



T.C
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

BROCA ALANININ TOPOGRAFİK ANATOMİSİNİN
İNCELENMESİ: KADAVERİK ANATOMİK ÇALIŞMA

Dr. Pınar Eser

UZMANLIK TEZİ

Bursa-2013



T.C
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

BROCA ALANININ TOPOGRAFİK ANATOMİSİNİN
İNCELENMESİ: KADAVERİK ANATOMİK ÇALIŞMA

Dr. Pınar ESER

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Hasan KOCAELİ

Bursa-2013

İÇİNDEKİLER

Özet.....	ii
İngilizce Özet.....	iii
Giriş.....	1
Gereç ve Yöntem.....	6
Bulgular.....	14
Tartışma ve Sonuç.....	33
Kaynaklar.....	46
Teşekkür.....	49
Özgeçmiş.....	52

ÖZET

Broca alanında lisan yeteneğiyle ilgili yapısal asimetri tartışmalıdır. 'Broca alanı' olarak kabul edilen pars triangularis ve pars operkularis yapısına katılan sulkuslar, bireyler hatta aynı beynin farklı hemisferleri arasında oldukça yaygın anatomik ve morfolojik varyasyonlar gösterir.

Bu çalışmada, pars triangularis ve pars operkularis arasındaki morfolojik asimetriyi oluşturan sulkal yapıların varlığı, devamlılığı ve bağlantıları incelendi. Broca alanı ve sağ hemisferdeki homolog bölgenin yüzey alanı ölçümü yapılarak; cinsiyet farkının, pars triangularis şekli ve diagonal sulkus varlığı gibi anatomik varyasyonlara dayanarak yapısal bir asimetri olup olmadığını etmek amaçlandı.

Çalışmamızda, kadavralardan elde edilen 50 beyin, 100 hemisfer kullanıldı. Beyinler, hazırlık aşamasından sonra cerrahi mikroskop altında incelenerek ilgili anatomik bölge fotoğraflandı. Photoscape 3.5.6 programı kullanılarak ilgili sulkal ve giral yapılar işaretlendi. Çekilen ölçekli fotoğraflarda Adobe Acrobat XI Pro programı kullanılarak yüzey alanı ölçümü yapıldı ve veriler istatistiksel olarak analiz edildi.

Inferior frontal girus, ilgili sulkal ve giral yapılarda yaygın bireysel anatomik ve morfolojik varyasyon saptandı. Sol hemisferde diagonal sulkus varlığı anlamlı olarak yüzey alanını arttırdı. Taraf, pars triangularis şekli ve cinsiyet farklılığı yüzey alanına anlamlı oranda etki etmedi.

Bu bölge ve komşu yapıların anatomi ve varyasyonlarının bilinmesi güvenli cerrahi için zorunludur. Bu çalışmada sağ ve sol taraf arasında yüzey alanı açısından fark saptanmadı. Diagonal sulkus varlığının yüzey alanını arttırdığı tespit edildi. Ancak, hemisferler arasında diagonal sulkus varlığı açısından anlamlı fark olmadığından; bu bulgu Broca alanı için yapısal asimetriyi desteklememektedir.

Anahtar kelimeler: Broca alanı, inferior frontal girus, pars triangularis, pars operkularis.

SUMMARY

Investigation of Topographical Anatomy of Broca's Area: Anatomic Cadaveric Study

The structural asymmetry of Broca's area about language ability is controversial. The sulci that join in the structure of pars triangularis and opercularis, considered as 'Broca's area', represents wide anatomical and morphological variations between individuals, and even in different hemispheres of the same brain.

In this study; the presence, continuity and the connections of the sulcal structures that form the morphological asymmetry of pars triangularis and pars opercularis were investigated. The aim was to analyse whether or not there was a structural asymmetry in terms of gender difference, anatomic variations such as pars triangularis shape and the presence of the diagonal sulcus on surface area, by measuring the surface area of Broca's area and the homologous area on the right hemisphere.

In our study, we used 50 brains, 100 hemispheres obtained from cadavers. After preparation procedure was completed, the brains were examined using surgical microscope, the relevant anatomical region was photographed. Related sulcal and gyral structures were marked by Photoscape 3.5.6 software. Surface area measurements were done on photos taken with scale by using Adobe Acrobat XI Pro software and the the datas were analysed statistically.

Considerable individual anatomical and morphological variations between inferior frontal gyrus, related sulcal and gyral structures was detected. The presence of a diagonal sulcus on the left hemisphere significantly increased the surface area. Side, pars triangularis shape and gender difference did not significantly affect the surface area.

Knowledge of anatomy and variations in this region and the neighboring structures are mandatory for safe surgery. In this study, a

difference between right and left sides was not determined. It was found that the presence of diagonal sulcus increases the surface area. However, since there is no significant difference between the hemispheres in the presence of diagonal sulcus, this finding does not support the structural asymmetry of Broca's area.

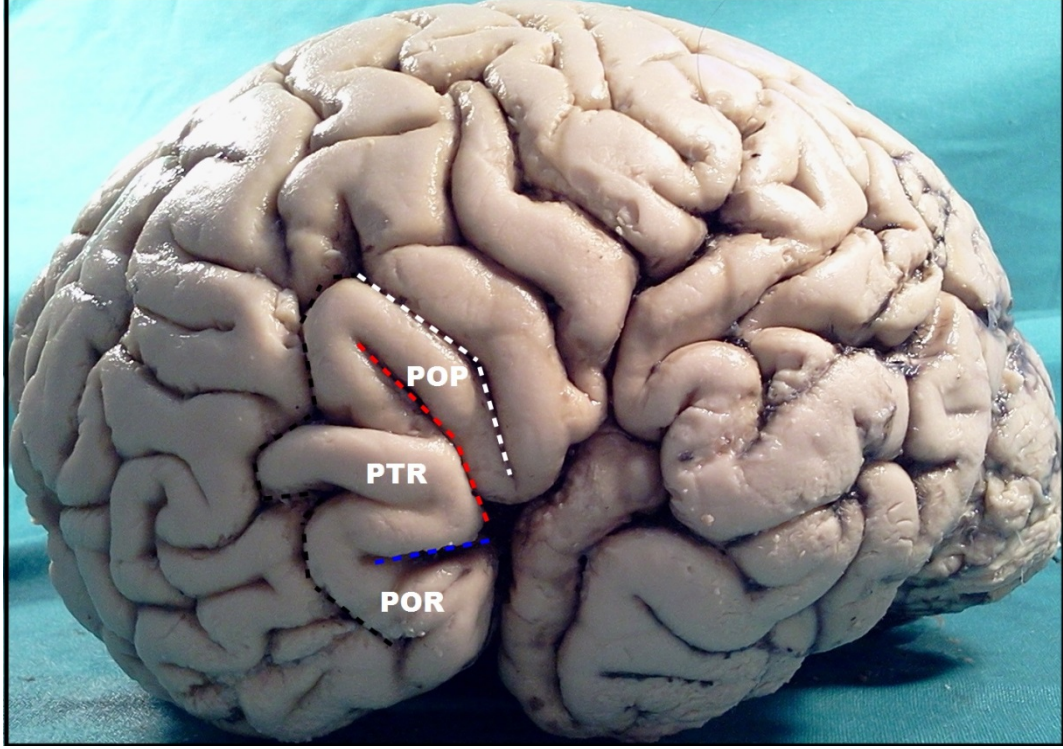
Key words: Broca's area, inferior frontal gyrus, pars triangularis, pars operkularis.

GİRİŞ

Anatomist ve cerrah Paul Broca (1824-1880), 1861'de diğer mental fakülteleri sağlam olan ve konuşma bozukluğu gelişen bir vakasını yayımlamış; otopside, özellikle ikinci ve üçüncü frontal kıvrımları içeren geniş bir sol anterior beyin hasarını belirtmiştir (1). Kısa bir süre sonra, konuşma bozukluğu gelişen ve üçüncü frontal kıvrım posteriorunda lezyonu olan ikinci vakasını takdim etmiştir (1). Bunun üzerine Paul Broca, sol inferior frontal girusun lisan için dominant ve özellikle de posterior inferior frontal bölgelerin ekspresif konuşma için zorunlu olduğunu iddia ettiği ünlü beyin organizasyon modelini geliştirmiştir (2, 3). Sol posterior inferior frontal girus '*Broca Alanı*' olarak isimlendirilmiştir (3).

Inferior frontal girus, sylvian fissürün assendan ve horizontal ramusları inferior frontal sulkus ve inferior presantral sulkus ile 3 alt bölgeye ayrılır: *pars orbitalis*, *pars triangularis*, *pars operkularis* (Şekil-1). 'Broca alanı' olarak kabul edilen *pars triangularis* ve *pars operkularis* yapısına katılan sulkuslar, bireyler hatta aynı beynin farklı hemisferleri arasında oldukça yaygın anatomik ve morfolojik varyasyonlar gösterir. Bu sulkal yapılarda; *pars triangularis* ve *operkularis*'in hacim, yüzey alanı ve genişliğinde büyük bireysel farklılıklar yaratan uzunluk, şekil ve sayı varyasyonu mevcuttur (2). Bu anatomik çeşitliliğin; bazı hemisferlerde olmayan ramuslara, bifid ya da devamlılık göstermeyen sulkuslara, gizlenmiş giruslara ve anatomik tanımlamalardaki yanlış sınıflandırmalara bağlı olabileceği bildirilmiştir (3). İnsan beynindeki asimetrinin incelendiği bir çalışmada 'Broca'nın konuşma alanının hacminin sağ hemisferdeki homolog alandan hacimce daha büyük' olduğu belirtilmiştir (4). Carroll'un (5) çalışmasında; 'Broca alanı, beynin sol hemisferinde sağdan daha büyüktür. Lisan yeteneği ile orantılı bir asimetri mevcuttur' şeklinde belirtilmiştir. Genel olarak, yapısal asimetrinin dil için hemisferik dominansın temeli olduğu ve bu fonksiyonel dominansın altında da Broca alanının sol asimetrisinin yattığı farz edilmektedir (3). Bununla birlikte, anatomik olarak Broca alanının karşılığı konusunda da tam bir fikir

birliği yoktur. Daha önceden Broca alanı olarak tanımlanmış olan kortikal bölgede tam olarak sol asimetric değildir. Bu tartişma, Witelson ve Kigar'ın (6-10) 'sol taraf Broca alanının sağ taraftan istatistiksel olarak daha büyük olduğunu gösteren kanıt yoktur' şeklindeki yorumlarını çağrıştırmaktadır.



şekil-1: POP: Pars operkularis, **POR:** Pars orbitalis, **PTR:** Pars triangularis. Sylvian fissürün assendan ramusu (**kırmızı kesik çizgiler**), sylvian fissürün horizontal ramusu (**mavi kesik çizgiler**), inferior frontal sulkus (**siyah kesik çizgiler**), inferior presantral sulkus (**beyaz kesik çizgiler**).

Bununla birlikte, Broca alanı anatomik değil, klinik-fonksiyonel bir terimdir. Broca'nın belirttiği gibi ekspresif afazi sadece sol pars triangularis ve pars operkularis değil, bu bölge dışındaki lezyonların varlığında da görüldüğünden; Broca afazisi ile ilişkili geniş bir anatomik bölge mevcuttur (11-13). Broca alanına sınırlı sol taraflı lezyonlar sıklıkla sadece geçici konuşma kaybına yol açsa da; sağ hemisferde homolog bölge lezyonları nadiren geçici ya da kalıcı konuşma bozukluğuna sebep olur (12, 14). Bu nedenle, Broca alanı lisan fonksiyoları için kritik bir bölge olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, pars operkularis ve pars triangularisin konuşmanın oluşturulmasında mutlak gerekli olan kortikal bölgeler olduğu fonksiyonel

görüntülemeler, elektrik stimülasyon ve lezyon çalışmaları ile gösterilmiştir. Bu sebeple, Broca alanı pek çok anatomik ve fonksiyonel çalışmaya konu olmuş; ancak çalışmaların çoğu sağ ve sol hemisferlerde pars triangularis ve operkularis yüzey ve hacmini ölçerek konuşma alanının sol taraf lehine asimetrisini kanıtlamayı amaçlamıştır.

Sırasıyla pars operkularis ve pars triangularisin hücresele düzeyde alt bölgeleri olan alan 44 ve 45'e yönelik sitoarkitektonik çalışmalar sol taraf lehine asimetri bildirmiştir (7, 15-18). Değişik anatomik tanımlamaların ve farklı yöntemlerin kullanıldığı farklı çalışmalarda sonuçlarda farklı çıkmıştır. Örneğin; girusun sadece yüzey alanının ölçüldüğü Wada ve ark.'ı (19) ve Falzi ve ark.'nın postmortem çalışmalarında (2, 3, 18) pars operkularis ve pars orbitalis için sağ taraf lehine asimetri saptanırken; girusun tam intrasulkal anatomisinin örneklendiği manyetik rezonans görüntüleme destekli postmortem çalışmalarda (3) pars operkularis için sol asimetri saptanmış ancak pars triangularis asimetrisi gösterilememiştir (Tablo-1). Intrasulkal anatomisinin bir kısmının örneklendiği manyetik rezonans görüntüleme destekli çalışmaların bazılarında hemisferler arasında asimetri saptanamamıştır (10, 20-22).

Tablo-1: Ön konuşma alanının anatomik asimetrisine yönelik post-mortem çalışmalar.

Ölçüm/Tanımlama	Yazar	Örnek sayısı	Metod	Anatomik sınır	Asimetri
Pars operkularis ve posterior pars triangularis	Wada ve ark. (1975)	100 erişkin 85 infant	Kortikal yüzey planometri	Posterior: İPS Anterior: TS Superior: İFS	Sağ asimetri (p<0,05)
	Nikkuni ve ark. (1981)	54	Bilinmiyor	Posterior: İPS Anterior: İK Superior: İFS	Asimetri yok
Pars operkularis ve pars triangularis	Falzi ve ark. (1982)	12 sağ eli	Kortikal yüzey planometri, intrasulkal gri cevher uzunluk ölçümü	Posterior: İPS Anterior: HR Superior: İFS	Kortikal yüzeyde asimetri yok. Kortikal yüzey ve intrasulkal anatomi de sol asimetri mevcut. (p=0,05)
	Kononova (1949)	7 (5 sağ eli)	Bilinmiyor	Posterior: İPS Anterior: HR Superior: İFS	Tüm grup için asimetri yok. Sağ ellilerde sol asimetri mevcut. (p=0,05)
İnferior frontal girus, pars operkularis, pars triangularis, pars operkularis	Albenese ve ark. (1989)	24	İntrasulkal anatominin yüzey alanı ve ağırlık ölçümü	İFG: İPS/LOS/İFS POP: İPS/AR/İFS PTR: AR/İFS/HR POR: HR/LOS TK: AR/DS TR: DS/HR	Tüm gruplarda sol asimetri mevcut. (p=0,05)
İnferior frontal girus	Harasty ve ark. (1997)	21	İntrasulkal gri cevher hacmi	Tanımlanmamış	Asimetri yok.
Pars operkularis ve pars triangularis	Mevcut çalışma	50	Kortikal yüzey alan ölçümü	POP: İPS/AR/İFS PTR: AR/İFS/HR	Sadece diagonal sulkus varlığında sol hemisferde asimetri mevcut. (p<0,05)

AR: Assendan ramus, **DS:** Diagonal sulkus, **HR:** Horizontal ramus, **İC:** Incisura capitis, **İFG:** Inferior frontal girus, **İPS:** Inferior presantral sulkus, **LOS:** Lateral orbital sulkus, **POP:** Pars operkularis, **POR:** Pars orbitalis, **PTR:** Pars triangularis, **TK:** Triangularis kaudalis, **TR:** Triangularis rostralis, **TS:** Triangular sulkus.

Paul Broca, inferior frontal girusu konuşmanın oluşmasında en önemli alan olarak tarif etmiştir (12). Broca alanı, ekspresif konuşma için mutlak gerekli bir kortikal bölge olduğundan cerrahi sırasında korunması gerekmektedir. Bu bölge anatomisi ve varyasyonları ile ilgili pek çok çalışma yapılmış olsa da; tüm bu çalışmalar motor konuşma alanının daha çok sağ ve sol hemisferler arasındaki volümetrik asimetrisini belirlemeye yönelik olup; cerrahi sırasında karşılaştığımız topografik anatomiyi aydınlatmamaktadır. Bu bölge ve komşu yapıların anatomi ve varyasyonlarının bilinmesi güvenli cerrahi için zorunludur.

Çalışmamızda kadavralardan elde edilen spesimenlerde; pars triangularis ve pars operkularis arasındaki morfolojik asimetriyi oluşturan sulkal yapıların varlığı, devamlılığı ve bağlantıları incelendi. Yapılarına katılan inferior frontal sulkus, inferior presantral sulkus, sylvian fissürün assendan ve horizontal ramusları, triangular ve diagonal sulkuslar, bunların birbirleri ile olan ilişki ve varyasyonları incelenerek cerrahi sırasında motor konuşma alanının korunmasında yol gösterici olmak amaçlanmıştır. Ayrıca, kadın ve erkek cinsiyet arasında karşılaştırmalı olarak Broca alanı ve sağ hemisferdeki homolog bölgenin yüzey alanı ölçülerek istatistiksel analiz yapılmış; anatomik varyasyonlar ile yüzey alanı ilişkisi araştırılmıştır.

