.
56. Yaşargil MG: *Microneurosurgery IVA*. New York, Thieme Medical Publishers, 1994.
57. Brodmann K: *Vergleichende Lokalisationlehre der Grosshirnrinde*. Leipzig, Barth, 1909.
58. Ono M, Kubik S, Abernathy CD: *Atlas of the Cerebral Sulci*. New York, George Thieme Verlag, 1990.