GEREÇ YÖNTEM

Çalışmamızda, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi kliniğinde her türlü tedaviye rağmen yaşamını yitirmiş; yatış işlemi öncesi otopsi onam formu imzalatılarak bilimsel çalışmaya izin verilmiş hastalardan elde edilen toplam 50 erişkin otopsi materyali kullanılmıştır. (Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Etik Kurulu onam tarihi: 26.02.2013, Karar no: 2013-4/2)

1 Ocak 2008 ve 10 Şubat 2013 tarihleri arasında elde edilen beyinler, postmortem 2-6. saatlerde yapılan otopsilerde dikkatli bir şekilde çıkartıldı. İnternal karotid ve vertebral arterler su ile yıkandıktan sonra beyinler %50'lik formaldehit solüsyonunda en az 2 ay bekletildi. Fiksasyon sağlandıktan sonra inceleme öncesi materyaller 6 saat soğuk suda bekletildi. Mikrocerrahi aletler yardımıyla Opmi Pentero mikroskop (X40), (Carl Zeiss Inc., Oberkochen, Germany) altında ilgili anatomik bölge dura, araknoid ve vasküler yapılardan temizlenerek incelendi ve fotoğraflandı. Takip eden süreçte Photoscape 3.5.6 programı kullanılarak ilgili sulkal ve giral yapılar işaretlendi. Çalışmada değişkenler tanımlayıcı istatistik olarak medyan (minimum-maksimum) değerleriyle ifade edildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis ve Mann Whitney testleri kullanılmış olup; grup içi karşılaştırmalar Wilcoxon işaretli sıra testleri kullanılarak yapıldı. Çalışmanın analizleri SPSS programında yapıldı ve $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

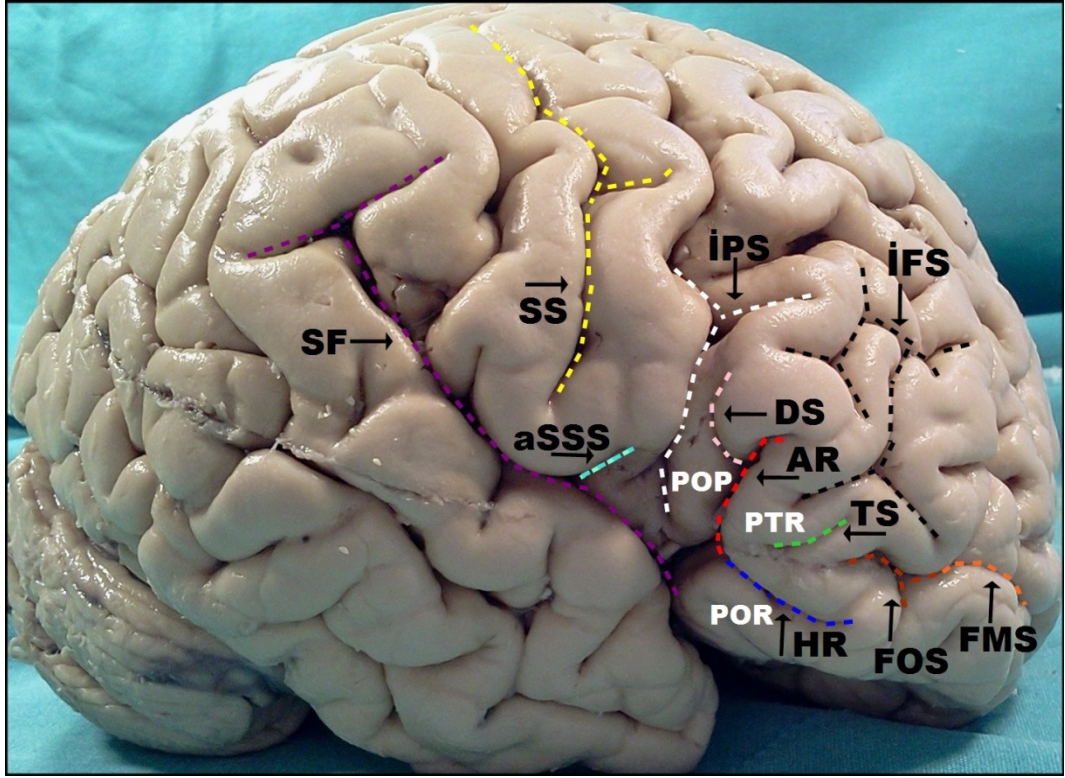
Yaşları 20-77 arasında değişen; 23 kadın, 27 erkek, 50 sağ, 50 sol olmak üzere toplamda 100 erişkin hemisferin Broca alanının topografik anatomisi incelendi.

I. Bölgesel Sulkal ve Giral Yapılar

Frontal lob, bir hemisfer yüzeyinin yaklaşık olarak 1/3'ünü kaplar. Frontal polden santral sulkusa kadar uzanır ve sylvian fissür ile temporal lobdan ayrılır. Longitudinal olarak hizalanmış; süperior ve inferior frontal sulkuslar ile birbirinden ayrılan superior, orta ve inferior frontal giruslara ayrılır.

Inferior frontal girus düzensizdir ve inferior frontal sulkustan çıkan pek çok küçük sulkal dal ile çaprazlanır. İnferiorda, sylvian fissür ile sınırlandırılır. Anteriorda, orta frontal girusla kesişerek sonlanır. Posteriorde, presantral girus ile bağlantılıdır. Inferior frontal girus, önden arkaya doğru; orbital, triangular ve operkular bölümlerden oluşur.

Pars operkularis; kaudalde inferior presantral sulkus ile presantral girustan, dorsalde inferior frontal sulkus ile orta frontal girustan, rostralde sylvian fissürün assendan ramusu ile pars triangularisten ayrılır. Pars triangularis ise; kaudalde assendan ramus ile pars operkularisten, dorsalde inferior frontal sulkus ile orta frontal girustan, rostroventralde sylvian fissürün horizontal ramus ile pars orbitalisten ayrılır. Nadiren pars operkularis içerisinde, assendan ramustan kolaylıkla ayırt edilebilen '*diagonal sulkus*' (10), daha sıklıkla da pars triangularis içerisinde '*triangular sulkus*' bulunur. Bu sulkal yapılar; triangular ve operkular kısımları çevre kortikal yapıdan ayırmak için tanımlanmış (2, 3, 23) ve bu bölgelerin hacim ölçümlerinde anatomik sınırlar olarak kullanılmıştır (2, 3, 10, 19) (Şekil-2).



Şekil-2: AR: Assendan ramus (kırmızı kesik çizgiler), aSSS: Anterior subsantral sulkus (turkuaz kesik çizgiler), DS: Diagonal sulkus (pembe kesik çizgiler), FOS: Frontoorbital sulkus (kahverengi kesik çizgiler), FMS: Frontomarginal sulkus (turuncu kesik çizgiler), HR: Horizontal ramus (mavi kesik çizgiler), İFS: İnferior frontal sulkus (siyah kesik çizgiler), İPS: İnferior presantral sulkus (beyaz kesik çizgiler), POP: Pars operkularis, POR: Pars orbitalis, PTR: Pars triangularis, SF: Sylvian fissür (mor kesik çizgiler), SS: Santral sulkus (sarı kesik çizgiler).

I.A. Sylvian Fissürün Posterior Terminasyonu

Sylvian fissür, lateral yüzdeki en belirgin işarettir. Hemisferlere lateral bakışta, ilk olarak sylvian fissür belirlendi ve posterior terminasyon yönü incelendi. Sonuçlar basitçe 'horizontal' ve 'yukarı oblik' olarak sınıflandırıldı (Şekil-3).

Sylvian fissürün lateral yüzde görülebilen yüzeysel kısmı, bir gövde ve üç ramustan oluşur. Çalışmamızda, sylvian fissürün ayrıca; inferior frontal girusun pars orbitalis, pars triangularis ve pars operkularis yapısına katılan anterior assendan ve horizontal ramusları incelendi (Şekil-2). Assendan ramus ve horizontal ramus 'var' veya 'yok' olarak belirlendikten sonra,

horizontal ramusun lateral bakışta yönü; '*orbita hizasında*', '*orbital yüzde*' ve '*lateral yüzde*' olarak sınıflandırıldı (Şekil-10 ve 11).

I.B. Santral Sulkus

Santral sulkus, frontal lobun posterior sınırını oluşturacak şekilde presantral ve postsantral giruslar arasında yer alır. Lateral yüz üst kesiminden başlayıp; sylvian fissürün assendan ramusunun yaklaşık olarak 2-2.5 cm gerisinde, genellikle sylvian fissüre ulaşmadan sonlanır (24). Çalışmamızda santral sulkus; inferior sonunun sylvian fissüre ulaşp ulaşmaması, yönü ve şekli, subsantral girus varlığı açısından incelenerek sınıflandırıldı (Şekil-2 ve 4).

I.C. Presantral Sulkus

Presantral sulkus, hemen santral sulkusun önünde ve kabaca ona paralel seyreder. Tipik olarak; superior ve inferior olmak üzere iki majör sulkustan oluşur. Yapısı ve bağlantıları bireyler arasında morfolojik açıdan çokça varyasyon gösterir. Dorsal, transvers ve vertikal segmentlerden (25) oluşan inferior presantral sulkusun vertikal parçası, pars operkularisin arka sınırını oluşturur. İnférieur presantral sulkusun bu segmenti, santral sulkusun anteriorundaki ilk descendan sulkustur. Nadiren; sağda %28, solda %20 oranında sylvian fissüre ulaşır (26). Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında '*arkuat*', '*ramifiye*', '*bayonet*' ve '*Y*' form olmak üzere 4 şekilde sınıflandırılmış ve her iki hemisferde %4 oranında dual olarak saptanmıştır (Şekil-5). Anterior subsantral sulkus, santral ve inferior presantral sulkuslar arasındadır ve inferior komşuluğunda sylvian fissür yer alır (Şekil-2 ve 8). Çalışmamızda presantral sulkus segment sayısı, inferior presantral sulkus paterni ve tek ya da çift oluşu, sylvian fissüre ulaşp ulaşmaması, anterior subsantral sulkus varlığı belirlendi.

I.D. İnférieur Frontal Sulkus

İnférieur frontal sulkus devamlılığı, uzunluğu ve bağlantıları kişiler hatta aynı beynin farklı hemisferleri arasında oldukça fazla varyasyon içerir. Lateral bakışta, inferior presantral sulkusa doğru uzanan, sylvian fissürün assendan ramusunun hemen dorsalinde yer alan ilk ventral horizontal sulkus olarak kolaylıkla tanımlanabilir (Şekil-2, 8 ve 9). %40-58 oranında devamlılık

göstermez (2, 26). İnför frontal sulkus devamlılık gösteren tek bir sulkus olmadığı durumlarda; 2 (2, 26), 3 ya da 4 segmentten (26) oluşabilir. Ancak, son dönemde özellikle Petrides ve Pandya'nın çalışmalarında; (2, 3) frontal lob kesitlerini inceleyen araştırmacılar; yanılıcı olarak frontomarginal ve frontoorbital sulkusların inferior frontal sulkus segmenti izlenimi verebileceğini ve inferior frontal sulkusun gerçekte, devamlılık göstermediği durumlarda en fazla 2 segmentten oluştuğunu göstermiştir (Şekil-8).

İnför frontal sulkusun anterior ve ventralinde frontomarginal ve frontoorbital sulkuslar yer alır. Lateral frontomarginal sulkus, bazal yüzde en anteriordaki sulkustur. Frontoorbital sulkus, orbital sulkusların anterior ve superiorunda yer alır (Şekil-2 ve 9). Posterior komşuluğunda sylvian fissürün horizontal ramusu bulunur ve frontomarginal sulkus ile devamlılık gösterebilir. Frontomarginal ve frontoorbital sulkuslar; ayırt edilmediği durumlarda yanlışlıkla inferior frontal sulkusun anterior segmentleri olarak tanımlanabilir (2, 3).

Bazen; pars triangularis, inferior frontal sulkustan inferiora uzanan küçük bir dal ile bölünür (27). Bu dal çalışmamızda, '*inferior frontal sulkusun inferior uzantısı*' olarak adlandırıldı (Şekil-14).

İnför frontal sulkus posterior ucunun inferior presantral sulkus ile olan bağlantısını beyin yüzeyinden belirlemek oldukça güçtür (25). İnför frontal sulkusun posterior ucu ve inferior presantral sulkus ventral segmenti arasındaki bağlantı 3 gruba ayrılır (25, 26) (Şekil-8):

1. İnför frontal sulkusun direk inferior presantral sulkus ile devam ettiği durumlar: '*gerçek bağlantı*';
2. Beyin yüzeyinde bağlantılı olarak görülüp; gizli bir korteks köprüsü bu bağlantıyı kestiği durumlar: '*yalancı bağlantı*';
3. Bağlantı olmadığı durumlar: '*bağlantı yok*' olarak tanımlanmıştır (3, 26).

'Gerçek bağlantı' kendi içerisinde 2 alt gruba ayrılabilir (2, 26):

1.A. Inferior frontal sulkusun, devamlılık gösteren tek ve uzun bir sulkus olduğu durumlar: '*gerçek-uzun bağlantı*',

1.B. Devamlılık göstermeyen birkaç kısa segmentten oluştuğu durumlar: '*gerçek-kısa bağlantı*'.

Çalışmamızda, inferior frontal sulkus devamlılık gösteren tek bir sulkus olmaması durumunda en fazla 2 segment olarak kabul edildi. Frontoorbital ve frontomarginal sulkuslar belirlendi. Inferior frontal sulkus; segment sayısı, frontoorbital ve frontomarginal sulkuslar ile olan bağlantısı, posterior ucunun inferior presantral sulkus ile olan bağlantısı, anterior ucunun şekli, inferior frontal sulkusun inferior uzanımının varlığı ile assendan ramus, horizontal ramus ve diagonal sulkuslar ile olan bağlantısı açısından incelendi (Şekil-8 ve 9).

I.E. Anterior Assendan Ramus

Sylvian fissürün assendan ramusu, inferior frontal girusun operkular ve triangular bölümleri arasındaki sınırı oluşturur. Sylvian fissürden çıkıp inferior frontal girus içerisine doğru uzanan derin ve vertikal bir ramus olarak mevcut olduğu durumlarda diagonal sulkusun önünde görülür (Şekil-2 ve 10). Nadiren, inferior presantral sulkus içerisine gizlenmiş olabilir (10). Bu durumda pars operkularis sınırları kortikal yüzeyden belirlenemeyeceğinden intrasulkal anatominin üç boyutlu navigasyonu gerekir (10). Çalışmamızda, assendan ramus var olup olmaması açısından değerlendirildi. Assendan ramusun gösterilemediği 1 adet sol hemisferde pars triangularis belirlenemedi.

I.F. Horizontal Ramus

Sylvian fissürün anterior horizontal ramusu, pars triangularis ve pars orbitalis arasındaki sınırdır. Frontoorbital yüzde sylvian fissürün devamı olarak görülür. Sağda %8, solda %16'ya varan oranlarda görülmeyebilir (26). Mevcut olmadığı durumlarda pars triangularis anterior sınırı belirlenemez (Şekil-11). Lateral yüzden bakıldığında; horizontal ramus lateral yüzde, orbita hizasında ya da orbital yüzde saptanabilir (26). Çalışmamızda var olup olmaması ve lokalizasyonu açısından incelenmiştir. Horizontal ramusun

gösterilemediği 3 adet sağ, 2 adet sol hemisferde pars triangularis belirlenemedi.

I.G. Diagonal Sulkus

Diagonal sulkus; beyinlerin yaklaşık yarısında bulunur ve pars operkularis içerisinde, inferior presantral sulkus ile assendan ramus arasında yer alır (10) (Şekil-2). Morfolojisi varyasyonlar gösterir. Mevcut olduğu durumlarda; assendan ramus, inferior frontal sulkus veya inferior presantral sulkus ile bağlantılı olabileceği gibi çevre sulkuslarla bağlantısız ayrı tek bir sulkus olarak saptanabilir (2). Çalışmamızda diagonal sulkusun inferior frontal sulkus, inferior presantral sulkus, assendan ramus ve sylvian fissür ile olan bağlantıları incelenmiştir (Şekil-12).

I.H. Triangular Sulkus

Sıklıkla pars triangularis içerisinde, '*triangular sulkus*' olarak isimlendirilen küçük bir sulkus saptanır (Şekil-2 ve 13). Çalışmamızda var olup olmaması açısından incelenmiştir.

I.İ. Inferior Frontal Sulkusun Inferior Uzantısı

Bazen; pars triangularis, inferior frontal sulkustan inferiora uzanan küçük bir dal ile bölünür (27). Bu dal çalışmamızda, '*inferior frontal sulkusun inferior uzantısı*' olarak adlandırıldı (Şekil-14).

I.J. Pars Triangularis Şekli

Assendan ve horizontal ramusların birbiri ile olan ilişkisi varyasyonlar gösterir. Bu ramuslar, sylvian fissürden ayrı ayrı çıkabilecekleri gibi; ortak bir gövde ile çıkıp daha sonra da ayrılabilirler (26). Ono ve ark.'nın çalışmasında (26); ayrı assendan ve horizontal ramuslar sağda %64, solda %60; assendan ve horizontal ramuslar için ortak gövde sağda %28, solda %24 olarak belirtilmiştir. Assendan ve horizontal ramuslar; sylvian fissürden aynı noktadan ayrı ayrı çıktığında pars triangularis 'V' şeklini, sylvian fissürden farklı noktalardan çıktığında 'U' şeklini, ortak bir gövde ile çıkıp sonradan ayrıldığında ise 'Y' şeklini almaktadır (28) (Şekil-15). Çalışmamızda; assendan ve horizontal ramusların birbirleri ile olan ilişkisine göre pars triangularis şekli V, Y ya da U olarak sınıflandırılmıştır.

II. Yüzey Alan Hesaplamaları

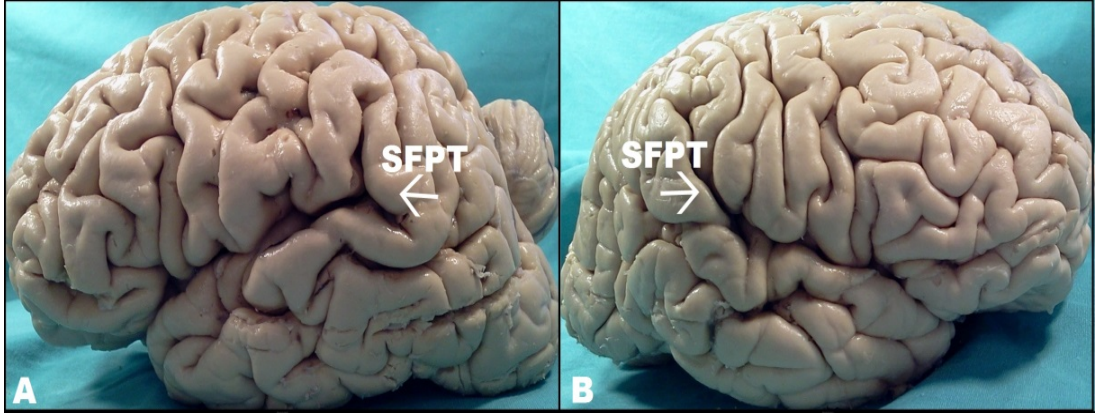
3 adet sağ, 2 adet sol hemisfer dual paralel inferior presantral sulkus varlığı; 1 adet sol hemisfer assendan ramus ve 3 adet sağ, 2 adet sol hemisferde horizontal ramus yokluğu nedeni ile ölçüm dışı bırakıldı. Ölçümler; çalışmaya alınan 50 adet beyinin 1'inde bilateral dual paralel inferior presantral sulkus varlığı; 1'inde bilateral horizontal ramus yokluğu nedeni ile toplamda 23'ü kadın, 25'i erkek olmak üzere 48 beyinde yapıldı. Tüm hemisferlerin ayrı ayrı ölçekli resimleri çekildi. Sylvian fissürün horizontal ramusu, inferior frontal sulkus, sylvian fissür ve inferior presantral sulkuslar; pars operkularis ve pars triangularisten oluşan Broca alanının sınırları olarak kabul edildi. Horizontal ramusu inferior frontal sulkusa, inferior frontal sulkus posterior ucunu inferior presantral sulkusa, inferior presantral sulkusu sylvian fissüre birleştiren dik çizgiler arasında Adobe Acrobat XI Pro programı kullanılarak yüzey alanı ölçümü yapıldı. Toplamda 44 adet sağ, 45 adet sol hemisferde frontal operkulum yüzey alanları ölçülerek; taraf, cinsiyet, pars triangularis şekli ve diagonal sulkus varlığına göre karşılaştırıldı.

BULGULAR

I. Bölgesel Sulkal ve Giral Yapılar

I.A. Sylvian Fissürün Posterior Terminasyonu

Sylvian fissürün posterior terminasyonu; sağda %38 (19/50), solda %70 (35/50) oranında 'horizontal'; sağda %62 (31/50), solda %30 (15/50) oranında 'yukarı oblik' (Şekil-3) olarak saptandı. Vakaların %28'inde (14/50) posterior terminasyon bilateral 'horizontal', %20'sinde (10/50) bilateral 'yukarı oblik'ti.



Şekil-3: Sylvian fissürün posterior terminasyonu (SFPT).
A. Horizontal (**beyaz ok**) B. Yukarı oblik (**beyaz ok**).

Tablo-2: Sylvian fissürün posterior terminasyonu oranları.

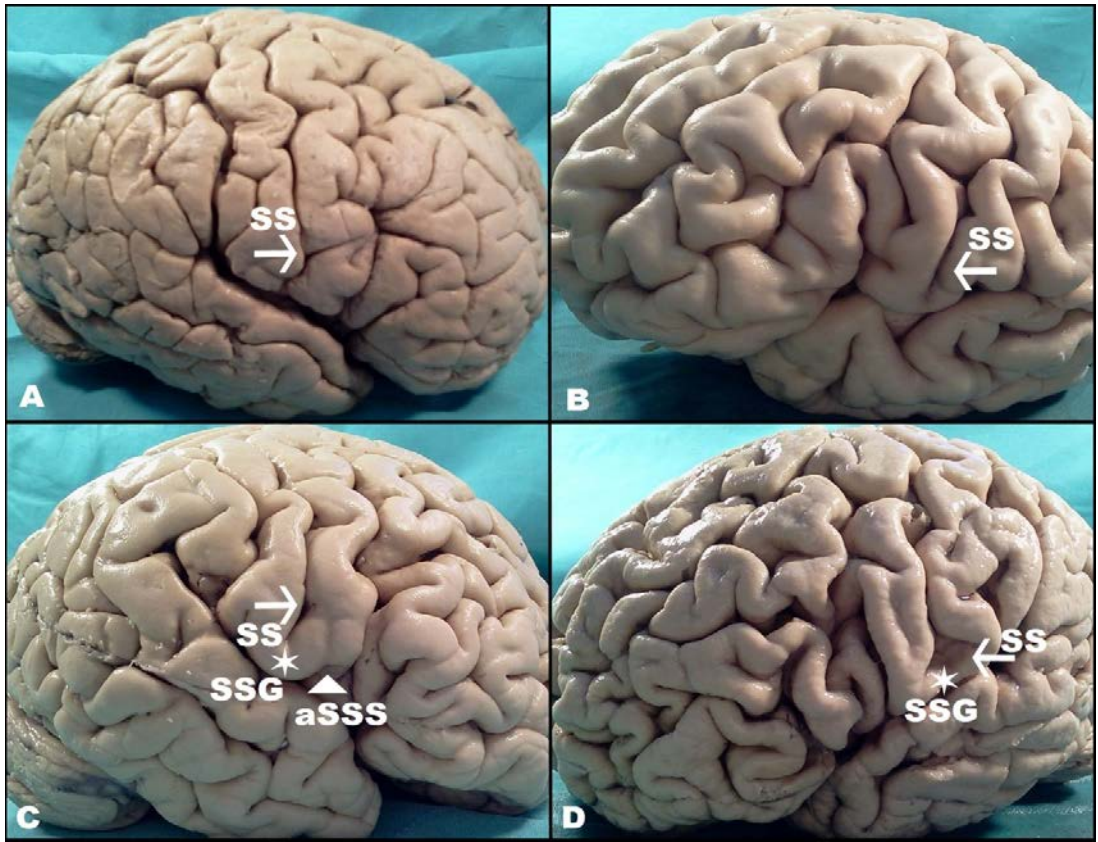
SFPT	Horizontal	Yukarı oblik	Bilateral
Sağ	%38 (19/50)	%62 (31/50)	%28 (14/50)
Sol	%70 (35/50)	%30 (15/50)	%20 (10/50)

SFPT: Sylvian fissürün posterior terminasyonu.

I.B. Santral Sulkus

Santral sulkusun inferior sonu; sağda %8 (4/50), solda %8 (4/50) ve bilateral %2 (1/50) oranında sylvian fissüre ulaşıyordu. Inferior ucun yönü; sağda %54 (27/50), solda %58 (29/50) oranında anterior; sağda %46

(23/50), solda %42 (21/50) oranında posterior olarak saptandı. Hemisferlerin %20'sinde inferior ucun yönü bilateral anterior, %24'ünde bilateral posteriordu. İnférieur ucun şekli; sağda %88 (44/50), solda %80 (40/50) oranında 'düz'; sağda %12 (6/50), solda %20 (10/50) oranında 'Y' olarak saptanırken; bizim vakalarımızda 'T' şekilli inferior uç görülmedi. %50 bilateral 'düz', %6 bilateral 'Y' şekilli inferior uç saptandı. Subsantral girus, sağda ve solda %92 (46/50), bilateral %82 (41/50) oranında saptandı. Hemisferlerin %52'sinde (26/50) sağda, %48'inde (24/50) solda, %22'sinde (11/50) bilateral anterior subsantral sulkus belirlendi (Şekil-4).



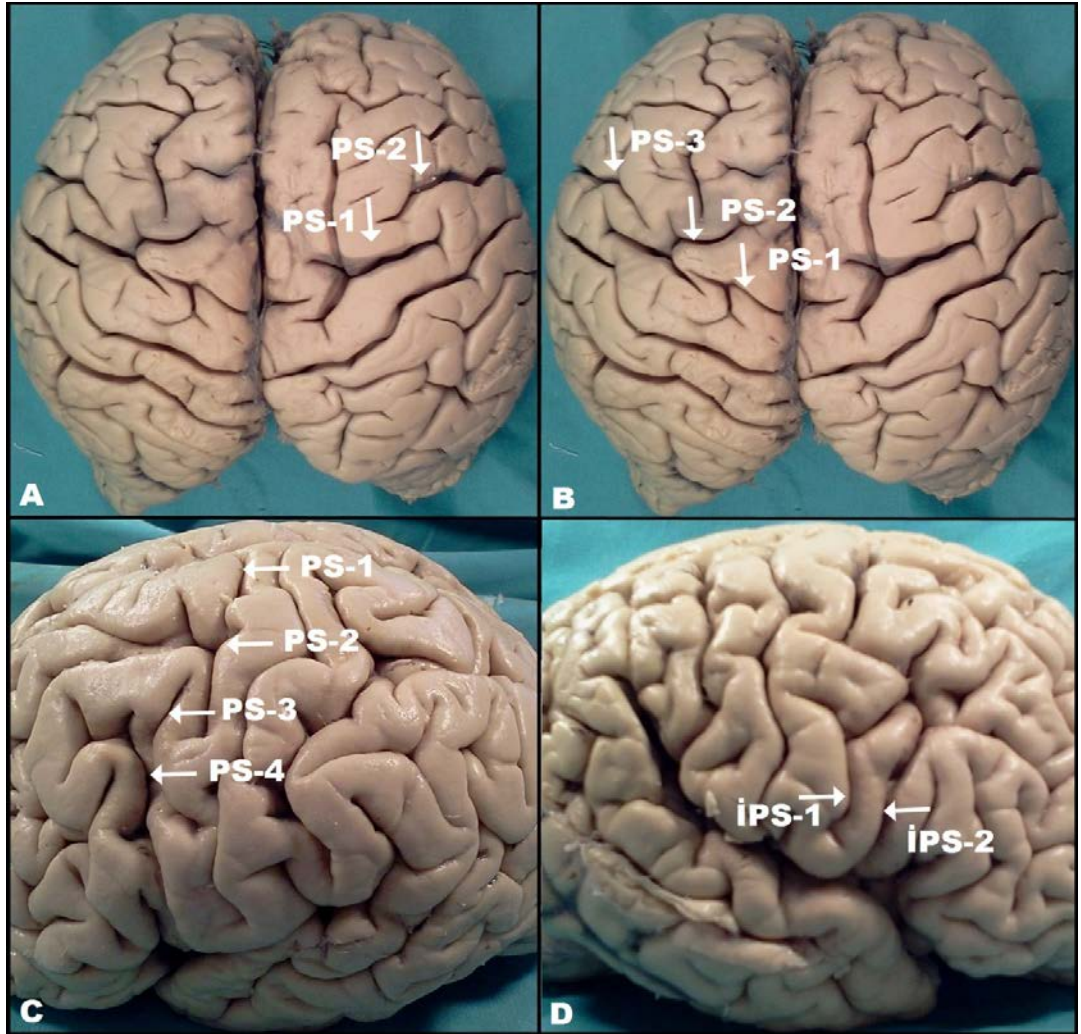
Şekil-4: Anterior subsantral sulkus (aSSS), santral sulkus (SS), subsantral girus (SSG). **A.** Santral sulkus sylvian fissüre ulaşıyor (**beyaz ok**). **B.** Santral sulkus sylvian fissüre ulaşmıyor ve inferior uç yönü anterior (**beyaz ok**). **C.** Santral sulkusun inferior ucu 'düz' ve yönü posterior (**beyaz ok**), subsantral girus (**yıldız**), anterior subsantral sulkus (**ok başı**). **D.** Santral sulkusun inferior ucu 'Y' şeklinde (**beyaz ok**), subsantral girus (**yıldız**).

Tablo-3: Sağ ve sol hemisferlerde santral sulkusun inferior uç patterni, subsantral girus ve anterior subsantral sulkus oranları.

		Sağ	Sol	Bilateral
Sylvian fissüre	Ulaşıyor	%8 (4/50)	%8 (4/50)	%2 (1/50)
	Ulaşmıyor	%92 (46/50)	%92 (46/50)	%98 (49/50)
İnferior uç yönü	Anterior	%54 (27/50)	%58 (29/50)	%20 (10/50)
	Posterior	%46 (23/50)	%42 (21/50)	%24 (12/50)
İnferior uç şekli	Y	%12 (6/50)	%20 (10/50)	%6 (3/50)
	T	%0	%0	%0
	Düz	%88 (44/50)	%80 (40/50)	%50 (25/50)
	Subsantral girus	%92 (46/50)	%92 (46/50)	%82 (41/50)
	Anterior subsantral sulkus	%52 (26/50)	%48 (24/50)	%22 (11/50)

I.C. Presantral Sulkus

Presantral sulkus, sağda beyinlerin %54'ünde (27/50) 2, %42'sinde (21/50) 3, %4'ünde (2/50) 4 segment; solda %54'ünde (27/50) 2, %38'inde (19/50) 3, 8%'inde (4/50) 4 segment; %26'sında (13/50) bilateral 2, %16'sında (8/50) bilateral 3, %2'sinde (1/50) bilateral 4 segment olarak saptandı (Tablo-4). %6 sağ (3/50), %4 sol (2/50) hemisferde birbirine paralel dual inferior presantral sulkuslar mevcuttu. Bunların 1 tanesi bilateral dual inferior presantral sulkusa sahipti (%2) (Şekil-5).



Şekil-5: İ inferior presantral sulkus (İPS), presantral sulkus (PS).

A. Posteroanterior yönde sağda presantral sulkus 2 segment (**beyaz oklar**).

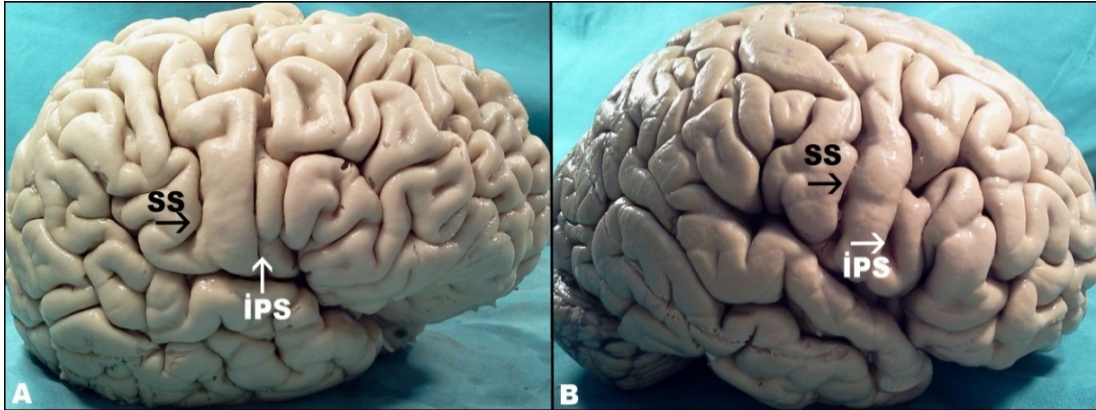
B. Posteroanterior yönde solda presantral sulkus 3 segment (**beyaz oklar**).

C. Presantral sulkus 4 segment (**beyaz oklar**). **D.** Dual paralel inferior presantral sulkus (**beyaz oklar**).

Tablo-4: Sağ ve sol hemisferlerde presantral sulkusun segment sayısı oranları.

Presantral sulkus segment sayısı	Sağ	Sol	Bilateral
2	%54 (27/50)	%54 (27/50)	%26 (13/50)
3	%42 (21/50)	%38 (19/50)	%16 (8/50)
4	%4 (2/50)	%8 (4/50)	%2 (1/50)

Inferior presantral sulkus; hemisferlerin %21,3'ünde sağda (10/47), %25'inde (12/48) solda, %17'sinde (4/47) bilateral sylvian fissüre ulaşıyordu. Sylvian fissüre ulaşmama özelliğine bakıldığında bu oran; sağda %78,7 (37/47), solda 75% (36/48), bilateral %48,9 (23/47) olarak saptandı (Şekil-6). 3 adet sağ, 2 adet sol dual inferior presantral sulkusa sahip hemisferler sayılmadı.

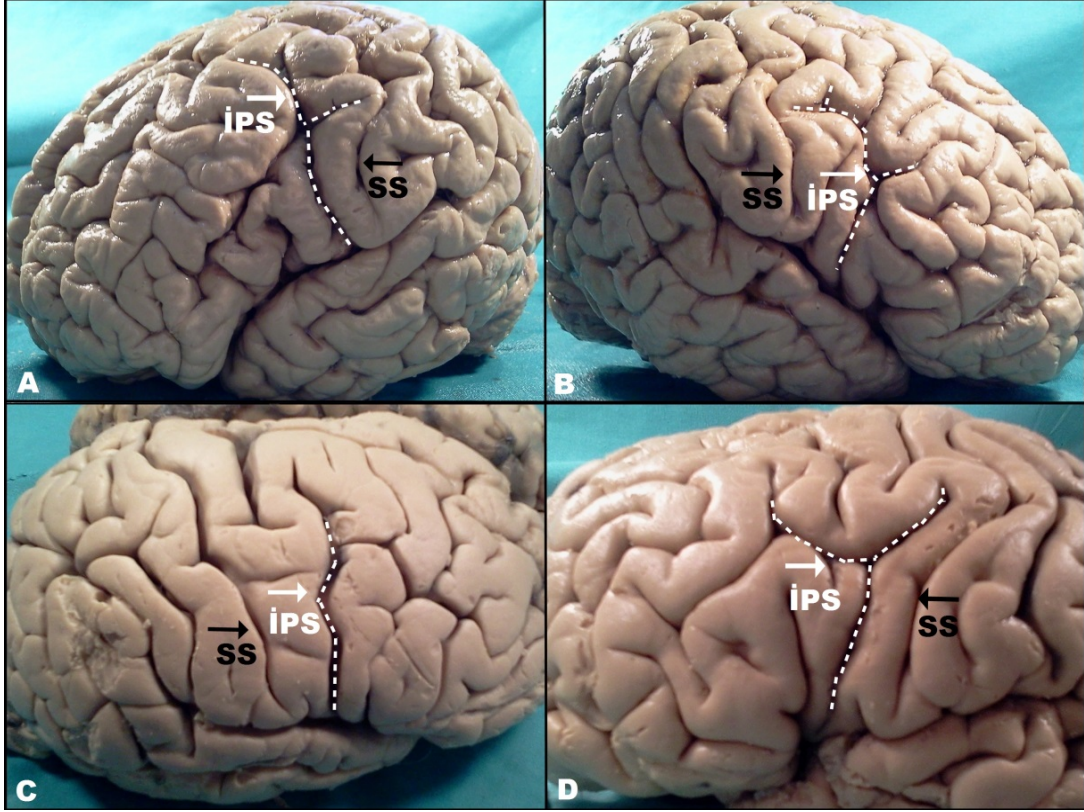


Şekil-6: İ inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS).

A. Santral sulkus (**siyah ok**), inferior presantral sulkus sylvian fissüre ulaşıyor (**beyaz ok**). **B.** Santral sulkus (**siyah ok**), inferior presantral sulkus sylvian fissüre ulaşmıyor (**beyaz ok**).

Inferior presantral sulkus paternine bakıldığında; sağda %29,8 (14/47) 'arkuał', %25,5 (12/47) 'ramifiye', %23,4 (11/47) 'bayonet', %21,3 (10/47) 'Y' form; solda %29,2 (14/48) 'arkuał', %31,3 (15/48) 'ramifiye', %27,0 (13/48) 'bayonet', %12,5 (6/48) 'Y' form saptandı (Şekil-7, Tablo-5). Ramifiye form 6,3% (3/47) bilateral görülürken; diğer üç formun her biri

%4,25 oranında bilateral (2/47) olarak saptandı. Bu oranlara 3 adet sağ, 2 adet sol dual paralel inferior presantral sulkusa sahip hemisferler katılmadı.



Şekil-7: İ inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS).

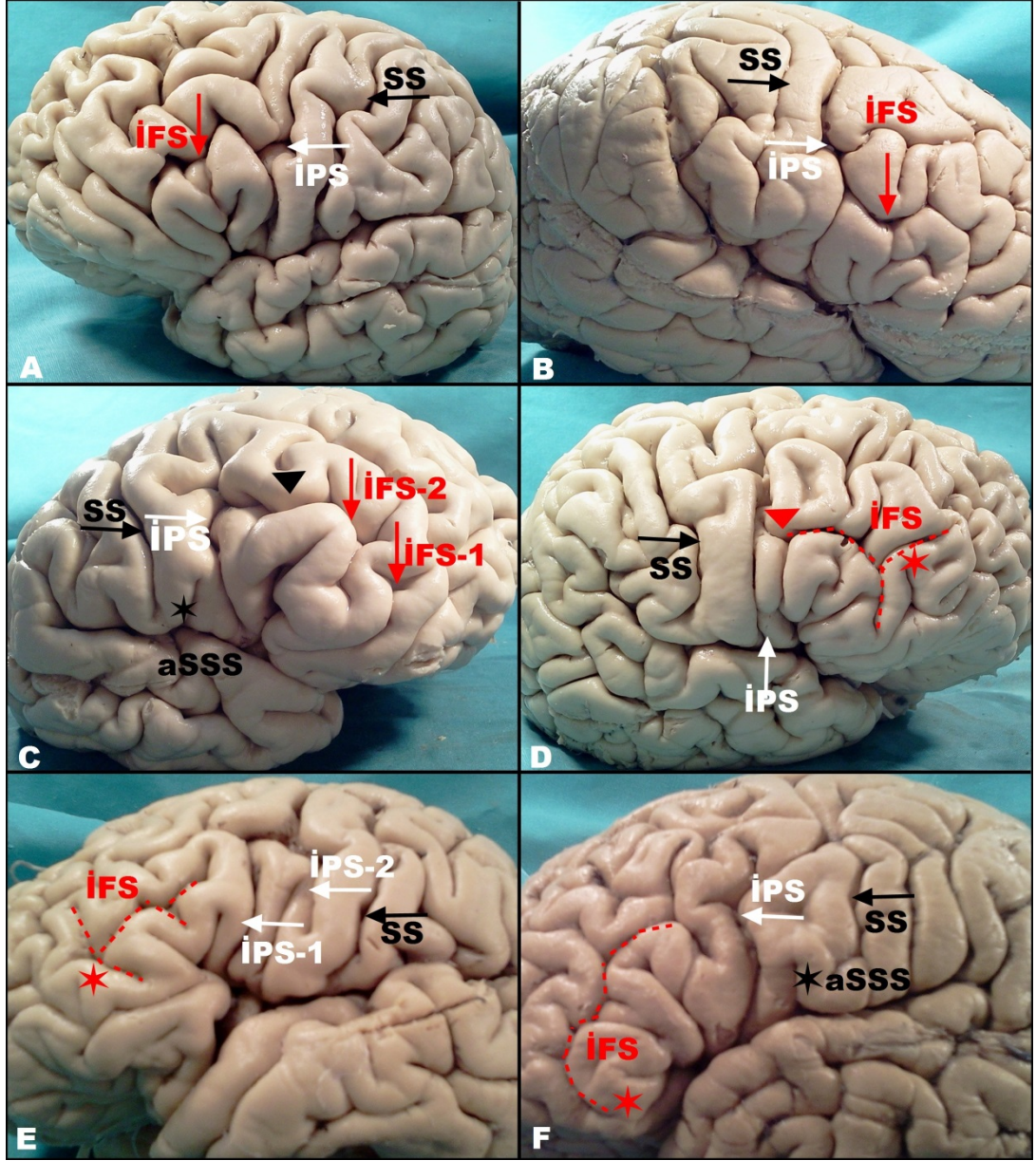
A. Santral sulkus (**siyah ok**), inferior presantral sulkus 'arkuat' form (**beyaz kesik çizgiler**). **B.** Santral sulkus (**siyah ok**), inferior presantral sulkus 'ramifiye' form (**beyaz kesik çizgiler**). **C.** Santral sulkus (**siyah ok**), inferior presantral sulkus 'bayonet' form (**beyaz kesik çizgiler**). **D.** Santral sulkus (**siyah ok**), inferior presantral sulkus 'Y' form (**beyaz kesik çizgiler**).

Tablo-5: İ inferior presantral sulkus paterni oranları (3 adet sağ, 2 adet sol dual paralel inferior presantral sulkusa sahip hemisferler katılmadı).

	Sağ	Sol	Bilateral
Arkuat form	%29,8 (14/47)	%29,2 (14/48)	%4,25 (2/47)
Ramifiye form	%25,5 (12/47)	%31,3 (15/48)	%6,3 (3/47)
Bayonet form	%23,4 (11/47)	%27,0 (13/48)	%4,25 (2/47)
Y form	%21,3 (10/47)	%12,5 (6/48)	%4,25 (2/47)

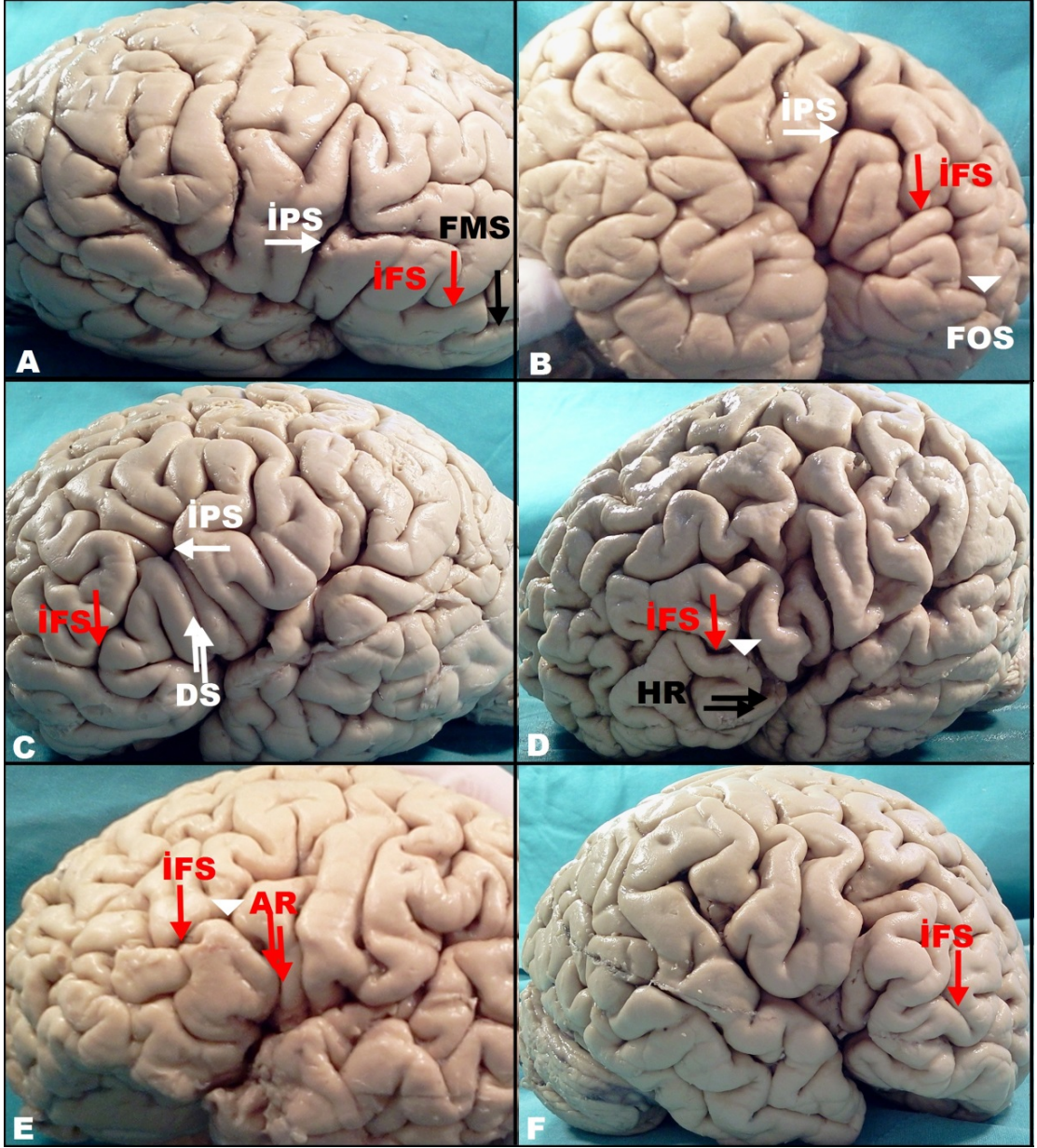
I.D. Inferior Frontal Sulkus

Inferior frontal sulkus; sağda %54 (27/50), solda %48 (24/50) oranında devamlılık gösteren tek bir segment; sağda %46 (23/50), solda %52 (26/50) oranında iki ayrı, devamlılık arz etmeyen segment olarak saptandı. Inferior frontal sulkusun posterior ucu ile inferior presantral sulkus arasında sağda %66 (33/50), solda %58 (29/50) oranında '*gerçek bağlantı*' mevcutken; beyinlerin sağda %34 (17/50), solda %42'sinde (21/50) bağlantı gösterilemedi. Gerçek bağlantı saptanan vakaların sağda 20, solda 15 tanesi '*gerçek-uzun*'; sağda 13, solda 14 tanesi '*gerçek-kısa*' bağlantı olarak belirlendi. Çalışmamızda, yalancı bağlantı saptanmadı. Anterior ucun şekli sağda %40 (20/50) '*düz*', %40 (20/50) '*Y*', %20 (10/50) '*T*'; solda %38 (19/50) '*düz*', %44 (22/50) '*Y*', %18 (9/50) '*T*' şeklinde saptandı (Şekil-8, Tablo-6). Inferior frontal sulkusun sağda %12 (6/50) oranında frontoorbital sulkus ve diagonal sulkus, %18 (9/50) oranında frontomarginal sulkus, %2 (1/50) oranında horizontal ramus, %4 (2/50) oranında assendan ramus ile bağlantısı mevcuttu. Sol hemisferlerde ise inferior frontal sulkus; %6 (3/50) frontoorbital sulkus, %8 (4/50) frontomarginal sulkus, %4 (2/50) horizontal ramus, %10 (5/50) assendan ramus, %8 (4/50) diagonal sulkus ile bağlantılı olarak saptandı (Şekil-9, Tablo-6).



ŞEKİL-8: Anterior subsantral sulkus (aSSS), inferior frontal sulkus (İFS), inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS).

A, B. İnförior frontal sulkus (**kırmızı ok**) devamlılık gösteren tek bir segment. İnförior frontal sulkus ile inferior presantral sulkus (**beyaz ok**) arasında 'gerçek-uzun' bağlantı **C.** İnförior frontal sulkus (**kırmızı oklar**), devamlılık göstermeyen iki kısa segment. İnförior frontal sulkus ile inferior presantral sulkus (**beyaz ok**) arası 'gerçek-kısa' bağlantı (**siyah ok başı**). **D.** İnförior frontal sulkus (**kırmızı kesik çizgiler**) ile inferior presantral sulkus (**beyaz ok**) arasında bağlantı yok (**kırmızı ok başı**). İnförior frontal sulkusun anterior ucu 'Y' şeklinde (**kırmızı yıldız**) **E.** İnförior frontal sulkusun (**kırmızı kesik çizgiler**) anterior ucu 'T' şeklinde (**kırmızı yıldız**). Dual paralel inferior presantral sulkus (**beyaz oklar**). **F.** Anterior subsantral sulkus (**siyah yıldız**), inferior frontal sulkusun (**kırmızı kesik çizgiler**) anterior ucu 'düz' (**kırmızı yıldız**).



ŞEKİL-9: Assendan ramus (AR), diagonal sulkus (DS), frontomarginal sulkus (FMS), frontoorbital sulkus (FOS), horizontal ramus (HR), inferior frontal sulkus (İFS), inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS).

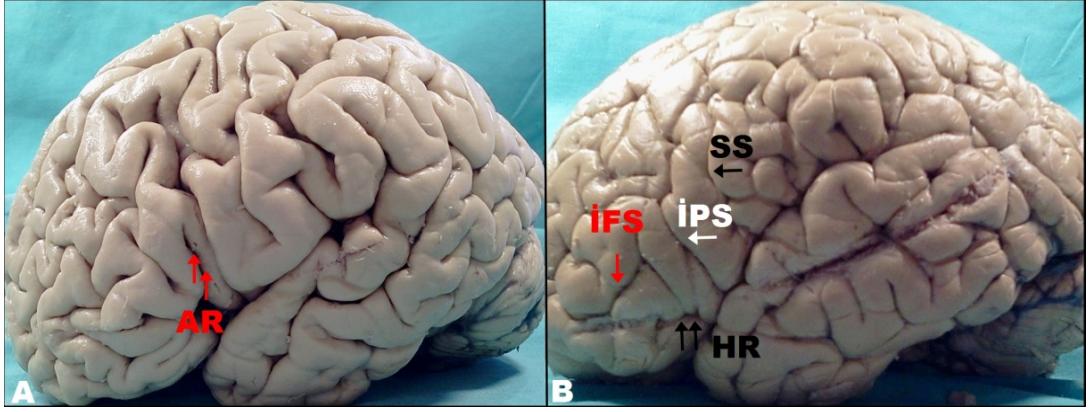
A. İnfior frontal sulkus (**kırmızı ok**) frontomarginal sulkus (**siyah ok**) ile bağlantılı. **B.** İnfior frontal sulkus (**kırmızı ok**) frontoorbital sulkus (**beyaz ok başı**) ile bağlantılı. **C.** İnfior frontal sulkus (**kırmızı ok**) diagonal sulkus (**beyaz oklar**) ile bağlantılı. **D.** İnfior frontal sulkus (**kırmızı ok**) horizontal ramus (**siyah oklar**) ile bağlantılı (**beyaz ok başı**). **E.** İnfior frontal sulkus (**kırmızı ok**) assendan ramus (**kırmızı oklar**) ile bağlantılı (**beyaz ok başı**). **F.** İnfior frontal sulkus (**kırmızı ok**) çevre sulkuslar ile bağlantısız.

Tablo-6: Sağ ve sol hemisferlerde; inferior frontal sulkus segmentleri, bağlantıları ve anterior uç şekilleri oranı.

			Sağ	Sol
	Segmentleri	1	%54 (27/50)	%48 (24/50)
		2	%46 (23/50)	%52 (26/50)
	Anterior ucun şekli	Y şekilli	%40 (20/50)	%44 (22/50)
T şekilli		%20 (10/50)	%18 (9/50)	
Düz		%40 (20/50)	%38 (19/50)	
Bağlantılar	İnferior presantral sulkus	Gerçek-uzun	%40 (20/50)	%30 (15/50)
		Gerçek-kısa	%26 (13/50)	%28 (14/50)
		Yalancı	%0 (0/50)	%0 (0/50)
		Bağlantı yok	%34 (17/50)	%42 (21/50)
	Frontoorbital sulkus		%12 (6/50)	%6 (3/50)
	Frontomarginal sulkus		%18 (9/50)	%8 (4/50)
	Diagonal sulkus		%12 (6/50)	%8 (4/50)
	Assendan ramus		%4 (2/50)	%10 (5/50)
	Horizontal ramus		%2 (1/50)	%4 (2/50)

I.E. Anterior Assendan Ramus

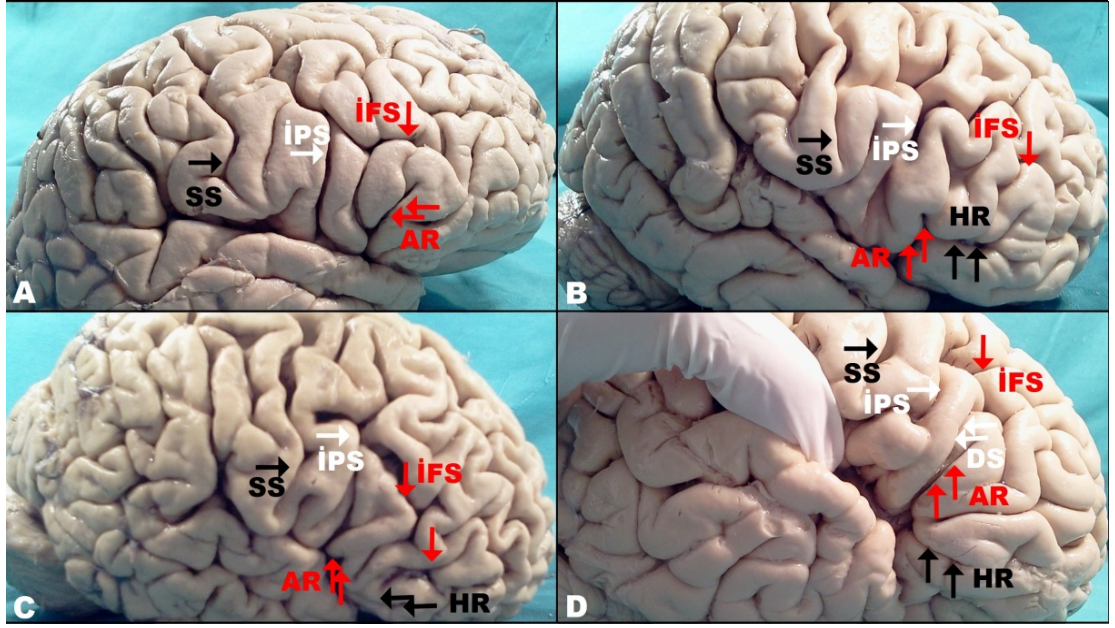
Sylvian fissürün anterior assendan ramusu, sağ hemisferlerde %100 oranında gösterilirken; 1 adet sol hemisferde gösterilemedi (%2) (Şekil-10, Tablo-7).



Şekil-10: Assendan ramus (AR), horizontal ramus (HR), inferior frontal sulkus (İFS), inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS).
A. Assendan ramus (**kırmızı oklar**). **B.** İ inferior presantral sulkus (**beyaz ok**), santral sulkus (**siyah ok**), inferior frontal sulkus (**kırmızı ok**), horizontal ramus (**siyah oklar**). Assendan ramus görülmüyor.

I.F. Horizontal Ramus

Sylvian fissürün horizontal ramusu; sağda %6 (3/50), solda %4 (2/50) oranında saptanamadı. Bu beyinlerin 1 tanesinde horizontal ramus bilateral saptanmadı (%2). Lokalizasyonuna bakıldığında; sağda %46 (23/50) lateral yüzde, %24 (12/50) orbita hizasında, %24 (12/50) orbital yüzde; solda %50 (25/50) lateral yüzde, %34 (17/50) orbita hizasında, %12 (6/50) orbital yüzde olduğu görüldü. Beyinlerin 14'ünde bilateral lateral yüzde (%28), 6'sında orbita hizasında (%12), 1'inde orbital yüzde (%2) saptandı (Şekil-11, Tablo-7).



Şekil-11: Assendan ramus (AR), diagonal sulkus (DS), horizontal ramus (HR), inferior frontal sulkus (İFS), inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS).

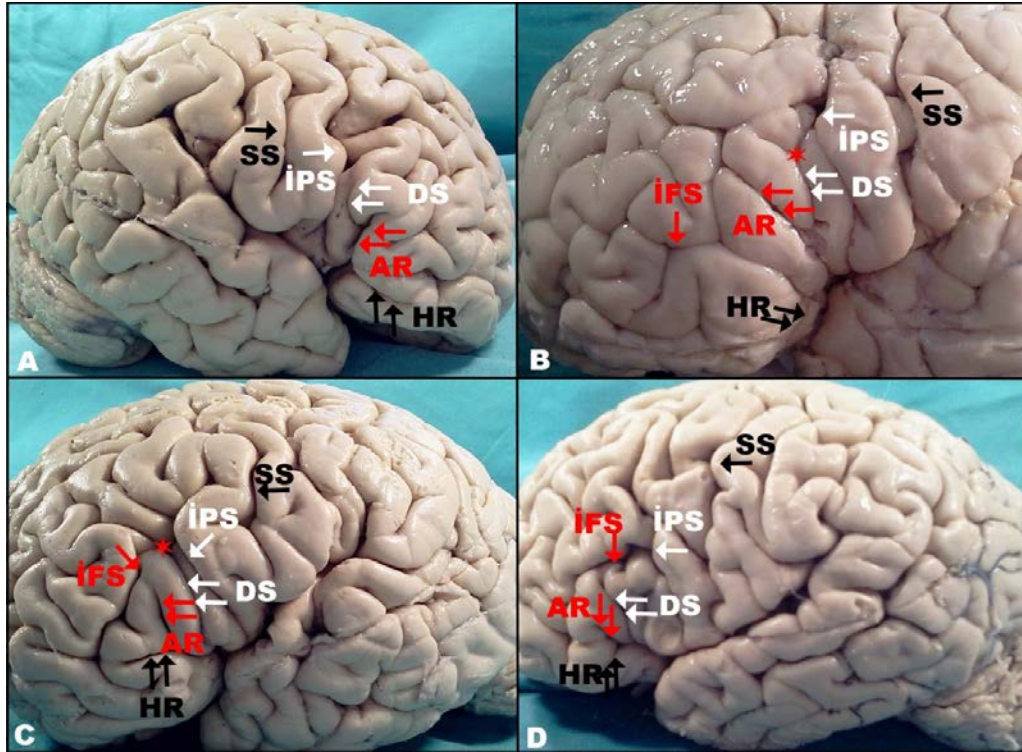
A. Horizontal ramus görülüyor. **B.** Horizontal ramus lateral yüzde (**siyah oklar**). **C.** Horizontal ramus orbita hizasında (**siyah oklar**). **D.** Horizontal ramus orbital yüzde (**siyah oklar**).

Tablo-7: Assendan ve horizontal ramus paternleri.

		Sağ	Sol	Bilateral
Assendan ramus	Var	%100 (50/50)	%98 (49/50)	%98 (49/50)
	Yok	%0 (0/50)	%2 (1/50)	%0 (0/50)
Horizontal ramus	Lateral yüzde	%46 (23/50)	%50 (25/50)	%28 (14/50)
	Orbita hizasında	%24 (12/50)	%34 (17/50)	%12 (6/50)
	Orbital yüzde	%24 (12/50)	%12 (6/50)	%2 (1/50)
	Yok	%6 (3/50)	%4 (2/50)	%2 (1/50)

I.G. Diagonal Sulkus

Diagonal sulkus; hemisferlerin sağda %48 (24/50), solda %54'ünde (27/50) mevcuttu. Daha önce tanımlanan 4 konfigürasyon bu hemisferlerin her birinde gösterildi. Sağda %26 (13/50), solda %30 (15/50) oranında assendan ramus ile; sağda %12 (6/50), solda %6 (3/50) oranında inferior frontal sulkus ile bağlantılı olarak saptandı. Solda %8 (4/50) oranında inferior presantral sulkus ile bağlantı saptanırken; sağ hemisferlerde bu bağlantı görülmedi (0/50) (Tablo-8, Tablo-9). Beyinlerin %10'unda diagonal sulkus assendan ramus ile, %4'ünde inferior frontal sulkus ile hem sağda hem solda bağlantılıydı. Her iki tarafta %10 (5/50) oranında diagonal sulkus ile çevre sulkuslar arasında bağlantı saptanmadı (Şekil-12).



Şekil-12: Assendan ramus (AR), horizontal ramus (HR), diagonal sulkus (DS), inferior frontal sulkus (İFS), inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS). **A.** Diagonal sulkus (**beyaz oklar**), assendan ramus (**kırmızı oklar**) ile bağlantılı. **B.** Diagonal sulkus (**beyaz oklar**), inferior presantral sulkus (**beyaz ok**) ile bağlantılı (**kırmızı yıldız**). **C.** Diagonal sulkus (**beyaz oklar**), inferior frontal sulkus (**kırmızı ok**) ile bağlantılı (**kırmızı yıldız**). **D.** Diagonal sulkus (**beyaz oklar**), çevre sulkus yapıları ile bağlantılı değil.

Tablo-8: Sağ ve sol hemisferlerde diagonal sulkus oranları.

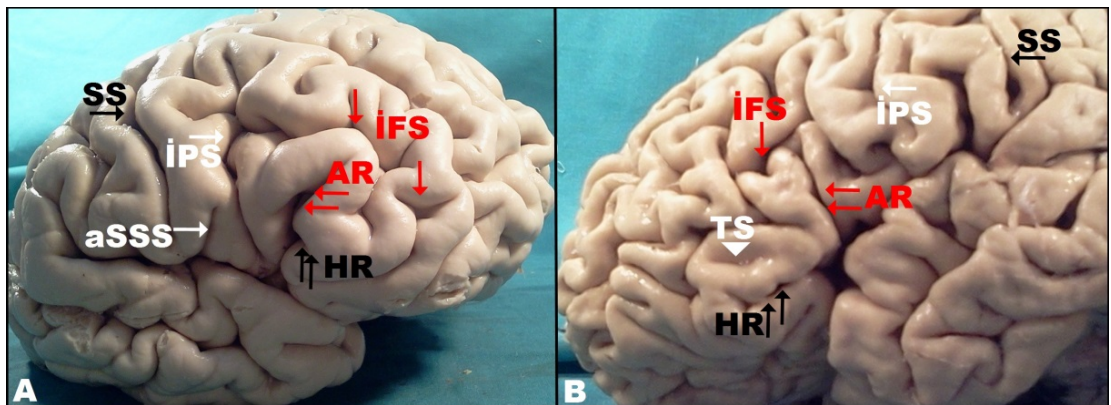
Diagonal sulkus	Sağ	Sol
Var	%48 (24/50)	%54 (27/50)
Yok	%52 (26/50)	%46 (23/50)

Tablo-9: Diagonal sulkusun çevre sulkal yapılarla bağlantıları.

	Sağ	Sol	Bilateral
Assendan ramus	%26 (13/50)	%30 (15/50)	%10 (5/50)
Inferior presantral sulkus	%0 (0/50)	%8 (4/50)	%0 (0/50)
Inferior frontal sulkus	%12 (6/50)	%6 (3/50)	%4 (2/50)
Bağlantı yok	%10 (5/50)	%10 (5/50)	%0 (0/50)

I.H. Triangular Sulkus

Sağda %66 (33/50), solda %68 (34/50) ve bilateral olarak %42 (21/50) oranında hemisferlerde gösterildi (Şekil-13). Triangular sulkus hemisferlerin %14'ünde (7/50) bilateral mevcut değildi (Tablo-10).



Şekil-13: Anterior subsantral sulkus (aSSS), assendan ramus (AR), horizontal ramus (HR), inferior frontal sulkus (İFS), inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS), subsantral girus (SSG), triangular sulkus (TS).

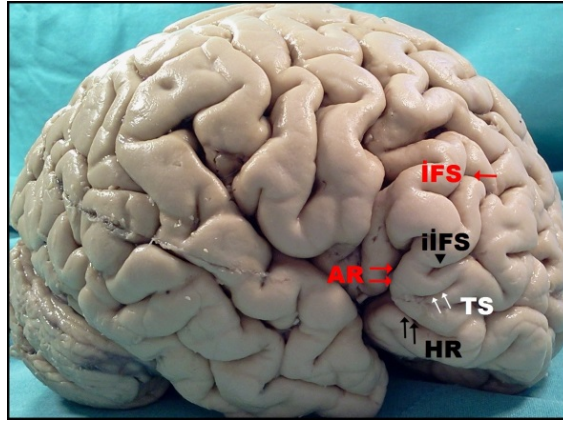
A. Triangular sulkus mevcut (**beyaz ok başı**). **B.** Triangular sulkus yok.

Tablo-10: Sağ ve sol hemisferlerde triangular sulkus oranları.

Triangular sulkus	Sağ	Sol	Bilateral
Var	%66 (33/50)	%68 (34/50)	%42 (21/50)
Yok	%34 (17/50)	%32 (16/50)	%14 (7/50)

I.İ. Inferior Frontal Sulkusun İnfierior Uzantısı

39 sağ (%78), 34 sol (%68) hemisferde, inferior frontal sulkusun pars triangularis içerisine küçük bir dalının uzantısı mevcuttu (Şekil-14). İnfierior frontal sulkusun bu inferior uzantısı, beyinlerin %46'sında (23/50) bilateral gösterildi (Tablo-11).



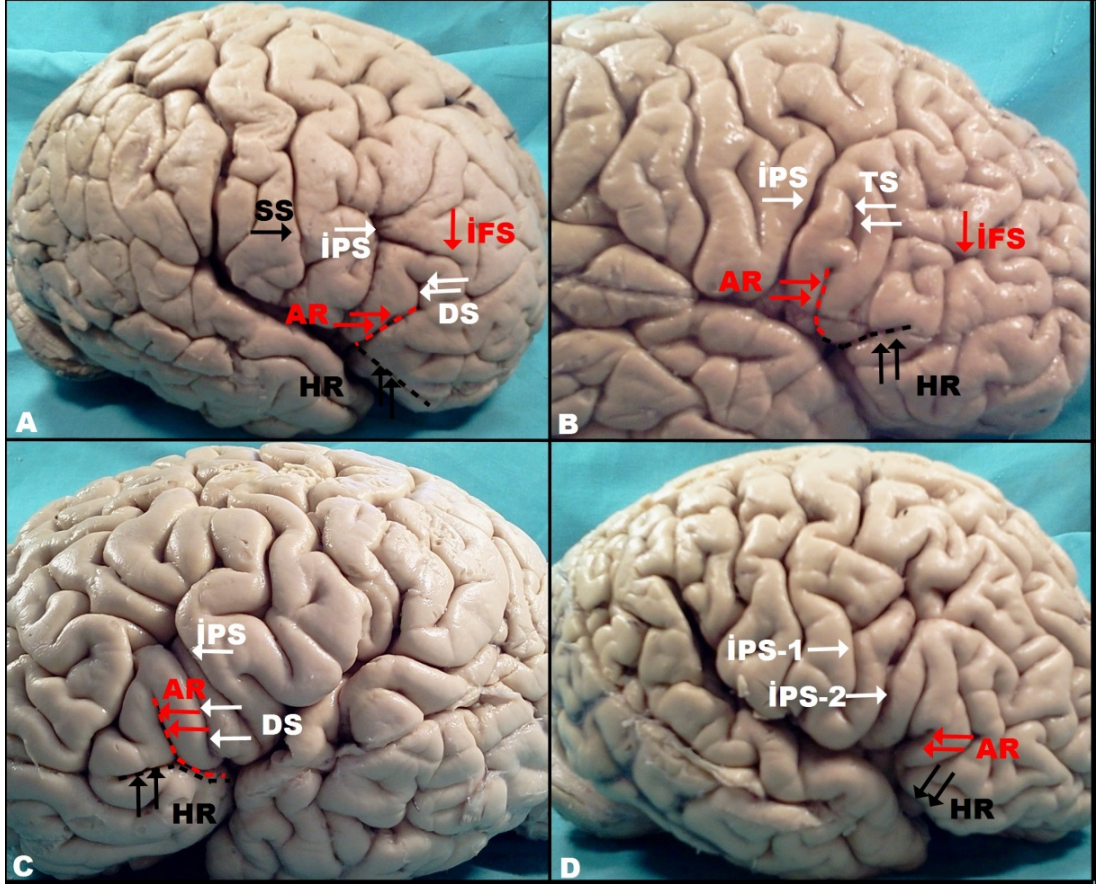
Şekil-14: Assendan ramus (AR), horizontal ramus (HR), inferior frontal sulkus (İFS), inferior frontal sulkusun inferior uzantısı (iiFS), triangular sulkus (TS). İnfierior frontal sulkusun inferior uzantısı (**siyah ok başı**), triangular sulkus (**beyaz oklar**) komşuluğunda görülüyor.

Tablo-11: İnfirior frontal sulkusun inferior uzantısının sağ ve sol hemisferlerde görülme oranı.

İnfirior frontal sulkus inferior uzantısı	Sağ	Sol	Bilateral
Var	%78 (39/50)	%68 (34/50)	%46 (23/50)
Yok	%11 (22/50)	%32 (16/50)	%6 (3/50)

I.J. Pars Triangularis Şekli

Pars triangularis; 3 adet sağ, 2 adet sol hemisferde horizontal ramus; 1 adet sol hemisferde ise assendan ramus saptanamadığından belirlenemedi. Bu beyinlerin 1 tanesinde bilateral horizontal ramus yoktu. Bu nedenle pars triangularis şekli 47 beyinde; bilateral aynı olma özelliği ise 45 beyinde incelendi. Sağ hemisferlerin %42,5'inde (20/47) pars triangularis 'V' şekilli, %40,5'inde (19/47) 'U' ve %17'sinde (8/47) 'Y' şekilli iken; solda %36,1'inde (17/47) 'V', %25,5'inde (12/47) 'U', %38,3'ünde (18/47) 'Y' şekilli olarak saptandı. Bilateral 'V' şekil %22,2 (10/45), 'U' şekil %15,5 (7/45), 'Y' şekil %6,6 (3/45) oranında saptandı (Şekil-15, Tablo-12).



Şekil-15: Assendan ramus (AR), horizontal ramus (HR), diagonal sulkus (DS), inferior frontal sulkus (İFS), inferior presantral sulkus (İPS), santral sulkus (SS), triangular sulkus (TS). **A.** Assendan ramus (**kırmızı kesik çizgiler**) ve horizontal ramus (**siyah kesik çizgiler**) aynı noktadan iki farklı sulkus olarak çıkıyor. Pars triangularis 'V' şekilli. **B.** Assendan ramus (**kırmızı kesik çizgiler**) ve horizontal ramus (**siyah kesik çizgiler**) farklı sulkuslar olarak farklı noktalardan çıkıyor. Pars triangularis 'U' şekilli. **C.** Assendan ramus (**kırmızı kesik çizgiler**) ve horizontal ramus (**siyah kesik çizgiler**) ortak gövde ile çıkıp daha sonra ayrılıyor. Pars triangularis 'Y' şekilli. **D.** Dual paralel inferior presantral sulkus nedeni ile pars triangularis posterior sınırı ve şekli belirlenemiyor.

Tablo-12: Pars triangularis şekillerinin sağ ve sol hemisferlerdeki oranı.

Pars triangularis şekli	Sağ	Sol	Bilateral
V	%42,5 (20/50)	%36,1 (17/50)	%22,2 (10/50)
U	%40,5 (19/50)	%25,5 (12/50)	%15,5 (7/50)
Y	%17,0 (8/50)	%38,3 (18/50)	%6,6 (3/50)

II. Yüzey Alan Hesaplamaları

3 adet sağ, 2 adet sol hemisfer dual paralel inferior presantral sulkus varlığı; 1 adet sol hemisfer assendan ramus ve 3 adet sağ, 2 adet sol hemisferde horizontal ramus yokluğu nedeni ile ölçüm dışı bırakıldı. Sağ hemisferlerde frontal operkulum yüzey alanı ortalama 610,66 (342,6-1447,63) mm², sol hemisferlerde ise 589,33 (235,31-1463,17) mm² olarak saptandı. Sağ ve sol hemisferler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.326). Kadınlarda sağda ortalama 582,68 (400,42-1447,63) mm², solda 654,37 (349,73-1463) mm²; erkeklerde sağda ortalama 614,72 (342,60-1315,50) mm², solda ortalama 592,10 (235,31-1008,18) mm² olarak ölçüldü. Cinsiyet grupları arasında yüzey alanları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.981). Sağ hemisferlerin 17'sinde pars triangularis 'U', 19'unda 'V', 8'inde 'Y'; solda 12'si 'U', 16'sı 'V', 17'si 'Y' şekilliydi. Pars triangularis şekline göre bakıldığında; 'U' şekilli olanlarda frontal operkulum alanı sağda ortalama 562,21 (342,60-1086,13) mm², solda 654,37 (235,00-850,00) mm²; 'V' şekilli olanlar sağda 663,43 (408,00-1448,00) mm², solda 659,47 (349,73-1463,17) mm²; 'Y' şekilli olanlar sağda 599,73 (343,00-892,00) mm², solda 529,10 (394,00-789,00) mm² olarak saptandı. 'U', 'V' ve 'Y' şekilli pars triangularise sahip frontal operkulumlar arasında yüzey alanlarına göre istatistiksel fark saptanmadı (p=0.225). Diagonal sulkusa sahip 20 adet sağ hemisferde bu alan ortalama 719,01 (342,60-1315,50) mm², 24 adet sol hemisferde 665,68 (439,32-1463,17) mm²; diagonal sulkus görülmeyen 23 adet sağ hemisferde 562,21 (342,75-1447,63) mm², 20 adet sol hemisferde ise 499,34 (235,31-801,51) mm² olarak saptandı. Sağda anlamlı fark saptanmazken; sol hemisferlerde pars operkularis içerisinde yer alan diagonal sulkus varlığının frontal operkulum (Broca alanı) yüzey alanını anlamlı ölçüde arttırdığı saptandı (p=0,007) (Tablo-13).

Tablo-13: Frontal operkulumun cinsiyet, pars triangularis şekli ve diagonal sulkus varlığına göre sağ ve sol hemisferlerdeki yüzey alanı (mm²). Veriler medyan (minimum-maksimum) değerleriyle ifade edilmiştir.

		Sağ (mm ²)	Sol (mm ²)	P değeri
Cinsiyet	Kadın	582,68 (400,42-1447,63)	654,37 (349,73-1463)	(p=0.981)
	Erkek	614,72 (342,60-1315,50)	592,10 (235,31-1008,18)	
Pars triangularis şekli	U	562,21 (342,60-1086,13)	654,37 (235,00-850,00)	(p=0.225)
	V	663,43 (408,00-1448,00)	659,47 (349,73-1463,17)	
	Y	599,73 (343,00-892,00)	529,10 (394,00-789,00)	
Diagonal sulkus	Var	719,01 (342,60-1315,50)	665,68 (439,32-1463,17)	(p=0,007)
	Yok	562,21 (342,75-1447,63)	499,34 (235,31-801,51)	

TARTIŞMA VE SONUÇ

Broca alanının anatomik asimetrisinin incelendiği postmortem çalışmalarının ilki Kononova'ya (2) aittir. Bu çalışmada, 5'i sağ elli toplamda 7 beyin üzerinde pars triangularis ve pars operkularis asimetrisi incelenmiştir. Wada ve ark.nın (19) çalışmasında; %10 formaldehitte fikse edilmiş 100 erişkin, 85 infant beyni incelenerek kortikal yüzey fotoğraflanmış ve girusların sadece yüzey alanı ölçülerek pars operkularis ve pars triangularisin sağ-sol asimetrisi çalışılmıştır. Benzer şekilde Nikkuni ve ark. (2, 12), Falzi ve ark. (2, 3, 9, 18), Albanese ve ark. (2, 9, 29), Harasty ve ark.'a (30) ait postmortem anatomik çalışmalar mevcuttur. Ancak bu çalışmaların hepsinde amaç; Broca alanının sağ ve sol hemisferler arası asimetrisini belirlemek ve genellikle de sol taraf lehine asimetriyi kanıtlamaktır. Sonraki yıllarda, yine aynı amaca yönelik, daha çok manyetik rezonans görüntüleme destekli çalışmalar yayımlanmıştır: Foundas ve ark. (6, 12, 31, 32), Tomaiuolo ve ark. (10), Good ve ark. (20), Watkins ve ark. (33), Luders ve ark. (22), Keller, Highley ve ark. (2)... Bu çalışmaların her birinde pars triangularis ve pars operkularis sınırlarını belirleyen sulkal yapılarda büyük morfolojik varyasyonlar saptanmış; hacim asimetrisinin, anatomik-morfolojik çeşitlilikten kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Pars operkularis ve triangularis yapısına katılan sulkal kontürlerin kişiler arası şekil, uzunluk ve sayı çeşitliliği; farklı beyinlerde bu bölgelerin yüzey alanı, hacim ve büyüklüklerinin farklı olmasına neden olmaktadır. Ayrıca, değişik çalışmalarda örnek sayıları, pars operkularis ve triangularis için kabul edilen sınırlar ve ölçüm yöntemlerindeki farklılıklar da sonuçların çok çeşitli olmasına sebep olmuştur. Çalışmaların pek çoğunda, saptanan anatomik varyasyonlar, hacim ve alan asimetrisi ile ilişkilendirilmemiştir. Sulkal varyasyonların gösterildiği en önemli postmortem topografik anatomik çalışma Ono ve ark.'a (26) aittir.

Kortikal kıvrımlanma, spesifik sulkus ve girusların oluşum mekanizması, bireyler arasındaki yaygın varyasyonların sebebi halen tartışmalıdır (30, 34). Bu konuda öne sürülmüş 3 ana hipotez mevcuttur:

1. Komşu sınırlayıcı yapıların dış basısına yanıt olarak korteksin pililenmesi,
2. Farklı sitoarkitektonik alanlar arasındaki sınırlar boyunca korteksin katlanması (34)
3. Korteksin, I'den VI'ya kadar her bir kortikal tabakanın değişik büyüme hızları ile tetiklenen iç intrakortikal streslere yanıt olarak katlanması (35).

I. Bölgesel Sulkal ve Giral Yapılar

I.A. Sylvian Fissürün Posterior terminasyonu

Sylvian fissür, lateral yüzdeki en belirgin işarettir. Posterior terminasyonu Keller ve ark.'nın (2) çalışmasında sağda %34 'horizontal', %66 'yukarı oblik', solda %70 'horizontal', %30 'yukarı oblik' olarak saptanmıştır. Çalışmamızda; sağda %38 'horizontal', %62 'yukarı oblik', solda %70 'horizontal', %30 'yukarı oblik' olarak saptandı. Bu sonuçlar, daha önceki çalışma ile uyumludur.

I.B Santral Sulkus

Santral sulkus, frontal lobun posterior sınırını oluşturacak şekilde presantral ve postsantral giruslar arasında yer alır. Topografik anatomik açıdan; presantral sulkusun belirlenmesinde önemlidir. Rhoton (24) tarafından; santral sulkusun assendan ramusun yaklaşık 2-2.5 cm gerisinde sylvian fissür ile kesişmeden sonlandığı belirtilmesine rağmen; Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında, sağda ve solda %16 oranında sylvian fissüre ulaştığı saptanmış; benzer şekilde Türe ve ark.'nın (36) çalışmasında santral sulkusun %18 oranında sylvian fissüre uzandığı belirtilmiştir. Çalışmamızda ise; santral sulkus hem sağda hem solda %8 (4/50) ve bilateral %2 (1/50) oranında sylvian fissüre ulaşıyordu. Santral sulkus yönü Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında sağ da %40 anterior, %60 posterior; solda %60 anterior, %40 posterior olarak saptanmış olup; çalışmamızda saptanan inferior sonun sağda %54, solda %58 anterior; sağda %46, solda %42 posterior yönelmesi ile literatür ile uyumlu bulunmadı. Aynı çalışmada; santral sulkus inferior ucun şekli sağda %52 'düz', %28 'Y' ve %20 oranında 'T' şekilli; solda ise %80

'düz', %20 'T' şekilli olarak saptanmıştır. Çalışmamızda, inferior ucun şekli; sağda %88, solda %80 oranında 'düz'; sağda %12, solda %20 oranında 'Y' olarak saptanırken; 'T' şekilli inferior uç görülmedi. 'T' ve 'Y' şekilli inferior son Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında şematize edilmediğinden; sonuçlarımız arasındaki farkın bu şekilleri tanımlamadaki farklılıklardan kaynaklanabileceğinin düşünmekteyiz.

Çalışmamızda; subsantral girus, sağda ve solda %92, bilateral %82 oranında saptandı. Santral sulkusun sylvian fissüre ulaşmadığı her hemisferde subsantral girus mevcuttu. Hemisferlerin %52'sinde sağda, %48'inde solda, %22'sinde bilateral anterior subsantral sulkus saptandı; ancak literatürde daha önceki çalışmalarda subsantral girus oranlarına rastlanmadık.

I.C Presantral Sulkus

Presantral sulkus; 2, 3 ya da 4 segment olabilir. Tıpkı inferior frontal sulkus gibi şekil ve bağlantıları bireyler arasında çok çeşitli morfolojik varyasyonlar gösterir (25, 26). Çalışmamızda saptanan segment oranları literatür ile benzerlik göstermektedir. Presantral sulkus, hem sağda hem de solda en yüksek oranda 2, en düşük oranda 4 segment olarak görülmektedir. Inferior presantral sulkus, pars triangularis arka sınırını oluşturduğundan; nadir (3, 10, 26) görülen dual paralel varyasyonu olması durumunda bu sınır belirlenemez. Çalışmamızda %6 sağ, %4 sol, %2 bilateral dual paralel inferior presantral sulkus saptandı. Sonuçlarımız, literatürde (3, 26) %4 olarak bildirilen bu oran ile uyumludur. Literatürde, bilateral dual inferior presantral sulkus oranına rastlanmadı.

Cunningham ve Eberstaller'e ait ilk anatomik çalışmalarda, ventral inferior presantral sulkusun hiçbir zaman sylvian fissüre ulaşmadığı; Giacomini'nin çalışmalarında ise %68 oranında sylvian fissürün inferior presantral sulkus ile kesiştiği ve inferior presantral sulkusun diagonal sulkus ile karıştırılmış olabileceği belirtilmiştir (2, 3). Inferior presantral sulkusun; Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında sağda %28, solda %20; Clark, Plante ve ark.'nın (37) çalışmasında ise sağda %22, solda %16 oranında direkt sylvian fissür ile birleştiği belirtilmiştir. Cunningham ve Ono ve ark.'nın (26) çalışmalarına ait sonuçlardaki farklılıklar; her ikisi de 50 beyinde yapıldığından, örnek sayısındaki farklılığa atfedilemez (2, 3). Pars operkularis

her zaman presantral girus ile birleşir ancak bu bağlantı beyinlerin bir kısmında lateral yüzden görülemeyecek kadar medialde olduğundan; inferior presantral sulkus ile sylvian fissür arasında her zaman lateral yüzeyden görülebilen bir korteks köprüsü olmaz (2).

Çalışmamızda; inferior presantral sulkusun sağda %21,3, solda %25, bilateral %17 oranında sylvian fissüre ulaştığı saptandı. Sonuçlarımız, Keller ve ark.'nın (2) çalışması ile uyumludur.

Inferior presantral sulkus paternine bakıldığında; Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında 'arkuat' form sağda %44, solda %32; 'ramifiye' form sağda %28, solda %36; 'bayonet' form sağda %28, solda %20, 'Y' form sağda %0, solda %12 olarak saptanmıştır. Çalışmamızda, Ono ve ark.'ninkine (26) benzer şekilde sağda en yüksek oranda 'arkuat' (%29,8), solda ise 'ramifiye' (%31,3) form saptandı. Hem sağ (%21,3), hem de sol (%12,5) hemisferlerde yine benzer şekilde 'Y' forma en az rastlandı.

I.D İnfierior Frontal Sulkus

Inferior frontal sulkus uzunluğu, devamlılığı ve bağlantıları beyinler arasında oldukça değişkendir. Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında; inferior frontal sulkus sağda %56, solda %40 oranında devamlılık gösteren tek bir segment, geri kalanlarında ise 2, 3 ya da 4 segment olarak saptanmıştır. Petrides ve Pandya'nın daha sonraki yıllara ait çalışmalarında; inferior frontal sulkusun anterior ve ventral komşuluğunda bulunan frontomarginal ve frontoorbital sulkusların, inferior frontal sulkusun ek bir anterior uzantısı olarak görülebileceği; Ono ve ark. (26) tarafından yanlış sınıflandırma yapıldığı gösterilmiş olup; frontal lob kesitlerinde bu sulkusların kolaylıkla inferior frontal sulkustan ayırt edilebileceği belirtilmiştir (2, 3). Manyetik rezonans görüntüleme destekli, ortogonal kesitlerin alındığı Keller ve ark.'nın (2) çalışmaları da bu iddiayı desteklemiştir. Yine aynı çalışmada; inferior frontal sulkus sağda %54, solda %50 oranında devamlılık gösteren tek bir segment olarak saptanmıştır. Çalışmamızda inferior frontal sulkus sağda %54, solda %48 oranında devamlılık gösteren tek bir segment; sağda %46, solda %52 oranında iki ayrı, devamlılık arz etmeyen segment olarak saptandı. Sonuçlarımız; Keller ve ark.'nın (2) çalışmasına ait sonuçlar ile uyumlu iken Ono ve ark.'nın (26) çalışmasından farklılık göstermektedir. Bu;

iki çalışma arasında inferior frontal sulkus segment sayısı belirlemedeki farklılıklar nedeniyle olabilir.

Çalışmamızda, frontoorbital ve frontomarginal sulkuslar belirlenip; inferior frontal sulkus ile bağlantıları ayrı ayrı incelenmiştir. Örneklerimizde inferior frontal sulkusun posterior ucu ile inferior presantral sulkus arasında sağda %66, solda %58 oranında '*gerçek bağlantı*' saptanırken; beyinlerin sağda %34, solda %42'sinde bağlantı gösterilemedi. Çalışmamızda, hemisfer yüzeyinde bağlantı olup; gizli korteks tabakası tarafından bu bağlantının kesildiği '*yalancı*' bağlantı saptanmadı. Vakaların sağda %40, solda %30'unda '*gerçek-uzun*'; sağda %26, solda %28'inde '*gerçek-kısa*' bağlantı saptandı. Keller ve ark.'nın (2) çalışmasında, sağda %32, solda %38 oranında '*gerçek-uzun*'; sağda %30, solda %28 oranında '*gerçek-kısa*'; sağda %18, solda %20 oranında '*yalancı*' (yüzeysel) bağlantı saptanırken; sağda %20, solda %14 oranında bağlantı saptanmamıştır. Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında, '*gerçek-kısa*' bağlantı sağda %28, solda %8; '*gerçek-uzun*' bağlantı sağda %40, solda %68; '*yalancı*' bağlantı sağda %20, solda %12 olarak saptanmış; beyinlerin %12'sinde sağda ve solda inferior frontal ve presantral sulkuslar arasında bağlantı gösterilememiştir. Her 3 çalışmada da; hem sağ hemde sol hemisferlerde örneklerin yarısından çoğunda inferior frontal girus devamlılık arzeden tek bir segment; posterior ucunun inferior presantral sulkus ile olan bağlantısı en yüksek oranda '*gerçek-uzun*' bağlantı olarak saptanmıştır. Çalışmamızda, '*yüzeysel*' bağlantı saptanamamıştır. Lateral yüzeysel bakışta, sulkus altına gizlenmiş kortikal bir köprüyü belirlemek güç olduğundan bir başka topografik anatomik çalışma olan Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında saptanan sağda %20, solda %12 oranındaki '*yüzeysel*' (yalancı) bağlantısının yanlış tanımlanmış olduğunu; şematize edilmiş olan bu bağlantının inferior presantral sulkus dalı olabileceğini; çünkü bu şekildeki bir bağlantıyı gösterebilmek için intrasulkal yapıyı gösteren koronal ya da manyetik rezonans destekli ortogonal kesitler alınması gerektiğini düşünmekteyiz.

Inferior frontal sulkusun anterior şekli Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında sağda %20, solda %16 '*düz*'; sağda %80, solda %84 oranında '*Y*' ya da '*T*' şekilli olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda anterior uç; '*düz*', '*Y*', '*T*' olarak ayrı ayrı incelendi ve sağda %40 '*düz*', %40 '*Y*', %20 '*T*'; solda %38

'düz', %44 'Y', %18 'T' şeklinde saptandı. Aynı çalışmada, bir bölümde inferior frontal sulkusun diagonal sulkus ile olan bağlantısı sağda %12, solda %24 (sayfa 57); bir başka bölümde sağda 4%, solda %24 (sayfa 143); assendan ramus ile olan bağlantısı sağda ve solda %16; horizontal ramus ile olan bağlantısı sağda %0, solda %4 olarak saptanmış ancak bu son bağlantı resmedilmemiştir.

Çalışmamızda daha önce literatürde tanımlandığı şekliyle; pars triangularis içerisinde, assendan ramus ve inferior presantral sulkus arasında yer alan sulkus '*diagonal sulkus*' olarak kabul edildi (10). Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında, bazı hemisferlerde inferior presantral sulkus alt ucunun diagonal sulkus olarak kabul edilmesi ve belki de iki çalışma arasında örnek sayısındaki farklılık nedeniyle bu bağlantının daha yüksek oranda saptandığını düşünmekteyiz. Sağda %2, solda %4 olarak saptanan horizontal ramus bağlantısı ile Ono ve ark.'nın (26) çalışması arasındaki uyumluluk ise, bu bağlantının nispeten posteriora olması ve yanlışlıkla inferior frontal sulkus anterior dalı izlenimi verebilecek olan frontoorbital ve frontomarginal sulkuslardan etkilenmeyecek olmasına bağlıyoruz. Keller ve ark.'nın (2) çalışmasında inferior frontal sulkusun assendan ramus ve horizontal ramus ile olan bağlantıları çalışılmamış; diagonal sulkus bağlantısı ise '*diagonal sulkus paternleri*' başlığı altında incelenmiş ve sağda %2, solda %8 olarak saptanmıştır. Çalışmamızda, diagonal sulkus bağlantısı sağda %12, solda %8 olarak saptanmıştır.

I.E. Anterior Assendan Ramus

Çalışmamızda, sylvian fissürün anterior assendan ramusu tüm sağ hemisferlerde ve sol hemisferlerin %98'inde saptandı. Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında assendan ramusun var olma oranına rastlamadık. Sonuçlarımız Keller ve ark.'nın (2) çalışması ile uyumludur. Çalışmamızda, %98 oranında gösterilen anterior assendan ramusun bilaterallik oranına literatürde rastlamadık.

I.F. Horizontal Ramus

Sylvian fissürün horizontal ramusu çalışmamızda; sağda %94, solda %96 oranında gösterildi. Beyinlerin %6'sında sağda, %4'ünde solda ve %2'sinde bilateral horizontal ramus saptanmadı. Bu oran Keller ve ark.'nın (2) çalışmasında %2, Ayberk ve ark.'nın (28) çalışmasında sağda %13,4,

solda %0,7; Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında sağda %8, solda %16 olarak saptanmıştır. Sonuçlarımız, Keller ve ark.'nın (2) çalışması ile uyumludur. Bunun, örnek sayısındaki ve anatomik tanımlamalarda benzerlik nedeniyle olduğunu düşünmekteyiz. Sylvian fissürün horizontal ramusu çalışmamızda; sağda %46 lateral yüzde, %24 orbita hizasında, %24 orbital yüzde; solda %50 lateral yüzde, %34 orbita hizasında, %12 orbital yüzde olduğu görüldü. Sonuçlarımız, Ono ve ark.'nın (26) çalışmasıyla uyumludur. Diğer çalışmaların hiçbirinde bilaterallik özelliğine bakılmamıştır.

I.G. Diagonal Sulkus

Diagonal sulkus, Keller ve ark.'nın (2) çalışmasında sağda %20, solda %52 oranında; Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında ise sağda %64, solda %72 oranında saptanmıştır. Çalışmamızda, sağda %48, solda %54 oranında varlığı gösterilen diagonal sulkus oranlarının çalışmalar arasındaki farkının yöntem ve örnek sayısındaki farklılıklar olduğunu düşünmekteyiz. Sonuçlarımız, topografik anatomik bir çalışma olan Ono ve ark.'nın (26) çalışması ile daha uyumludur. Diagonal sulkusun çevre sulkal yapılar ile olan ilişkisine bakıldığında; assendan ramus ile olan bağlantısı Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında sağda %0, solda %28; inferior presantral sulkus bağlantısı sağda %0, solda %4; inferior frontal sulkus bağlantısı sağda %4, solda %24 oranında saptanmıştır. Keller ve ark.'nın (2) çalışmasında diagonal sulkus ile assendan ramus bağlantısı sağda %4, solda %8; inferior presantral sulkus bağlantısı sağda %4, solda %14; inferior frontal sulkus bağlantısı sağda %2, solda %8 oranında saptanmıştır. Keller ve ark.'nın (2) çalışmasında sağda %10, solda %22 oranında diagonal sulkus ile çevre sulkal yapılar arasında bağlantı saptanmamıştır. Çalışmamızda; diagonal sulkus sağda %26, solda %30 oranında assendan ramus ile; sağda %12, solda %6 oranında inferior frontal sulkus ile bağlantılı olarak saptandı. Solda %8 oranında inferior presantral sulkus ile bağlantı saptanırken; sağ hemisferlerde bu bağlantı görülmedi. Hemisferlerin sağda ve solda %10'unda çevre sulkal yapılarla bağlantı saptanmadı. Çalışmamızda hem sağda hemde solda diagonal sulkus en çok assendan ramus ile bağlantılı bulundu. Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında sağda en çok inferior presantral sulkus, solda assendan ramus bağlantısı; Keller ve ark.'nın (2) çalışmasında ise sağda assendan ramus ve inferior presantral sulkus bağlantıları eşit oranda, solda inferior presantral

sulkus bağlantısı en yüksek oranda saptanmıştır. Çalışmalar arasındaki bu belirgin farklılığın metod, örnek sayısı ve diagonal sulkus belirleme kriterlerindeki farklılıktan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda ayrıca diğer tüm parametrelerde olduğu gibi bilaterallik özelliğine de bakılmış olup; beyinlerin %10'unda ve en yüksek oranda yine assendan ramus bağlantısı saptanmıştır.

I.H. Triangular Sulkus

Çalışmamızda, triangular sulkus hem sağ hem sol hemisferlerde ayrı ayrı; hem de aynı beyinde bilateral olması açısından incelendi. Literatürde 'sıklıkla' olarak bahsedilen bu sulkusun var olma oranına rastlamadık.

I.İ. Inferior Frontal Sulkus Inferior Uzantısı

Pars triangularis, nispeten sıklıkla superiorda inferior frontal sulkusun assendan bir dalı ile bölünür (27). Çalışmamızda '*inferior frontal sulkusun inferior uzantısı*' olarak adlandırılan bu sulkusu sağda %78, solda %68 ve bilateral %46 oranında saptadık. Inferior frontal sulkusun küçük bir inferior dalı olan bu sulkus, triangular sulkustan ayırt edildi ve bazı beyinlerde hem triangular sulkus hemde inferior frontal sulkusun inferior uzantısı birlikte gösterildi. Literatürde, daha önceki anatomik çalışmalarda bu sulkusun belirlendiğine rastlamadık.

I.J. Pars Triangularis Şekli

Anterior sylvian nokta ve sylvian fissür çevre vasküler yapılarının ilişkilendirildiği Ayberk ve ark.'nın (28) çalışmasında 15 beyin ve 30 hemisfer incelenmiş; anterior horizontal ramusun assendan ramus ile olan bağlantısına göre pars triangularis; 'V', 'Y' ya da 'U' şekilli olarak sınıflandırılmıştır. Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında ise horizontal ramus ve assendan ramus '*birbirinden ayrı*' ya da '*ortak gövde ile çıkıp sonradan ayrılan*' olarak iki gruba ayrılmıştır. Ayberk ve ark.'nın (28) çalışmasında assendan ve horizontal ramuslar sylvian fissürün aynı noktasından farklı sulkuslar olarak çıktığında 'V', sylvian fissürün farklı noktalarından çıktığında 'U', ortak gövde ile çıkıp sonradan ayrıldığında ise 'Y' şekilli olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmadaki 'U' ve 'V' şekilli pars triangularis, Ono ve ark.'nın (26) çalışmasındaki '*birbirinden ayrı ramuslar*' grubuna; 'Y' şekilli pars triangularis ise '*ortak gövdeye sahip sonradan ayrılan ramuslar*' grubuna karşılık gelmektedir. Çalışmamızda sağ hemisferlerde %42,5 'V', %40,5 'U',

%17 'Y'; sol hemisferlerde ise %36,1 'V', %25,5 'U', %38,3 'Y' şekilli pars triangularis saptandı. Ayberk ve ark.'nın (28) çalışmasında; sağda %40.6 'V', %20.3 'U', %30.7 'Y'; solda 14,2% 'V', 35%,7 'U', %50 'Y' şekilli pars triangularis saptanmıştır. Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında ise sağda %64, solda %60 oranında assendan ve horizontal ramuslar birbirinden '*ayrı sulkuslar*' olarak saptanırken; sağda %28, solda %24 oranında '*ortak bir gövdeye sahip*' olarak belirlenmiştir. 'Y' şekilli pars triangularis anlamına gelen bu ortak gövdeye sahip ramus oranları Ono ve ark.'nın (26) çalışmasında; hem bizim hem de Ayberk ve ark.'nın (28) çalışmasına göre düşük oranda saptanmıştır. Hem Ayberk ve ark.'nın (28) hem de bizim çalışmamızda; sağda 'V', solda 'Y' şekilli pars triangularis en yüksek oranda saptanmıştır. Çalışmamızda, Ayberk ve ark.'nın (28) çalışmasına göre hem sağ hem de sol hemisferlerde 'U' şekil daha yüksek; 'Y' şekil daha düşük oranda saptanmıştır. Bunun sebebinin çalışmalar arasındaki örnek sayısı farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

II. Yüzey Alan Hesaplamaları

Inferior frontal girusun posterior alanlarının sol taraf lehine asimetrisi güçlü bir bulgu değildir. Literatüre baktığımızda; pars operkularis ve pars triangularise en yakın, ancak tam karşılığı olmayan, hücreyel alt bölgeler olan alan 44 ve/ya 45'in sol taraf lehine asimetrisini gösteren pek çok sitoarkitektonik çalışma mevcuttur (7, 15, 16, 17, 18). Postmortem çalışmalarda ise sol taraf lehine asimetri ancak intrasulkal anatominin de incelenmesi ile gösterilebilmiştir (15, 19). Inferior frontal girus posterior kısımlarının incelendiği ve asimetri raporlayan manyetik rezonans çalışmaları arasında çokça tutarsızlık mevcuttur (6, 7, 9, 10, 12, 20-22, 31, 32, 38, 39). Çalışmaların çoğu; frontal operkulumun fonksiyonel asimetrisi dolayısıyla sol taraf lehine asimetrisini kanıtlamayı amaçlamış ancak bunlarında pek çoğu başarısız olmuştur. Bunun sebebinin ise; uygulanan metod, belirlenen anatomik sınırlar ve örnek sayısındaki farklılıklar nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Wada ve ark.'ı (19), 1975'teki çalışmalarında pars operkularis ve pars triangularis posterior kısmının yüzey alanını ölçmüş ve bu yapıyı '*frontal operkulum*' olarak adlandırmışlardır. Formaldehitte fikse

edilmiş 100 erişkin ve 85 infant beyni fotoğraflanmış ve planimetrik ölçümler yapılarak yüzey alanı hesaplanmıştır. Bu çalışmada; frontal operkulum arka sınırı kendilerinin '*prefrontal fissür*' olarak isimlendirdiği inferior presantral sulkus ve dorsal sınırı da inferior frontal sulkus olarak kabul edilmiştir. Yazarlar açıkça yazılmasa da; frontal operkulum rostralının 'sıklıkla inferior frontal fissür (sulkus) orta bölümünden sylvian fissüre doğru uzanan derin bir sulkus' ile sınırlandırıldığını belirtmişlerdir. Sonraki çalışmalarda, bahsi geçen bu sulkusun '*triangular sulkus*' olduğu iddia edilmiştir. Ancak triangular sulkus ile Wada ve ark.'ı (19) tarafından tarif edilen bu inferior uzanımlı inferior frontal sulkus dalı ayırt edilmelidir. Çalışmamızda, Ribas (27) tarafından da tanımlanan bu sulkus triangular sulkustan ayırt edildi. Triangular sulkus, pars triangularis içerisinde yer alır ve inferior frontal sulkus ile bağlantılı değildir. Çalışmamızda; bazı beyinlerde hem triangular sulkus hemde inferior frontal sulkusun inferior uzantısının birlikte görülebileceği; birbirlerinden farklı sulkuslar oldukları gösterildi; her iki hemisfer için görülme oranları hesaplandı. Her hemisferde mevcut olmadığından hem triangular sulkus hemde inferior frontal sulkus inferior uzantısının, frontal operkulum rostral sınırı için güvenilir bir belirteç olmadığı kanaatindeyiz.

Wada ve ark. (19) bu çalışmasında; erişkin beyinde frontal operkulum için sağ taraf lehine asimetri saptamıştır. Yazarlar ayrıca; serebral korteksin yaklaşık üçte ikisi sulkuslar içerisinde gizlenmiş olduğundan intrasulkal anatomi göz önünde bulundurulmadan yapılan çalışmaların bu gizli girusları gözden kaçırabileceği belirtmişlerdir (10). Çalışmamızda; Wada ve ark.'nın (19) çalışmasına benzer şekilde sağ taraf lehine asimetri saptanmış; ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca; iki çalışma arasında anatomik sınırlar açısından farklılıklar mevcuttur.

Falzi ve ark. (2, 3, 18, 22) 1982 yılındaki çalışmalarında pars triangularis ve operkularisin hem lateral yüzden hem de tam intrasulkal yüzey alanını incelemiştir. Bu çalışmada incelenen korteks alanı; kaudalde inferior presantral sulkus, dorsalde inferior frontal sulkus, rostroventralde sylvian fissürün horizontal ramusu ile sınırlandırılmıştır. Girusun yüzey alan ölçümünde anlamlı farklılık saptanmazken; intrasulkal anatomi çalışmasıyla sol taraf lehine anlamlı ($p<0,05$) asimetri saptanmıştır. Ancak Falzi ve ark.'nın (2, 3, 22, 18) çalışması; 12 erişkin beyinde yapılmış olup örnek sayısının

böyle bir asimetri bildirmek için yetersiz olduğu kanaatindeyiz. Bununla birlikte; Witelson ve Kigar (2, 6, 7, 9, 10) tarafından 1988'de; aynı veriler, aynı istatistiki testler ile tekrar analiz edilmiş ve bu bölgenin intrasulkal anatomisi için istatistiki olarak anlamlı olmayan ($p=0,10$) bir sol taraf lehine asimetri saptanmıştır.

Albanese ve ark. (3, 22, 29) çalışmasında, tüm inferior frontal girus yüzey alanı ve hacmi ölçülmüştür. Inferior frontal girus; pars operkularis, pars orbitalis ve pars triangularis olarak 3 bölüm; pars triangularis ise ayrıca diagonal sulkus varlığına göre triangularis kaudalis ve rostralis olarak 2 alt bölümde incelenmiştir. Bu çalışmada, pars triangularis kaudalis ve pars operkularis birlikte ölçülerek sol taraf lehine anlamlı asimetri saptanmıştır. Triangularis rostralis ise sağ taraf lehine asimetric saptanmış ancak bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmamızda, ölçüme katılan bölgeler Albanese ve ark.'nın (23, 22, 29) çalışması ile incelenen bölge açısından farklılık göstermektedir. Ayrıca; diagonal sulkus hem bizim çalışmamızda, hem de daha önceki anatomik çalışmalarda gösterildiği üzere beyinlerin yaklaşık yarısında bulunmamaktadır. Bu nedenle, diagonal sulkus varlığına dayanarak pars triangularisin bölümlere ayrılması ve bir kısmının yüzey alan ölçümlerine katılması ile elde edilen bu sonuçların tümü yansıtmadığını düşünmekteyiz.

Broca alanı asimetrisini gösteren manyetik rezonans çalışmaları arasında da çokça tutarsızlık mevcuttur. Bunların içerisinde sadece iki çalışma (2, 32) pars operkularis için sol taraf lehine asimetri gösterebilmişken; yine sadece bir tanesi, sadece sağ eli bireyler için anlamlı sol taraf yüzey alanı asimetrisi gösterebilmiştir (31). Pek çok çeşitli manyetik rezonans tekniği kullanılan çalışmalarda; sol taraf lehine anlamlı hacim, yüzey alanı ve kortikal kalınlık asimetrisi gösterilememiştir (2, 9, 20, 21, 40). Yine sadece birkaç çalışmada; pars triangularisin sağ eli bireylerde sol taraf lehine hacim ya da yüzey alan asimetrisi gösterilebilmiştir (6, 12, 31, 38). Geri kalan pek çok çalışmada ise pars triangularisin hacim, yüzey alanı ya da kortikal kalınlığında anlamlı asimetri gösterilememiştir (2, 9, 20-22, 29, 32, 40, 41, 33).

Tüm bu çalışmalarda ulaşılan farklı sonuçlar; çalışmalar arasındaki farklı anatomik tanımlamalar, değişik ölçüm teknikleri ve örneklenen beyin

sayısındaki farklılıklar nedeniyle olabilir. Bununla birlikte literatürde; değişik örneklerde aynı yöntem ve anatomik sınırları kullanan farklı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edildiği de görülmektedir. Keller, Highley ve ark.'nın çalışmasında sol taraf lehine volüm asimetrisi saptanırken; aynı yöntem ve anatomik sınırları kullanan Keller ve Deppe'nin çalışmasında asimetri lehine bulgu saptanmamıştır (2). Bu durum Keller ve ark. tarafından daha sonraki dönemlerde; farklı hemisferlerde Broca alanının hücresel organizasyonundaki farklılıklar nedeniyle olduğu şeklinde yorumlanmıştır (3).

Wada ve ark. (19) 1975 yılındaki çalışmasında erkek cinsiyette, özellikle erişkinlerde daha geniş frontal operkulum saptanmış ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>1$). Bununla birlikte, Harasty ve ark.'nın (30) 10 erkek ve 11 kadın beyinde yaptıkları postmortem çalışmada, kadınların erkeklere oranla daha büyük Wernicke ve Broca alanına sahip oldukları gösterilmiştir.

Çalışmamız; bilgimize göre yaklaşık olarak son 40 yıl içerisinde yapılan, metodolojisi bildirilen ve en büyük örnek sayısına sahip 2. çalışmadır.

Çalışmamızda, sağ ve sol hemisferlerde frontal operkulum yüzey alanları hesaplanmış olup; sağ taraf lehine istatistiksel olarak anlamlı olmayan asimetri saptandı. Ayrıca; sağ ve sol hemisferler kadın ve erkek cinsiyette ayrı ayrı değerlendirildiğinde; kadın cinsiyette pars operkularis ve triangularisten oluşan frontal operkulum yüzey alanında erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı olmayan genişlik saptandı. Yapısına katılan sylvian fissür assendan ve horizontal ramusların birbirleriyle olan ilişkisine göre 'U', 'V' ya da 'Y' şekilli olarak belirlenen pars triangularisin yapısına katıldığı frontal operculum yüzey alanı, hem sağ hem de sol hemisferlerde 'V' şekilde en geniş; 'Y' şekilde en dar olarak saptandı. Tüm şekiller kendi arasında incelendiğinde; yine sağ taraf lehine istatistiksel olarak anlamlı olmayan asimetri saptandı. Hem sağ hem de sol hemisferlerde pars operkularis içerisinde yer alan diagonal sulkus varlığının daha geniş frontal operkulum yüzey alanı ile ilişkili olduğu saptandı. Literatürde böylesine bir anatomik ilişki sadece Keller ve ark.'nın (2) frontal operkulum hacim ölçümü yapılan ve magnetik rezonans destekli çalışmasında gösterilmiştir. Bu çalışmada, sol

tarafında pars operkularis hacim asimetrisi anlamlı olarak pars operkularis içerisindeki diagonal sulkus varlığı ile ilişkili bulunmuştur.

Çalışmamızda; Broca alanını (pars triangularis, pars operkularis) oluşturan sulkal yapıların topografik anatomik varyasyonlarının sağ ve sol hemisferlerde karşılaştırmalı olarak belirlenmesi amaçlandı. İncelenen her sulkal yapı ve bunların çevre sulkal yapılar ile olan bağlantıları açısından yaygın varyasyon, sağ ve sol hemisferler arasında çokça morfolojik çeşitlilik saptandı. Daha önceki çalışmalarda görülmeyen ve çalışmamızda her bir parametre için ayrı ayrı belirlenen bilateralite özelliğindeki düşük oranlar; aynı beyinde dahi iki hemisferin aynı yapı, sayı ve bağlantıda sulkal yapıya sahip olma olasılığının ne kadar düşük olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca cinsiyet farkının, pars triangularis şekli ve diagonal sulkus varlığı gibi anatomik varyasyonların frontal operkulum yüzey alanı üzerindeki etkileri gösterildi. Pek çok anatomik ve manyetik rezonans destekli çalışmanın aksine çalışmamızda; frontal operkulum için sağ taraf lehine istatistiksel olarak anlamlı olmayan asimetri saptandı.

Bu çalışmada sağ ve sol taraf arasında yüzey alanı açısından fark saptanmadı. Diagonal sulkus varlığının yüzey alanını arttırdığı tespit edildi. Ancak, hemisferler arasında diagonal sulkus varlığı açısından anlamlı fark olmadığından; bu bulgu Broca alanı için yapısal asimetriyi desteklememektedir.

Supratentorial bölge cerrahilerinin çoğunda Sylvian fissür açılması ve bunlarında büyük bir kısmında inferior frontal girus ve ilgili bölgelerin retraksiyonu gereklidir (42). Broca alanı, ekspresif konuşma için mutlak gerekli bir kortikal bölge olduğundan cerrahi sırasında korunması da zorunludur. Tüm bu çalışmalar motor konuşma alanının anatomik asimetrisini belirlemeye yönelik olup; cerrahi sırasında karşılaştığımız topografik anatomiye aydınlatmamaktadır. Bu bölge ve komşu yapıların anatomi ve anatomik varyasyonlarının bilinmesi güvenli cerrahi için zorunludur.

KAYNAKLAR

1. Dronkers, NF, Plaisant O, Iba-Zizen MT, Cabanis EA. Paul Broca's historic cases: High-resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong. *Brain* 2007;130:1432–41.
2. Keller SS, Highley JR, Garcia-Finana M, Sluming V, Rezaie R, Roberts N. Sulcal variability, stereological measurement and asymmetry of Broca's area on MR images. *J Anat* 2007;211:534–55.
3. Keller SS, Crow T, Foundas A, et al. Broca's area: Nomenclature, anatomy, typology and asymmetry. *Brain Lang* 2009;109:29–48.
4. Toga AW, Thompson PM. Mapping brain asymmetry. *Nat Rev Neurosci* 2003;4:37–48.
5. Carroll SB. Genetics and the making of Homo sapiens. *Nature* 2003;422:849–57.
6. Foundas AL, Leonard CM, Heilman KM. Morphologic cerebral asymmetries and handedness. The pars triangularis and planum temporale. *Arch Neurol* 1995;52:501–8.
7. Hayes TL, Lewis DA. Hemispheric differences in layer III pyramidal neurons of the anterior language area. *Arch Neurol* 1993;50:501–5.
8. Hammers A, Chen CH, Lemieux L, et al. Statistical neuroanatomy of the human inferior frontal gyrus and probabilistic atlas in a standard stereotaxic space. *Hum Brain Mapp* 2007;28:34–48.
9. Knaus TA, Bollich AM, Corey DM, Lemen LC, Foundas AL. Variability in perisylvian brain anatomy in healthy adults. *Brain Lang* 2006; 97:219–32.
10. Tomaiuolo F, MacDonald JD, Caramanos Z. Morphology, morphometry and probability mapping of the pars opercularis of the inferior frontal gyrus: an in vivo MRI analysis. *Eur J Neurosci* 1999;11:3033–46.
11. Alexander MP, Naeser MA, Palumbo C. Broca's area aphasias: aphasia after lesions including the frontal operculum. *Neurology* 1990; 40:353–62.
12. Foundas AL, Leonard CM, Gilmore RL, Fennell EB, Heilman KM. Pars triangularis asymmetry and language dominance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1996; 93:719–22.
13. Tramo MJ, Baynes K, Volpe BT. Impaired syntactic comprehension and production in Broca's aphasia: CT lesion localization and recovery patterns. *Neurology* 1988;38:95–8.
14. Mori E, Yamadori A, Furumoto M. Left precentral gyrus and Broca's aphasia: A clinicopathologic study. *Neurology* 1989;39:51–4.
15. Amunts K, Schleicher A, Burgel U, Mohlberg H, Uylings HB, Zilles K. Broca's region revisited: cytoarchitecture and intersubject variability. *J Comp Neurol* 1999;412:319–41.

16. Amunts K, Schleicher A, Ditterich A, Zilles K. Broca's region: cytoarchitectonic asymmetry and developmental changes. *J Comp Neurol* 2003;465:72-89.
17. Uylings HB, Malofeeva LI, Bogolepova IN, Jacobsen AM, Amunts K, Zilles K. No postnatal doubling of number of neurons in human Broca's areas (Brodmann areas 44 and 45). A stereological study. *Neuroscience*. 2005;136:715-28.
18. Uylings HB, Jacobsen AM, Zilles K, Amunts K. Left-right asymmetry in volume and number of neurons in adult Broca's area. *Cortex* 2006;42: 652-8.
19. Wada JA, Clarke R, Hamm A. Cerebral hemispheric asymmetry in humans. Cortical speech zones in 100 adults and 100 infant brains. *Arch of Neurol* 1975; 32:239-46.
20. Good CD, Johnsrude I, Ashburner J, Henson RN, Friston KJ, Frackowiak RS. Cerebral asymmetry and the effects of sex and handedness on brain structure: a voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult human brains. *Neuroimage* 2001;14:685-700.
21. Hervé PY, Crivello F, Perchey G, Mazoyer B, Tzourio-Mazoyer N. Handedness and cerebral anatomical asymmetries in young adult males. *Neuroimage* 2006;29:1066-79.
22. Luders E, Gaser C, Jancke L, Schlaug G. A voxel-based approach to gray matter asymmetries. *Neuroimage* 2004;22:656-64.
23. Duvernoy H. Atlas of morphology and functional anatomy of the brain. Berlin, Heidelberg: Springer; 2006.
24. Rhoton AL Jr. The cerebrum. *Neurosurgery* 2002:1-51.
25. Germann J, Robbins S, Halsband U, Petrides M. Precentral sulcal complex of the human brain: morphology and statistical probability maps. *J Comp Neurol* 2005;493:334-56.
26. Ono M, Kubik S, Abernathy CD. Atlas of the cerebral sulci. In: MG Yaşargil (ed). New York: Thieme; 1990.
27. Ribas GC. The cerebral sulci and gyri. *Neurosurg Focus* 2010;28:E2.
28. Ayberk G, Yağlı E, Comert A ve ark. Anatomic relationship between the anterior sylvian point and the pars triangularis. *Clin Anat* 2012;25:429-36.
29. Luders E, Narr KL, Thompson PM, Rex DE, Jancke L, Toga AW. Hemispheric asymmetries in cortical thickness. *Cereb Cortex* 2006; 16:1232-8.
30. Harasty J, Double KL, Halliday GM, Kril JJ, McRitchie DA. Language-associated cortical regions are proportionally larger in the female brain. *Arch of Neurol* 1997;54:171-6.
31. Foundas AL, Eure KF, Luevano LF, Weinberger DR. MRI asymmetries of Broca's area: The pars triangularis and pars opercularis. *Brain Lang* 1998;64:282-96.
32. Foundas AL, Bollich AM, Corey DM, Hurley M, Heilman KM. Anomalous anatomy of speech-language areas in adults with persistent developmental stuttering. *Neurology* 2001;57:207-15.

33. Watkins KE, Paus T, Lerch JP, et al. Structural asymmetries in the human brain: A voxel-based statistical analysis of 142 MRI scans. *Cereb Cortex* 2001;11:868–77.
34. Richman DP, Stewart M, Hutchinson JW, Caviness VS Jr. Mechanical model of brain convolitional development: pathologic and experimental data suggest a model based on differential growth within the cerebral cortex. *Science* 1975;189:18–21.
35. Naidich TP, Blumm JT, Firestone MI. The parasagittal line: An anatomic landmark for axial imaging. *Am J Neuroradiol* 2001;22:885-95
36. Türe U, Yaşargil DCH, Al-Mefty O, et al. Topographic anatomy of the insular region. *J Neurosurg* 1999;90:720–33.
37. Clark MM, Plante E. Morphology of the inferior frontal gyrus in developmentally language-disordered adults. *Brain Lang* 1998;61:288–303.
38. Foundas AL, Weisberg A, Browning CA, Weinberger DR. Morphology of the frontal operculum: A volumetric magnetic resonance imaging study of the pars triangularis. *J Neuroimaging* 2001;11:153–9.
39. Foundas AL, Leonard CM, Hanna-Pladdy B. Variability in the anatomy of the planum temporale and posterior ascending ramus: Do right and lefthanders differ? *Brain Lang* 2002;83:403–24.
40. Knaus TA, Corey DM, Bollich AM, Lemen LC, Foundas AL. Anatomical asymmetries of anterior perisylvian speech–language regions. *Cortex* 2007;43:499–510.
41. Eckert MA, Leonard CM, Richards TL, Aylward EH, Thomson J, Berninger VW. Anatomical correlates of dyslexia: Frontal and cerebellar findings. *Brain* 2003;126:2482–94.
42. Figueiredo EG, Deshmukh P, Zabramski JM, Preul MC, Crawford NR, Spetzler RF. The pterional-transsylvian approach: An analytical study. *Neurosurgery* 2006;59:263–9.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılıp tez haline getirilmesinde yardımcı olan, ihtisasım boyunca bana yol gösteren, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım sayın hocam Doç. Dr. Hasan Kocaeli'ye; öğrencisi olmaktan onur duyduğum, bana nöroşirurji vizyonunu kazandıran değerli hocam Prof. Dr. Ender Korfali'ya, ilk günden beri desteğini esirgemeyen, ışık tutan, mesleki gelişimimde sonsuz katkısı olan hocam Prof. Dr. Ahmet Bekar'a, bana güvendiğini her zaman hissettiren ve cerrahi yeteneğimi geliştirmemde büyük emeği olan değerli hocam Prof. Dr. Selçuk Yılmazlar'a, desteğini eksik etmeyen sayın hocam Doç. Dr. Şeref Doğan'a, her zaman yanımda olan; destek ve güvenini hissettiren, bilgi ve tecrübesini asla esirgemeyen ve hepimize hem tıbbi hem de insani yönleriyle örnek olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Özgür Taşkapılıoğlu'na; ihtisasım boyunca birçok şey paylaştığım, iyisiyle kötüsüyle her daim yanımda olan, birlikte çalışmaktan şeref duyduğum değerli asistan arkadaşlarım Dr. Alper Türkkkan, Dr. Mehmet Savran, Dr. Turgut Kuytu, Dr. Ulaş Aktaş, Dr. Tolga Kaplan, Dr. Semra Işık, Dr. Elif Başaran Gündoğdu, Dr. Ahmet Karaoğlu, Dr. Duygu Baykal, Dr. Osman Can ve can yoldaşım Dr. Tuğba Moralı Güler'e; 6 yıldır dostlukları, yakınlıkları ve yardımlarıyla hayatımı kolaylaştıran tüm poliklinik, ameliyathane, yoğun bakım ve klinik hemşire, personel ve sekreterlerine; tüm eğitim hayatım boyunca beni yalnız bırakmayan; inancını yitirmeyen; varlığıyla beni güçlendiren, başta annem Serpil Yalçın ve teyzem Sibel Yalçın olmak üzere canım aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

22 Mayıs 1982'de İstanbul'da doğdum. İlköğrenimimi Kalamış İlkokulu'nda, ortaokul ve lise öğrenimimi ise 1993-2000 yılları arasında Kartal Burak Bora Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2001 yılında başladığım Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden 2007 yılında ikincilikle mezun oldum. Aynı yıl, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım.