



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANATOMİ ANA BİLİM DALI

**EL VE GÖZ TERCİHİ BELİRLENMİŞ
BİREYLERDE HEMISPHERIUM
CEREBRİ'LERİN HACMİ VE BU
HACİMLERDEKİ GRİ VE BEYAZ CEVHER
ORANLARININ MR T1 GÖRÜNTÜLERİ
ÜZERİNDEN KARŞILAŞTIRILMASI**

Merve CELEP

DOKTORA TEZİ

Prof. Dr. M. Haluk ULUUTKU

TRABZON-2024

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak yapıldığını ve yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih
Merve CELEP
(İmza)

İthaf

Bu doktora tezimi, biricik kardeşim Hakan Celep'e ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Tıp Fakültesinde öğrenciyken girdiğim ilk Anatomi laboratuvarından bugüne, desteğini esirgemeyen hem sevgili hocam hem de ağabeyim olan sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali Faruk Özyaşar' a, asistanlık sürecimde akademisyenlik nosyonunu bana inceliklerle öğreten sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi M. Ali Çan'a, desteğini ve sevgisini en içten hissettiğim sayın hocam Prof. Dr. Gülay Yeginoğlu'na, tez sürecimde akademik ve bilimsel açıdan bakış açımı genişletmemi sağlayan sayın hocam Doç. Dr. Gökçen Kerimoğlu'na, doktora tez sürecimde eğitimin ve bilimin etik değerler içerisinde uygulamasını gösteren sayın hocam Prof. Dr. Ersan Kalay'a,

Laboratuvarda bize yapılacak iş bırakmayan sayın Şükrü Birinci'ye, tezimde kullandığım yöntemi bana öğreten sayın hocam Prof. Dr. Niyazi Acer'e, tezimi yazmamda bana moral ve destek veren sayın Dr. Öğr. Üyesi Özgür Palancı'ya, asistanlık sürecimde birlikte çalışmaktan keyif aldığım sayın Araş. Gör. Dr. Ilgaz Akın'a,

Anatominin bana kazandırdığı yegâne dostluklardan olan sevgili Araş. Gör. Dr. Kübra Erten'e, lise yıllarımdan bugüne beraber büyüdüğüm sevgili Araş. Gör. Dr. Büşra Şahinoğlu'na, desteklerini ve sevgilerini asla esirgemeyen sevgili Araş. Gör. Dr. Ekin Ekici, Uzm. Dr. Aybegüm Balcı, Esmâ Filis ve Gülcan Birinci'ye,

Uzaktan olsak bile yakınlığımı hissettiğim can dostlarım Araş. Gör. Dr. Gözde Koyuncu, Uzm. Dr. Elif Gülsüm Torun, Uzm. Dr. Dilşat Çamaş ve Uzm. Dr. Tümay Filiz'e,

Beni tüm zorluklara rağmen, her zaman elinden gelenin en iyisini yaparak bugünlere getiren canım annem Nurcan Bakı'ya,

Yalnızca tıp eğitiminde hocam, doktora sürecinde danışmanım olmayan, aynı zamanda desteğini ve sevgisini bir baba gibi hissettiren, bu tezi bitirmemde en büyük emeğe sahip sayın ve sevgili hocam Prof. Dr. M. Haluk Uluutku'ya,

Sonsuz teşekkür ve minnetimi sunarım.

Merve CELEP

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY	ii
BEYAN	iii
İthaf	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Beynin Embriyolojik Gelişimi	4
2.2. Merkezi Sinir Sistemi ve Bölümleri	8
2.2.1. Encephalon	8
2.2.1.1. Prosencephalon	9
2.2.1.2. Rhombencephalon	16
2.2.1.3. Mesencephalon	19
2.3. Hemisferik Lateralizasyon	21
2.4. El Tercihi	23
2.5. Göz Tercihi	24
2.6. Beyin MR Görüntüleri ve VolBrain Hacim Analizi	25
3. GEREÇ ve YÖNTEM	27
3.1. Veri İstatiksel Analizi	27
3.2. Edinburgh El Tercihi Anketi	27
3.3. Delik Kağıt Testi	27
3.4. Volbrain Metodu İşlem Basamakları	28
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	37
6. KAYNAKLAR	42

EKLER	48
EK 1. Etik Kurul Onayı	49
EK 2. Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	50
EK 3. El Tercihi Anketi	53
ÖZGEÇMİŞ	54



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1. Değişkenlere göre betimsel istatistik tablosu	31
Tablo 2. El tercihi ile göz tercihi arasında Ki-Kare analiz tablosu	32
Tablo 3. Sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasında bağımlı gruplar t testi tablosu (tüm denekler)	32
Tablo 4. El tercihine göre sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasında karşılaştırma tablosu	33
Tablo 5. Cinsiyete göre her bir göz tercihinde sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasında karşılaştırma tablosu	34
Tablo 6. Cinsiyete göre her bir el tercihinde sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasında karşılaştırma tablosu	35

RESİMLER DİZİNİ

Resim No	Sayfa
Resim 1. A) 20 günlük embriyonun kesitsel görüntüsü B-C) 22 günlük embriyonun kesitsel görüntüsü	5
Resim 2. Beyin vezikülleri	6
Resim 3. Hemispherium cerebri sinister'deki 28. haftada görülen major sulcus'lar A) facies lateralis B) facies medialis	7
Resim 4. Truncus encephali, cerebellum ve diencephalon yapıları	11
Resim 5. Lobi cerebri, superior ve soldan görünüm	13
Resim 6. Gyri cerebri	14
Resim 7. Cerebellum, posterosuperior görünüm	19
Resim 8. Truncus encephali	21
Resim 9. DICOM görüntülerinin niftii formatına çevrilmesi	28
Resim 10. Görüntülerin VolBrain sistemine yüklenmesi	29
Resim 11. VolBrain MRG sonuç raporu doku segmentasyon görüntüsü	29
Resim 12. VolBrain MRG sonuç raporu hemisferler ve serebellum yapıları	29
Resim 13. VolBrain MRG sonuç raporu tüm yapıların segmentasyon görüntüsü	30

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

ABD	Ana Bilim Dalı
Ark.	Arkadaşları
BOS	Beyin-Omurilik Sıvısı
cm	Santimetre
CN	Kranial Sinir
fMRG	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
FOV	Field of View
Gl.	Glandula
GM	Gri Cevher
KTÜ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
mm	Milimetre
MPRAGE	Magnetization-Prepared Rapid Acquisition with Gradient Echo
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
N.	Nervus
n	Veri sayısı
Nuc.	Nucleus
PACS	Picture Archiving and Communication System
PSS	Periferik Sinir Sistemi
T	Tesla
TE	Echo Time
TR	Repetition Time
Tr.	Tractus
vb.	Ve Benzeri
VBM	Voksel Bazlı Morfometri
WM	Beyaz Cevher

Simgeler

%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür

ÖZET

El ve Göz Tercihi Belirlenmiş Bireylerde Hemispherium Cerebri'lerin Hacmi ve Bu Hacimlerdeki Gri ve Beyaz Cevher Oranlarının MR T1 Görüntüleri Üzerinden Karşılaştırılması

İnsan beyninde birçok yapısal ve fonksiyonel asimetri bulunmaktadır. Bilişsel ve davranışsal yeteneklerin serebral asimetri ile ilişkisi yıllardır üzerinde çalışılan bir konudur. Davranışsal lateralizasyona el-göz tercih varlığı örnek olarak gösterilebilir. El ve göz tercihi, tercih edilen taraf kaslarının işgal ettiği motor kortikal bölgenin boyutunu etkileyebilir. Bu tez çalışması ile baskın el ve gözün, serebral gri ve beyaz cevher hacimleri ile ilişkisi araştırıldı. Ayrı ayrı el ve göz tercihini serebral hacimlerle kıyaslayan çalışmalar bulunmasına rağmen, davranışsal lateralizasyon örneklerini, voksel tabanlı morfometri tekniği kullanılarak araştıran çalışmalar oldukça az sayıdadır. Kendi tetkik-tedavi süreçlerince volümetrik beyin manyetik rezonans görüntüleme (MRG) çekimi yapılacak 18- 65 yaş aralığındaki bireyler, gönüllülük esasına bağlı olarak çalışmaya dahil edildi. MRG çekimleri öncesi kendilerine Edinburgh el tercihi anketi uygulanarak baskın el; delik kağıt testi ile baskın göz tercihi tespit edildi. Tümör, travma, kist, ödem vb gibi total intrakraniyal hacimde değişiklik yapabilecek bir tanı almış olanlarla monoküler görme tercihini etkileyecek ambliyopi ve strabismus hikayesi olan bireyler çalışma dışı bırakıldı. MR T1 görüntüleri niftii formatına çevrilip VolBrain uygulaması üzerinden hacimsel hesaplamalar yapıldı. El tercihi sağ olan deneklerde cinsiyete göre hemisfer, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbik cortex, insula, amygdala ve thalamus sağ taraf ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). Göz tercihi sağ olan deneklerde cinsiyete göre hemisfer, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbik cortex, insula ve thalamus sağ taraf ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). Bu çalışmanın, taraf tercihlerinin serebral hacimlerle ilişkisini sorgulaması ile normal yapıların değerlendirmesinde ve bazı nörolojik hastalıklarda görülen hacimsel değişiklikleri açıklamak adına temel teşkil edecek çalışmalar arasında yerini alacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beyaz Cevher, El Tercihi, Gri Cevher, Göz Tercihi, Manyetik Rezonans, Serebral Baskınlık

ABSTRACT

Comparison of Volumes of Cerebral Hemispheres and Ratios of White and Gray Matter in These Hemispheres with MR T1 Images in People Hand and Eye Preference Determined

There are many structural and functional asymmetries in the human brain. The relationship between cognitive behavioral abilities and cerebral asymmetry has been studied for many years. Hand and eye preference are examples of behavioral lateralization. The preference of hand and eye may affect the size of the motor cortical region occupied by specific muscle. In this study, the relationship between the preferred hand-dominant eye and gray-white matter volumes carried out. People between the ages of 18-65 who had a volumetric brain Magnetic Resonance Imaging (MRI) were included to the study voluntarily. Before MRI scans, the Edinburgh hand preference questionnaire and hole-in-the card test carried out. People with any condition that may change the total intracranial volume such as tumor, trauma, cyst and may change monocular vision such as amblyopia and strabismus were excluded from the study. MR T1 images were converted to niftii format and volumetric calculations were performed via VolBrain application. There is a significant difference between the measurements of the volumes of the hemisphere, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbic cortex, insula, amygdala and thalamus on the right side according to gender in patients with right hand preference ($p < 0.5$). There is a significant difference between the measurements of the right side of the hemisphere, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbic cortex, insula, amygdala and thalamus. There is a significant difference between the measurements of the hemisphere, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbic cortex, insula and thalamus on the right side according to gender in patients with right eye preference ($p < 0.5$). There is a significant difference between the measurements of the right side of the hemisphere, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbic cortex, insula and thalamus). It is thought that this study may take its place among the studies that will serve as the basis for interpreting the volumetric changes observed in some neurological diseases by questioning the relationship of motor skill preferences with cerebral volumes.

Key Words: Eye Dominance, Grey Matter, Handedness, Magnetic Resonance, Cerebral Dominance, White Matter

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Sinir sistemi insan vücudunun en karmaşık parçasıdır. Birbiriyle etkileşen milyarlarca birimin değişken faaliyet kalıpları, insan davranışının ve deneyiminin fiziksel temelini temsil eder. Dünyanın dört bir yanındaki binlerce bilim adamı ve klinisyen, ister entelektüel meraktan isterse hastalık önleme ve tedavi yöntemleri arayışından kaynaklansın, sinir sistemini uzun yıllar boyunca incelediler ve incelemeye devam etmektedirler. Mevcut muazzam miktarda veriye rağmen, karmaşık sinirsel organizasyon ve bu organizasyonun işlevinin ortaya konmasındaki anlayışımız, birçok patolojinin tanı ve tedavisi konusundaki becerimiz gibi eksiksiz olmaktan uzaktır. Bununla birlikte, sinir sistemi üzerine yapılan araştırmalar, çağdaş biyoloji ve tıbbın en aktif alanlarından biridir ve birçok alandaki bu hızlı gelişmeler, gelecekte, birçok nörolojik bozukluğun daha erken önlenmesi ve tedavisi için gerçekçi bir bakış açısı getirmektedir.

Hayvanlardan insanlara tüm canlılarda oldukça gelişmiş organizasyon ve işlevlere sahip olan beyin, normal yapıların varyasyonları ve işleve göre özelleşmeler sebebiyle yapısal ve fonksiyonel asimetrliler içermektedir (1, 2). Günümüze kadar, canlılardaki lateralizasyon, neredeyse mitolojik olarak tam anlamıyla keşfedilememiş bir olgudur. Lateralizasyon; psikosomatomotor faaliyetlerin ya da anatomik bir yapının bedenin sağ ya da sol yarımında daha fazla olması anlamına gelmektedir (3). Moleküler biyoloji, protein yapısı, bakteri hareketliliği, hücre içi silia hareketleri gibi konular üzerine yapılan araştırmalar, tüm canlılarda lateralizasyonun evrensel önemini göstermektedir (4). Serebral lateralizasyon; evrimsel, gelişimsel, herediter, deneysel ve patolojik faktörler sebebiyle gelişmiş olabilir (5).

Son zamanlarda MRG ile yapılan birçok yapısal çalışma, hemisferler arasında anatomik farklılıklar göstermiştir. Asimetri üzerine yoğunlaşan bu çalışmalar sıklıkla dil ve el tercihi ile ilişkili olan planum temporale üzerinden yapılmıştır. Sol hemisferin dil için özelleşmiş olması, serebral asimetriyi gösteren en eski örneklerden biridir. Yapılan çalışmalarda Broca ve Wernicke sahalarının sol hemisferdeki tümör veya serebrovasküler olaylarda daha ciddi bir şekilde bozulduğu bulunmuştur (2).

Serebral asimetriye Petalia ve Yakovlevian torku da örnek olarak gösterilebilir. Petalia, bir hemisferin diğerine oranla daha fazla protrude olarak cranium'un iç yüzünde daha derin iz bırakmasıdır. En sık görülen tipi ise sağ lobus frontalis'in sol önde, sol lobus occipitalis'in sağ arkada iz bıraktığı kombinasyondur (6). Yakovlevian torku ise sağ lobus

frontalis'in orta hat boyunca sola doğru uzandığı ve sol lobus occipitalis'in sağa doğru uzandığı serebral asimetrisinin normal bir varyasyonudur. Böylece beynin saat yönünün tersine bir bükme ya da tork kuvvetine maruz kaldığı düşünülmektedir (7). MRG ve bilgisayarlı tomografi ile yapılan bazı çalışmalarda Petalia'nın sağ eli insanlarda daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Karşılaştırmalı çalışmalar, serebral lateralizasyonun filogenetik orijini için güçlü kanıtlar sunmaktadır (8, 9).

Ventriculus laterale'lerin cornu occipitale'lerinde de ilişkili bir şekil asimetrisi görülmektedir. Sol cornu occipitale sağa oranla daha derine doğru yönelim göstermektedir (10).

Bazı hastalıklar da asimetrik olarak gelişmektedir. Semantik demans hastalarında özellikle sol lobus temporalis'in anterolateralinde atrofi görülmektedir. Alzheimer hastalığında gri cevher kaybı başlangıçta entorhinal ve temporoparietal kortekste başlar. Hastalık ilerledikçe frontal kortekse ve sensorimotor bölgeye yayılmaktadır (11).

Beynin işlevsel asimetrisi el tercihi, duysal keskinlik, işitsel algı gibi davranış özellikleriyle de ortaya konabilmektedir. El tercihi, çoğu aktiviteyi gerçekleştirmek için genellikle bir eli diğerine oranla daha fazla kullanma eğilimi olarak tanımlanmakta olup oldukça merak uyandırıcı olan davranışsal lateralizasyonun bir örneğidir. İnsan popülasyonunun %90'ından fazlası beceri gerektiren aktivitelerde sağ elini tercih etmektedir. Önceki zamanlarda sol el tercihi ise fiziksel ya da mental eksikliğin, hatalı eğitim ya da duygusal karşı gelme eğiliminin sebep olduğu bir deviasyon olarak tanımlanmıştır. Aynı zamanda ilginç bir şekilde bilişsel yeteneklerdeki farklılıklar, kişilik, motivasyon, algı ve dil becerisi de el tercihi ile ilişkili bulunmuştur (4).

Fonksiyonel ve yapısal serebral asimetrisi, sağa kayma teorisinde de olduğu gibi el tercihi ile ilişkilendirilmiş olmasına rağmen kanıtlar yeterli düzeyde değildir (3, 4). El tercihinin belirlenmesinde ortalama on adet soru içeren anketler kullanılmaktadır. Bu anketlere örnek olarak Oldfield'ın Edinburgh envanteri ve Annett'in el tercihi anketi en sık tercih edilenler olarak verilebilir. Bu anketler genel olarak, yazı yazmak için kalem tutarken, bir topu fırlatırken, diş fırçalarken tercih edilen eli sorgulayan sorular içermektedir. Bu sorulara ek olarak ailede sol elini kullanan birey varlığı ve çocukken tercih ettiği eli çevre baskısı ile değiştirip değiştirmediği sorgulanabilir (12).

Serebral lateralizasyonun çok az anlaşılmış bir diğer yanı ise monoküler görmede bilinçsizce sürekli aynı gözü seçmemizdir (13). Bazı nörofizyolojik çalışmalar, baskın gözün monoküler uyarılmasının baskın olmayan göze göre lobus occipitalis'teki görme sahalarında daha hızlı ve geniş bir aktivasyona sebep olduğunu göstermişlerdir (14, 15).

Görsel algıda, sol görme alanının baskınlığı sol görme alanı üstünlüğü olarak bilinmektedir. Bu eğilim özellikle yüz algılamada oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalarda gözlemcilerin çoğu için; kimlik, cinsiyet veya yaşın değerlendirilmesinde algılanan yüzün sol yarısının sağa oranla daha önemli olduğu kanıtlanmıştır (5).

Baskın göz tercihini belirlemek için birçok yöntem olmakla birlikte en yaygın ve kolay yöntem kağıtta delik testidir (16). Göz tercihinin belirlenmesi, klinik araştırmalarda presbiyopi tedavisi gibi bazı cerrahi işlemlerin güvenlik ve başarısını etkileyen önemli bir faktör olarak görülmektedir (13).

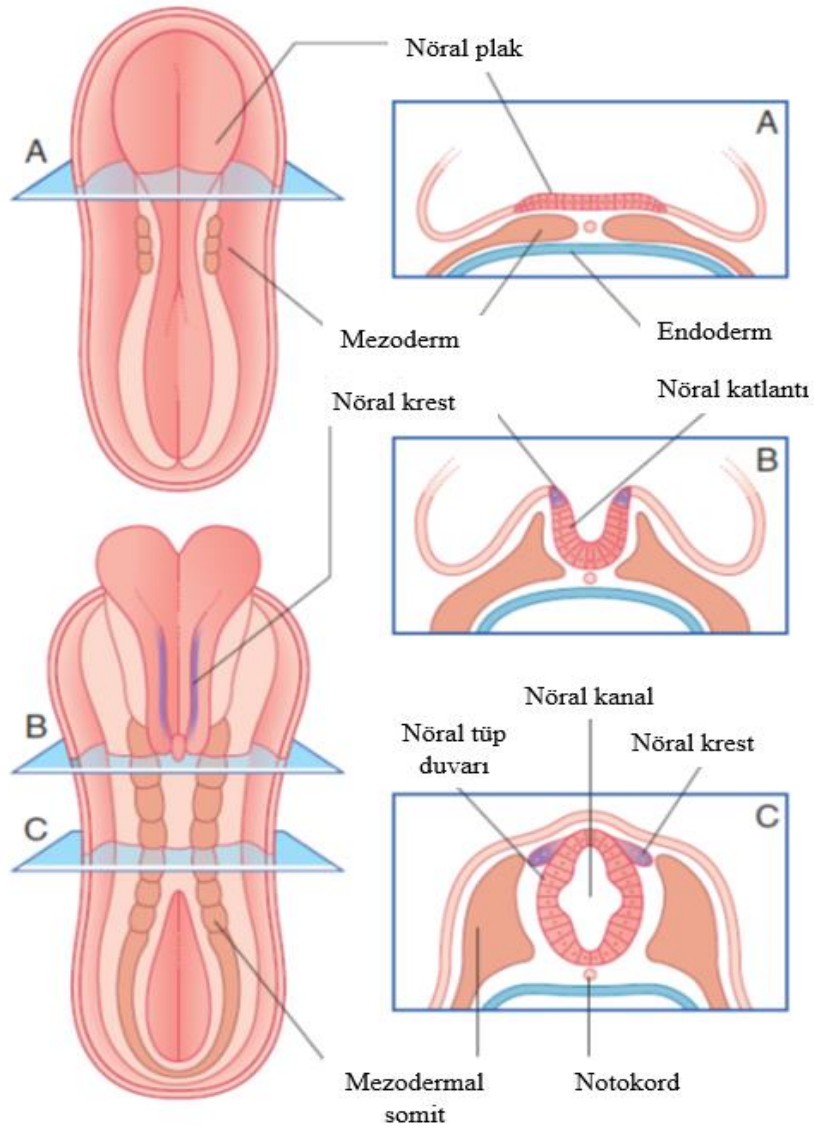
Son yıllarda, nöroanatomik yapıları karakterize edebilmek için MRG kullanılarak birçok objektif teknik geliştirilmiştir. Bu teknikler, beynin makroskopik yapısının farklılıklarını ortaya koyabilmekte, beynin spesifik bölümlerindeki dokuların normal ya da patolojik oluşumlarını inceleme fırsatı sunmaktadır (17). MR görüntüleri üzerinden bir pikselin üç boyutlu uzaydaki karşılığı olan voksel tabanlı morfometri tekniği ile total intracranial hacim, cerebrospinal sıvı, gri ve beyaz cevher hacimleri hesaplanabilmektedir (18). Serebral hacim ve davranışsal/bilişsel yetenekler arasındaki ilişki uzun yıllardır merak edilen bir konu olmuştur. Bu çalışmada; el ve göz tercihi ile serebral gri ve beyaz cevher hacimlerinin ilişkisini araştırmayı amaçladık.

Beyinde bulunan fonksiyonel ve yapısal farklılıklar el tercihi gibi motor işlevlerle ilişkilendirilmiştir. Fakat bu savı destekleyen kanıtlar yeterli düzeyde değildir. Aynı şekilde görme duyusunda da baskın göz varlığının serebral lateralizasyonla ilişkisi hala merak konusudur. Volümetrik ölçümler, fonksiyonlar hakkında fikir sahibi olmak adına sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir. Bu çalışmada, deneklerin kendi tetkik-tedavi süreçlerinde çekilecek olan volümetrik çekimli beyin MR T1 görüntüleri kullanıldı. MR çekimleri öncesi bilgilendirilmiş gönüllü olur formu ile, el tercihi anketi ve baskın göz tercihi testi uygulandı. Çekilen MR görüntülerinde yer kaplayıcı lezyonu bulunmayan bireylerin volümetrik hesaplamaları web tabanlı bir uygulama olan VolBrain ile yapılarak el ve göz tercihi ile ilişkisinin araştırıldı.

2. GENEL BİLGİLER

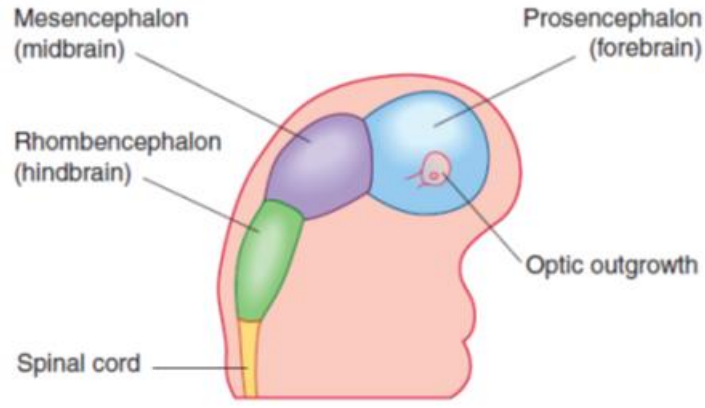
2.1. Beynin Embriyolojik Gelişimi

Merkezi sinir sistemi ektodermden kaynaklanır. İntrauterin 3. haftanın başlarında primitif düğümün ön bölgesinde, orta-dorsal kısımda lamina neuralis (nöral plak) belirir. Hemen sonrasında bu laminanın lateral tarafındaki hücreler plica neuralis'leri (nöral katlantı) meydana getirir. Sonrasında lamina neuralis'in ortasında oluşan çukur nedeniyle plica neuralis'ler yukarı tarafa yönelip orta hatta kıvrılırlar (Resim 1). Sağ ve sol plica neuralis'ler üçüncü hafta sonunda kaynaşıp tubus neuralis'i meydana getirirler (19). Tubus neuralis öncelikle servikal bölgede kaynaşmaya başlar. Bu kaynaşma sonrasında her iki ucunda amniyotik boşluk ile bağlantının sağlandığı neuroporus cranialis ve neuroporus caudalis oluşur. Neuroporus cranialis 25. günde kranial, 27. günde ise neuroporus caudalis kapanır. Neuroporus cranialis'in kapanmadığı durumlarda anensefali, neuroporus caudalis'in kapanmadığı durumlarda ise spina bifida görülür. Anensefali embriyolar hayatla bağdaşmaz; prenatal dönemde ya da postnatal hayatın başlangıcında hayatlarını kaybederler. Spina bifida vakalarının nöral tüp defektine bağlı olarak farklı türleri vardır. Neuroporus cranialis ve neuroporus caudalis'in dördüncü hafta bitimine doğru kapanması tubus neuralis'in amniyon kesesi ile bağlantısını keserek nörolasyonun tamamlanmasını sağlar. Tubus neuralis yüzey ektodermden ayrılır. Nöroektodermal hücreler tubus neuralis kapandığında tubus neuralis ve yüzey ektodermi arasında bir hücre topluluğu olarak kalarak crista neuralis'i meydana getirir. Bu nöroektodermal hücreler mezoderm içine girip farklı yerlere göç ederler. Dorsal tarafa giden hücreler epidermisin bazal laminasından geçerek melanositleri oluşturur. Ventral tarafa göç eden hücreler periferik nöronların tamamını, Schwann hücrelerini, kromafin hücreleri (adrenal medulla) ve semilunar kapakçıklar ve konotrunkal septumu meydana getirir. Aynı zamanda ganglion nöronlarını, pia ve arachnoidea mater'i cranium kemiklerini ve bağ dokusunu, melanositleri oluşturur (20). Dördüncü haftanın sonunda tubus neuralis'in rostral parçası fleksiyona uğrayarak oluşturduğu bölge mesencephalon'dur. Hafif daralmalar da prosencephalon ve rhombencephalon'u oluşturur. Prosencephalon'un alar tabakası telencephalon'u oluşturmak için her iki tarafa doğru genişler. Bazal plak burada diencephalon olarak kalır. Son olarak diencephalon'dan bir çıkıntı retina ve nervus opticus'un öncüsüdür.

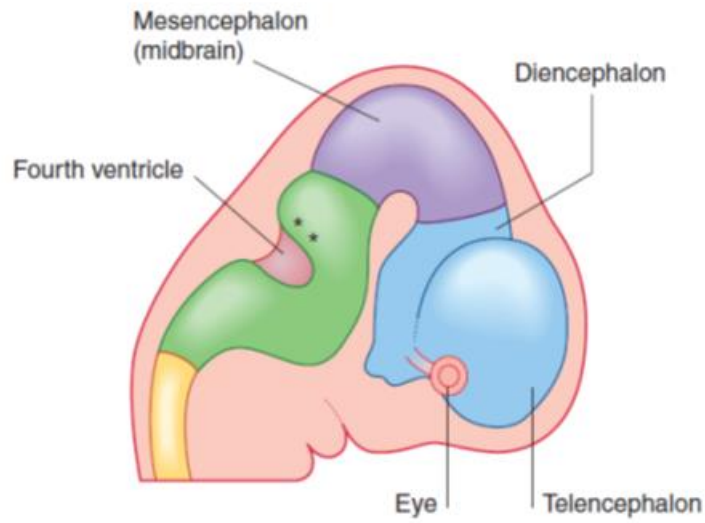


Resim 1. A) 20 günlük embriyonun kesitsel görüntüsü B-C) 22 günlük embriyonun kesitsel görüntüsü (Fitzgerald'dan, 21)

Diencephalon, mesencephalon ve rhombencephalon embriyonik beyin sapını oluşturur. Beyin sapı gelişim ilerledikçe bükülür. Bunun bir sonucu olarak mesencephalon bu yapıların en üst noktasına yerleşir. Rhombencephalon kendi üzerinde katlanır ve elmas şekilli ventriculus quartus'un oluşmasını sağlar (Resim 2). Rhombencephalon'un rostral parçası pons ve cerebellum'u, kaudal parçası ise medulla oblongata'yı oluşturur.



A 4 hafta



B 6 hafta

Resim 2. Beyin vezikülleri (Fitzgerald'dan, 21)

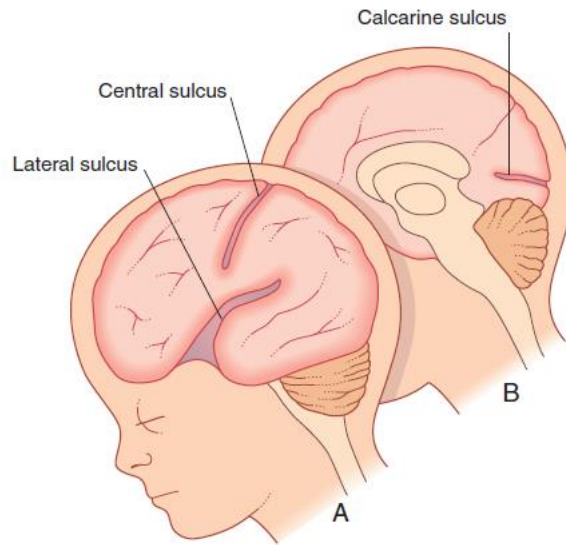
Telencephalon'da, mitotik aktivite ventriküler bölgede, lateral ventrikülün hemen dışında gerçekleşir. Kardeş hücreler genişleyen hemisferin dış yüzeyine ve serebral korteksten göç eder. Hemispherium cereberi'lerin genişlemesi tek bir yönde ve tek şekilde değildir. Lateral yüzün bir bölgesi olan lobus insula genişleyen hemisferin etrafında döndüğü bir pivot oluşturur. Lobus frontalis, parietalis, occipitalis ve temporalis gestasyonel 14. haftada ayırt edilebilir.

Hemisferin medial yüzünde hippocampus, lobus limbicus'a aittir. Hippocampus lobus temporalis'in içine çekilir ve ardından plexus choroideus'un ventriculus lateralis'e invajinasyon yaptığı fissura choroidea bu arkın içbükeyliği içinde fornix adı verilen bir lif demeti bırakır. Commissura anterior; sağ-sol iki taraftaki olfaktor bölgelerin bağlantısı

olarak gelişir. Bundan daha büyük bir bağlantı noktası olan corpus callosum ise iki taraf serebral korteksin eşleşen alanlarını birbirine bağlayan commissura'dır. Corpus callosum fornix'in üzerinde geriye doğru uzanır. Telencephalon'un coronal bölümleri, corpus striatum'un öncüsü olan, her hemisferin tabanında bir gri cevher kütesi ortaya çıkarır. Thalamus ve hypothalamus ventriculus tertius'un yanında diencephalon'dan oluşur.

Genişleyen serebral hemisferler diencephalon ile temas eder ve onunla kaynaşırlar. Bunun bir sonucu, beyin sapı teriminin daha sonra kalan üç bölümlle sınırlandırılmasıdır; mesencephalon, pons ve medulla oblongata. İkinci bir sonuç ise, serebral korteksin lifleri doğrudan beyin sapına projekte edilebilmesidir. Bu lifler, thalamus'tan kortekse uzanan liflerle birlikte corpus striatum'u nuc. caudatus ve lentiform olarak ayırırlar.

Gelişimin 28. haftasında sulcus cerebri'ler beynin yüzeyinde belirginleşmeye başlar (Resim 3). Özellikle sulci lateralis, centralis ve calcarinus belirgin olarak izlenir (21).



Resim 3. Hemispherium cerebri sinister'deki 28. haftada görülen major sulcus'lar A) facies lateralis B) facies medialis (Fitzgerald'dan, 21)

1. Merkezi sinir sistemi ve bölümleri
 - a. Encephalon
 - i. Prosencephalon
 1. Diencephalon
 - a. Thalamus

- b. Hypothalamus
- c. Subthalamus
- d. Epithalamus
- e. Metathalamus

2. Telencephalon

ii. Rhombencephalon

- 1. Medulla oblongata (Bulbus)
- 2. Metencephalon (Pons)
- 3. Cerebellum

iii. Mesencephalon

b. Medulla Spinalis

2.2. Merkezi Sinir Sistemi ve Bölümleri

Sinir sistemi anatomik olarak merkezi sinir sistemi (MSS) ve periferik sinir sistemi (PSS) olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. MSS beyin ve omurilikten oluşur. PSS, kranial ve spinal sinirlerden ve bunların uzantılarından ve periferik ganglionları oluşturan belirli hücre gövdesi gruplarından oluşur.

2.2.1. Encephalon

Vücudun dorsal boşluğunda bulunan yapılar merkezi sinir sistemini oluşturur. Kafatası içerisindeki kısmına encephalon (beyin), canalis vertebralis içine ise medulla spinalis (omurilik) adı verilir. Her iki yapı da nöroglia adındaki özelleşmiş hücrelerin destek yapısını oluşturduğu nöronlardan oluşmaktadır. Nöron gövdeleri beyne gelen-giden uyarıları alıp, gerekli cevabı hazırlayan merkez olup gri cevher kitlesini (nuclei, substantia grisea, cortex vb.) meydana getirir. Nörogliaların içerisinde gömülü halde bulunan sinir lifleri ise beyaz cevheri (substantia alba) oluşturur (22).

Encephalon ontogenetik büyüme ve filogenetik ilkeler temelinde bazı ana bölgelere ayrılır; rhombencephalon, mesencephalon ve prosencephalon.

Rhombencephalon, myelencephalon veya medulla oblongata, metencephalon veya pons ve cerebellum (beyincik) olarak alt bölümlere ayrılır (23).

Prosencephalon, diencephalon ve telencephalon isimli iki bölüme ayrılmıştır. Diencephalon thalamus ve hypothalamus'u fakat aynı zamanda daha küçük yapılar olan epithalamus, metathalamus ve subthalamus'u da içerir. Telencephalon esas olarak iki

hemispherium cerebri'den (cerebrum) oluşur. Diencephalon neredeyse tamamen cerebrum'a gömülüdür, bu nedenle büyük ölçüde dışardan makroskopik bakıda gizlidir. Cerebrum fossa cranii anterior ve media'ların büyük kısmını kaplar. Her hemispherium cerebri'nin yüzeyinde karmaşık şişkinlikler (gyri) ve oluklar (sulci) kıvrılır. Her hemispherium cerebri'yi kalın bir substantia alba ve üzerinde cortex cerebri adındaki substantia grisea oluşturur. Substantia alba'nın en büyük bileşenlerinden biri olan capsula interna cortex cerebri'den geçen sinir liflerini ve nöroaksisin daha düşük seviyelerini içerir. Genellikle ganglion basales (bazal gangliyonlar) olarak adlandırılan birkaç büyük gri cevher çekirdeği kısmen subkortikal beyaz cevhere gömülüdür. Beynin iki tarafının karşılık gelen alanları arasındaki bağlantılar, commissura adı verilen yapılar içinde orta çizgiyi geçer. En büyük commissura, iki hemispherium cerebri'nin karşılıklı gelen bölgelerini birbirine bağlayan corpus callosum'dur.

2.2.1.1. Prosencephalon

Prosencephalon; diencephalon ve telencephalon olmak üzere iki alt grupta incelenir. Telencephalon'u hemispherium cerebri'ler oluştururken, diencephalon'u hemisferlerin derininde bulunan yapılar oluşturmaktadır (24).

Diencephalon

Truncus encephali ile hemispherium cerebri'ler arasında bulunur. Boyutuna nazaran çok önemli işlevlere sahip olan diencephalon yapılarının facies inferior hariç tüm yüzleri serebral yapılarla çevrilidir. İki yarısı arasında ventriculus tertius yer alır. Diencephalon; thalamus, hypothalamus, subthalamus, metathalamus ve epithalamus olmak üzere beş farklı bölümde incelenir.

Thalamus

Diencephalon'un en kompleks kısmıdır. Ventriculus tertius'un lateral duvarına yerleşmiştir. Yine lateralde capsula interna ile komşuluğu olan thalamus nucleus caudatus ile sarılıdır. İki talamus birbirine adhesio interthalamica adı verilen bir yapı ile bağlanır. Thalamus, koku yolu hariç cortex cerebri'ye giden tüm somatosensitif ve duysal yolların merkez bağlantı noktasıdır. Esasen substantia grisea olan thalamus'un içinde Y şeklinde lamina medullaris interna olarak adlandırılan bir yapı ile üç ana bölüme ayrılır. Bu üç ana bölüm anterior, medial ve lateral çekirdekler olarak adlandırılır. Anterior grup çekirdekler bellek üzerinde ve korku, heyecan, üzüntü ile sevinç gibi duyguların oluşumunda da limbik

sistemin bir bölümü olarak işlev görürler. Medial çekirdekler, duygu durumun düzenlenmesinde aynı zamanda bellek mekanizmalarında yer alır. Lateral çekirdekler'den en önemlisi nuclei ventrales posteriores'tir. Lateral ve medial olmak üzere iki bölüme ayrılır. Nuc. ventralis posteromedialis yüzün karşı yarısından gelen ağrı, ısı ve propriyoseptif duyularla tad duyusu impulsları bu çekirdekte sonlanır. Nuc. ventralis posterolateralis ise yüz hariç vücudun karşı tarafından tad hariç diğer duyu impulslarının sonlandığı çekirdektir.

Hypothalamus

Hypothalamus ventriculus tertius'un her iki yanında bulunan bir yapıdır (Resim 4). Frontal düzlemde üç çekirdek içeren bir anterior (supraoptic) bölge, beş çekirdek içeren intermediate (tuberal) bölge ve üç çekirdek içeren posterior (mamillar) bölge olmak üzere üç kısım olarak incelenir (Resim 4). Sagittal olarak ise lateral, medial ve paraventricular olarak tanımlanabilir. Anterior'da chiasma opticum, posterior'da corpus mamillare'lerin posterior sınırına kadar uzanmaktadır. Thalamus ile sınırını sulcus hypothalamicus oluşturur. Hypothalamus endokrin sistemle otonom sinir sisteminin birbiri ile ilişkilendirir ve kontrolünü sağlar. Vücut ısısının ve sıvı dengesinin düzenlenmesi, açlık-tokluk, seksüel davranışlar, duygudurum işlevleri arasında sayılabilir.

Metathalamus

Thalamus'un arkasında bulunur. Corpus geniculatum laterale ve mediale'yi içerir.

Epithalamus

Diencephalon'un arka-üst kısmını oluşturan epithalamus; habenula, commissura posterior, area pretectalis ve gl. pinealis yapılarını içerir.

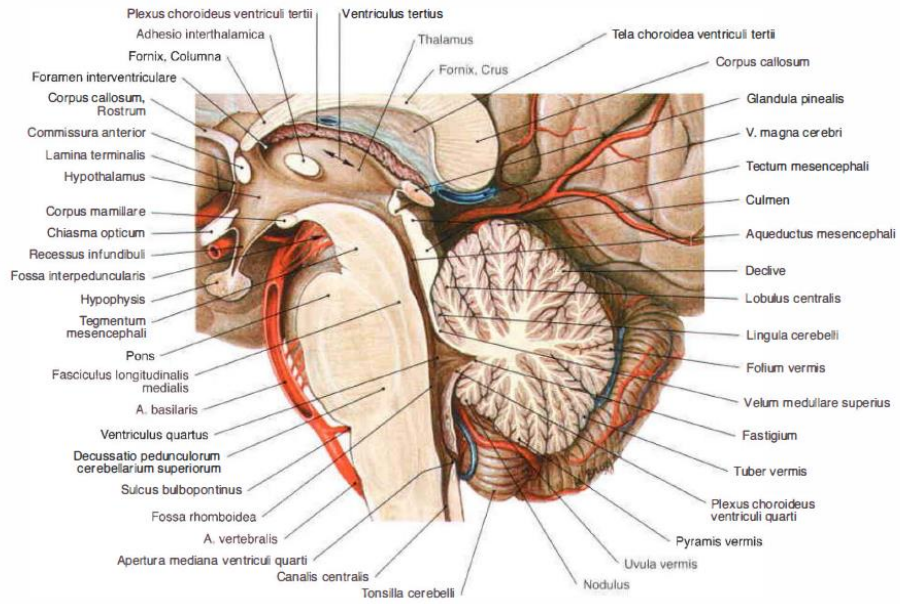
Habenula, limbik sistemin bir parçasıdır ve commissura posterior'un üst tarafında bulunur. Olfaktor ve visceral işlevlerin bütünleştirilmesinde görevlidir. Olfaktor uyarıya göre refleks olarak beden ve boynun yönelme ya da uzaklaşma eylemini gerçekleştirmesinin habenula tarafından düzenlediği düşünülmektedir. Trigonum habenulare, commissura habenulorum ve nuclei habenulares habenula'nın bölümleridir.

Commissura posterior, colliculus superior'un anterosuperior'unda kalan, transvers uzanan lifler tarafından oluşturulan bir demet olarak tanımlanabilir. Çoğunluğunun fonksiyonları bilinmemekle birlikte bazı lifleri pupilla ışık refleksi ile ilişkili olup nucleus

pretectalis'ten gelip karşı taraftaki Edinger-Westpal çekirdeğine bağlanmaktadır. Bir kısım lifleri de collicus superior'ları birbirine bağlamaktadır.

Area pretectalis, pupilla ışık refleksi için önemli bir durak olan nuclei pretectales'in yer aldığı mesencephalon ile diencephalon arasında bulunan bir bölgedir.

Glandula pinealis, epiphysis cerebri olarak da adlandırılan bu yapı splenium corpori callosi'nin alt kısmında kalan bir sap aracılığıyla diencephalon'a tutunur. Ventriculus tertius bu sapın içine doğru bir miktar girerek recessus pinealis'in oluşumuna katkı sağlar. Sapın bu çıkmazın üzerinde kalan kısmı commissura habenulorum ile birleşirken, alt kısmı commissura posterior'a tutunur. Glandula pinealis serotonin ve melatonin salgılanmasında görev alır. Retinaya düşen ışık (aydınlık) glandula pinealis üzerinde inhibisyon görevi görmektedir.



Resim 4. Truncus encephali, cerebellum ve diencephalon yapıları (Sobotta'dan, 76)

Subthalamus

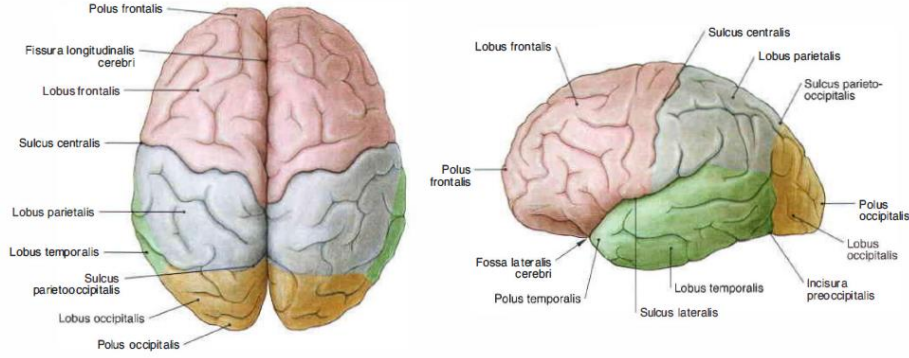
Mesencephalon'dan belirgin bir sınırla ayrılamayan subthalamus, thalamus'un ön aşağı kısmında bulunan oldukça kompleks yapı bir diencephalon bölümüdür. Nucleus ruber ve substantia nigra isimli mesencephalon çekirdekleriyle bir bütün oluşturur (25, 26).

Telencephalon

İki hemispherium cerebri, beynin en büyük ana bölümleridir. Her bir hemisfer, altında bazal ganglionları kısmen çevreleyen geniş bir iç beyaz cevher kütesinin bulunduğu, oldukça kıvrımlı bir dış korteksten (gri cevher) oluşur. Her hemisfer ayrıca foramina interventriculare yoluyla ventriculus tertius ile devamlılık gösteren ventriculus laterale'yi içerir. İki hemisfer, corpus callosum'un comissural lifleri ile birbirine bağlanır. Hemispherium cerebri, birincil motor ve duysal kortikal alanları içerir. Bunlar, motor aktivitelerin kontrol edildiği birincil merkezi ve genel-özel duysal sistemlerin yansıttığı en yüksek seviyeyi temsil eder ve duysal uyarıların bilinçli deneyimi için nöronal veriyi sağlar. Hemispherium cerebri'ler, dura mater'in hilal şeklinde bir kıvrımı olan falx cerebri'yi içeren büyük uzunlamasına çatlak olan derin bir medyan yarık ile ayrılır.

Her hemispherium cerebri superolateral, medial ve inferior yüzeylere sahiptir. Facies superolateralis, cranium'un içbükeyliğini takip eder. Facies medialis düz ve dikeydir, karşı hemisferden büyük uzunlamasına çatlak ve falx cerebri ile ayrılır. Facies inferior düzensiz olmakla birlikte orbital ve tentorial bölgelere ayrılmıştır. Orbital kısmı içbükeydir ve orbita ve nazal kaviterlerin üzerinde uzanmaktadır. Tentorial kısım fossa cranii media'da yer alır; posteriorda, cerebellum'un üst yüzeyinden ayıran tentorium cerebelli'nin üzerinde bulunmaktadır.

Hemispherium cerebri yüzeyi, değişen derinliklerde sulcus veya fissura'lar ile ayrılan karmaşık yapıda kıvrımlara sahip olan gyrus'lar ile çevrilidir. Hemisferin loblara bölünmesi için temel oluştururlar. Lobus frontalis, parietalis, temporalis ve occipitalis, isimlerini aldıkları üstlerinde yer alan ossi cranii'ye göre yaklaşık olarak yüzey ölçüsüne tekabül etmektedir. Hemisferlerin ön ve arka uçları sırasıyla polus frontalis ve occipitalis'i oluşturur ve polus temporalis lobus temporalis'in ön ucudur (Resim 5).



Resim 5. Lobi cerebri, superior ve soldan görünüm (Sobotta'dan, 76)

Sulci Cerebri

Intrauterin dönemin 5. ayında görülmeye başlayan cerebrumdaki sulcuslar postnatal dönemde de bir yaşına kadar gelişimine devam eder. İlk olarak sulcus centralis ve calcarinus'un oluşumu izlenir.

Sulcus centralis: Cerebrum'un iç yüzeyinde sulcus lateralis'e ait ramus ascendens'in yaklaşık iki buçuk cm arkasına doğru uzanır. Sulcus centralis'in ön kısmında vücudun karşı tarafının hareketlerinden sorumlu olan 4. motor saha olarak adlandırılan gyrus precentralis bulunmaktadır. Arka kısmında ise aynı şekilde vücudun karşı tarafından alınan duyuların işlendiği gyrus postcentralis yer almaktadır.

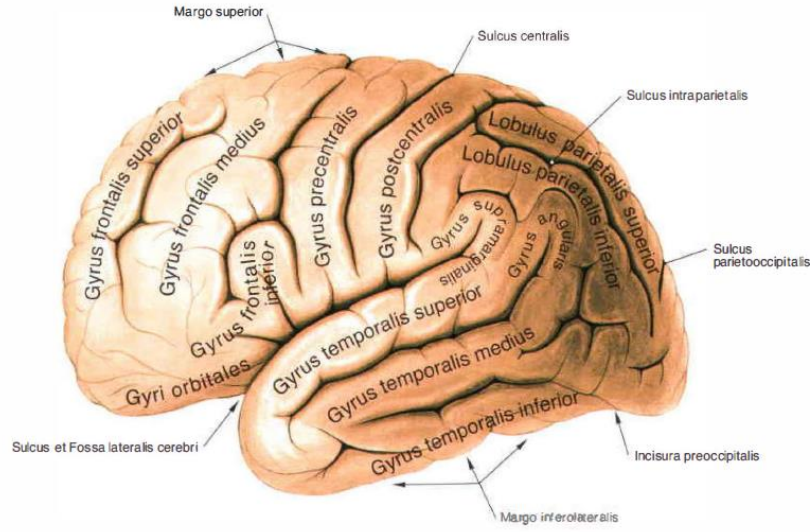
Sulcus lateralis: Cerebrum'un alt yüzünden başlayarak dış yüzeyinde ilerleyen yukarıda lobus frontalis ve lobus parietalis'i lobus temporalis'ten ayıran oluktur. Ramus anterior, ramus ascendens ve ramus posterior olmak üzere üç dalı bulunmaktadır.

Sulcus parieto-occipitalis: Polus occipitalis'in ön kısmından başlayarak hemisferin iç yüzeyine doğru ilerler ve burada sulcus calcarinus ile birleşir (Resim 6).

Sulcus calcarinus: Hemispherium cerebri iç yüzeyinin posterior'unda bulunmaktadır.

Sulcus cinguli: Hemispherium cerebri iç yüzeyinde yer alan corpus callosum'un ön ucunun alt kısmından başlayarak corpus callosum'a paralel bir şekilde arkaya doğru ilerler ve sulcus centralis'in posteriorun'da sonlanır.

Sulcus collateralis: Polus occipitalis'ten polus temporalis'e doğru hemisferin alt dış kenarına paralel şekilde uzanır.



Resim 6. Gyri cerebri (Sobotta'dan, 76)

Lobi Cerebri

Her bir hemispherium cerebri; lobus frontalis, lobus parietalis, lobus temporalis, lobus occipitalis ve lobus limbicus'u içerir. Ayrıca derinde insula'nın bulunduğu kısma da lobus insularis denmektedir.

Lobus Frontalis

Posteriorda sulcus centralis, medialde fissura longitudinalis ve inferolateral olarak fissura lateralis ile sınırlandırılmıştır. Lobus frontalis'in gyrus precentralis önündeki alanı uzunlamasına gyrus frontalis; superior, medius ve inferior olarak üçe ayrılır. Facies superolateralis os frontale ile kaplıdır. Bazal (ventral) yüzeyi, os frontale'nin pars orbitalis'i ve os ethmoidale'nin pars cribrosa'sı üzerinde uzanır; burada gyrii orbitale ve rectus izlenir. Falx cerebri'ye bakan facies medialis; sulcus centralis, frontal ve parietal loblar arasındaki sınırdır. Sırasıyla gyrii precentralis ve postcentralis'te bulunan korteksin birincil motor ve somatosensöriyel alanlarını sınırlar. Gyrus rectus ile gyri orbitales'in medial kısmının arasındaki sulcus; sulcus olfactorius' tur ve burada rhinencephalon'a ait tractus olfactorius bulunmaktadır. Primer motor saha, gyrus precentralis'in büyük bir bölümünü kaplar. Thalamus ve cerebellum'dan afferent lifler alır ve istemli hareketlerle ilgilenir. Premotor saha, gyrus precentralis'in önünde ve gyrus frontalis'in bitişik alt kısmında yer alır. Aynı zamanda istemli hareketle de ilgilidir, ancak uyarılması, ortak bir

işlevi olan kas gruplarının daha az odaklanmış hareketleriyle sonuçlanır. premotor alan, primer motor alanın aktivitesini düzenlemekten sorumludur. Premotor alan bazal ganglionlarla olan bağlantıları ile postür kontrolünde etkilidir. Broca'nın konuşma alanı genellikle sol hemispherium cerebri'de gyrus frontalis inferior'un arka kısmındaki alan olarak tanımlanır. Prefrontal korteks ise kognitif fonksiyonlarla (analiz, yargılama, planlama) ilişkilidir.

Lobus Parietalis

Anterior sınırını sulcus centralis, posterior sınırını sulcus parieto-occipitalis, inferiorunda ise sulcus lateralis'in posterior'u ve posterior sınıra çekilen hayali bir hat oluşturur. Lobus parietalis'in dış yüzü iki sulcus ile üç bölümde incelenir. Sulcus centralis'e paralel yerleşen ve posterior'unda bulunan sulcus sulcus postcentralis'tir ve iki sulcus arasında bulunan gyrus ise gyrus postcentralis olarak adlandırılır. Gyrus postcentralis bedenin karşı tarafından gelen duyuvarın toplandığı bölgedir. (3, 1 ve 2. sahalar). Sulcus postcentralis'in orta kısmında posterior'a uzanan sulcus ise sulcus intraparietalis'tir. Bu oluşun superior kısmında lobulus parietalis superior, inferiorunda lobulus parietalis inferior bulunmaktadır. Lobulus parietalis inferior'un sulcus lateralis'in posterior'unun çevresindeki kısma gyrus supramarginalis, sulcus temporalis superior'un posteriorunun çevresindeki kısım ise gyrus angularis olarak adlandırılır. Lobulus parietalis inferior'un anteroinferior bölümü, sulcus centralis'in alt kısmından geçip, anterior'da gyrus precentralis ve gyrus frontalis inferior'un pars opercularis'i ile birleşerek operculum frontoparietale'yi meydana getirir. Lobus parietalis'in iç yüzünde, lobulus paracentralis'in posterior sınırında bulunan sulcus cinguli'nin posteroinferior'a doğru uzanan sulcus subparietalis yer alır. Sulcus parieto-occipitalis ile sulcus cinguli'nin posterior'u arasında precuneus denilen kısım bulunmaktadır. Birincil somatosensoriyel sahanın olduğu gyrus postcentralis, thalamustan afferent lifler alır ve her türlü somatik duyu ile ilgilenir.

Lobus Occipitalis

Hemisferlerin posterior'unda bulunan arka ucuna polus occipitalis denilen lobus occipitalis'in iç, dış ve alt olmak üzere üç yüzü bulunmaktadır. Sulcus calcarinus iç yüzü iki bölüme ayırır. Superior'da kalan kısım cuneus, inferior'da kalan kısım ise gyrus lingualis olarak adlandırılır. Dış yüzü ise sulcus occipitalis transversus superior'da gyrus occipitalis superior, inferior'da gyrus occipitalis inferior olmak üzere ikiye böler. Oksipital

lobun alt yüzünü önden, inc. preoccipitalis'ten çizilen hayali horizontal bir çizgi sınırlamaktadır.

Lobus Temporalis

Anterior'undaki uç bölüme polus temporalis adı verilir. Lobus temporalis'in dış yüzeyinde anterior'da posterior'a doğru paralel uzanım gösteren iki sulcus bulunur. sulcus temporalis superior, sulcus temporalis inferior olarak adlandırılan bu sulcuslar superior'dan inferior'a doğru gyrus temporalis superior, gyrus temporalis medius ve gyrus temporalis inferior olmak üzere dış yüzü üç parçaya ayırır. Lobus temporalis'in lobus insularis'i örten bölümüne operculum temporale adı verilir. Bu bölümde öne ve dışa doğru uzanım gösteren 3-4 adet gyrus bulunmaktadır. Bunlara gyri temporales transversi (Heschl gyrusları) adı verilir. Kortikal işitme merkezi bu kısımda bulunur (41. ve 42. sahalar). Alt yüzü, lobus occipitalis'in facies inferior'u ile devamlılık gösterir. Dış-alt kenarda yeralan inc. preoccipitalis, çok belirgin olmamakla beraber bu iki lob arasındaki sınırı oluşturur. Bu yüzün medial kısmında gyrus hippocampi [parahippocampalis] ve gyrus lingualis, orta bölümünde gyrus occipitotemporalis medialis, lateralinde ise gyrus temporalis inferior'la birleşmiş şekilde bulunan gyrus occipitotemporalis lateralis yer alır (Resim 7). Gyrus hippocampi, arkada gyrus lingualis olarak devam eder. Gyrus hippocampi' nin anterior kısmı çengel şeklinde kıvrımlı bir yapı oluşturarak uncus olarak adlandırılır. Sulcus hippocampi cornu temporale'sinin tabanında hippocampus adı verilen yapıyı oluşturur (20, 21, 27).

2.2.1.2. Rhombencephalon

Medulla oblongata, pons ve cerebellum olarak üç bölümden oluşmaktadır.

Medulla Oblongata (Bulbus)

Beyin sapı olarak adlandırılan Truncus encephali; bulbus, pons ve mesencephalon'dan oluşur. Bulbus beyin sapının MSS'in medulla spinalis ile devam etmeden önceki; inferiorda foramen magnum ile sınırlı kısmıdır. Superior komşuluğunda ise pons bulunmaktadır. Fossa cranii posterior'da bulunmakta olan bulbus, inen-çıkan yollar, VIII, IX, X, XI ve XII. cranial sinir ve formatio reticularis çekirdeklerini içermesi sebebiyle hayati işlevlere sahiptir. Formatio reticularis çekirdekleri; vazomotor ve respiratuvar merkez olarak da işlev görmektedir.

Bulbus ile pons'u anteriorda sulcus bulbopontinus, posteriorda ise ventriculus quartus'un recessus lateralis'lerini birleştiren çizgi birbirinden ayırır (27). Bulbus'un anterior kısmında orta hatta uzunlamasına bir yarık şeklinde uzanan fissura mediana anterior ve her iki yanında pyramis adı verilen yapılar yer alır. Cortex cerebrii'den başlayarak medulla spinalis'e giden tr. corticospinalis (inen yol) ve bulbus'ta yer alan kranial sinir ve formatio reticularis çekirdeklerine gelen tr. corticobulbaris ile tr. corticoreticularis pyramis'te bulunur.

Pyramis'ler lateralde sulcus anterolateralis ile sınırlıdır. Oliva ise pyramis yapılarının superolateral bölgesindeki şişkinliklere verilen addır. Oliva'nın arka kısmında sulcus retroolivaris; oliva ve pyramis'in arasında sulcus preolivaris yer alır. N. hypoglossus (CN XII) truncus encephali'yi sulcus preolivaris'ten terk ederken; n. glossopharyngeus (CN IX), n. vagus (CN X) ve n. accessorius (CNXI) sulcus retroolivaris'ten çıkar. Bulbus'un posterior yüzünün üst yarısında bulunan fossa rhomboidea'nın alt yarımı ventriculus quartus'un tabanını oluşturur.

Bulbus'un posterior yüzünün alt yarımında ise sulcus medianus posterior bulunur. Bu sulcus'un iki yanında fasciculus gracilis ve cuneatus uzunlamasına şişkinlikler olarak seyreder. Bu iki şişkinlik tuberculum gracilis ve cuneatus adında 2 kabarıntı olarak sonlanır. Vücudun üst yarısının şuurlu derin duyusunu (iki nokta diskriminasyon, basınç ve vibrasyon duyuları) fasciculus cuneatus alırken, alt yarısından ise fasciculus gracilis alır.

Tuberculum trigeminale, nuc. tr. nervi trigemini'nin neden olduğu fasciculus cuneatus'un anterolateralindeki şişkinliktir. Ventriculus quartus'un duvarları fossa rhomboidea'nın alt ucunda birleşerek obex adı verilen yapıyı oluşturur. Area postrema olarak adlandırılan kusma merkezi ise obex'in rostralinde yer alır.

Metencephalon (Pons)

Latince kelime anlamı köprü olan pons; mesencephalon ile bulbus arasında truncus encephali ile cerebellum'un bağlantısını sağlamaktadır. Fossa cranii posterior'da yer almakta ve os occipitale'nin clivus bölümünün üst kısmına oturmaktadır.

Pons'un anterior yüzünde seyreden oluk sulcus basilaris olarak adlandırılır. Arteria basilaris bu sulcus'un içerisinde uzanmaktadır. Sulcus basilaris'in iki tarafında pyramidal yollar eminentia pyramidalis adı verilen bir kabarıntıdan geçerler. Arteria basilaris bu olukta seyreder. Nervus trigeminus (CN V) pons'un anterior yüzünün anterolateral

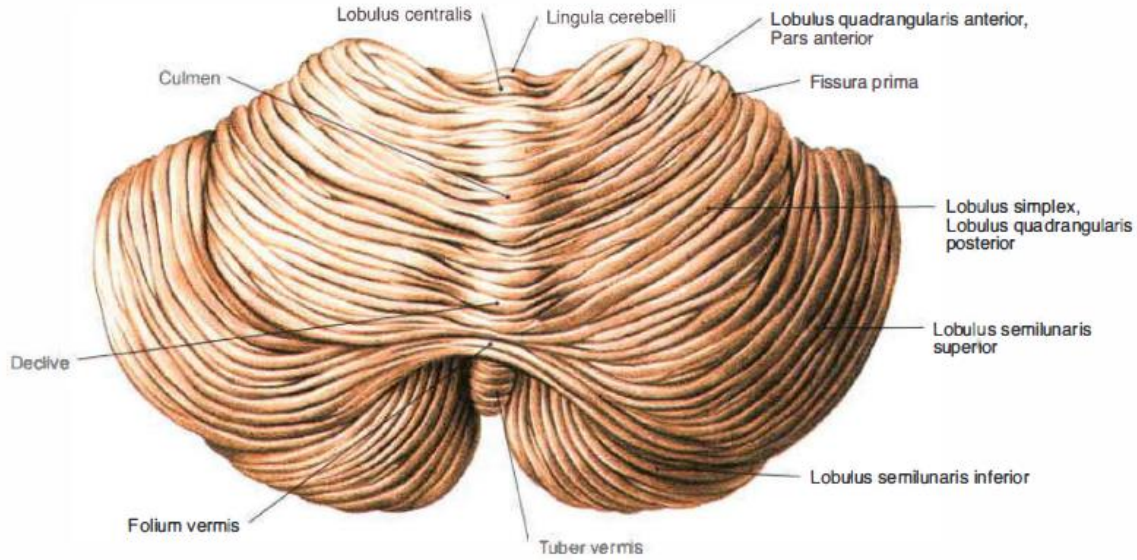
kısından çıkar (Resim 4). Sulcus bulbopontinus seviyesinde bulbus, pons ve cerebellum'un arasında kalan alanda angulus pontocerebellaris bulunmaktadır. Nervus facialis (CN VII) ve nervus vestibulocochlearis (CNVIII) bu kısımda yer almaktadır.

Pons'un posterior yüzü cerebellum ile örtülü olup fossa rhomboidea'nın üst yarısını oluşturmaktadır. Pedunculus cerebellaris superior-inferior-medijs pons'un posterior yüzünü lateralden sınırlar. Fossa rhomboidea'da orta hatta sulcus medianus izlenir. Eminentia medialis iki yanında bulunan şişkinliklere verilen addır. Lateral kenarda sulcus limitans ile sınırlanan eminentia medialis'lerin distal kısımlarında colliculus facialis'ler yer alır. Locus caeruleus sulcus limitans'ın üst yarımında görülen mavi nokta olarak adlandırılan bir kısımdır. Nöradrenalin içeren locus caeruleus'un, duyu nöron aktivasyon-inhibisyonu kortikal düzeyde kontrol ettiği ve uykunun REM safhasıyla ilişkili görevi olduğu düşünülmektedir (25).

Cerebellum

Rhombencephalon'un en büyük parçası olan cerebellum; fossa cranii posterior'da yer alan iki hemispherium cerebelli ve orta hatta vermis cerebelli'den oluşur. Superior'da, tentorium cerebelli ile lobus occipitalis, anterior'da ventriculus quartus ile pons bulbus ile komşuluğu vardır. Truncus encephali'nin arka kısmında bulunmaktadır. Pedunculus cerebelli superior ile mesencephalon, pedunculus cerebelli medius ile pons ve pedunculus cerebelli inferior ile de medulla oblongata ilişkili olduğu yapılardır. Ağırlığı MSS'nin yaklaşık onda birini oluşturmaya rağmen, cerebellum'daki nöronların sayısı MSS'deki tüm nöronların yarısından fazla miktardır. cerebellum dış yüzünde folia cerebelli olarak adlandırılan çok sayıda kıvrım bulunmaktadır. Bu kıvrımlar arasında fissurae cerebelli adı verilen yarıklar uzanır. Cerebellum transvers düzlemde fonksiyonel olarak bir anlamı olmasa da lobus cerebelli anterior, lobus cerebelli posterior ve lobus flocculonodularis olmak üzere üç bölüme ayrılır. Lobus cerebellaris anterior ve posterior corpus cerebelli olarak da adlandırılmaktadır (Resim 7). Fissura prima bu iki lob arasında yer alır. Fissura posterolateralis ise lobus cerebellaris posterior ve lobus cerebellaris flocculonodularis arasında uzanır. İşlevsel özelliklerine gelince bilinç dışında kas tonusunun ayarlanmasını sağlayarak hareketlerin amaca uymasını ve koordine bir şekilde meydana gelmesini sağlar. Her bir hemispherium cerebelli bulunduğu taraftaki iskelet kaslarının

hareket ve koordinasyonunu düzenler. Dolayısıyla denge konusunda da önemli bir role sahiptir (28).



Resim 7. Cerebellum, posterosuperior görünüm (Sobotta'dan, 76)

2.2.1.3. Mesencephalon

Mesencephalon; aşağıda pons, arkada cerebellum ve yukarıda diencephalon arasında bulunur. Truncus encephali'nin en kısa parçası olan mesencephalon yaklaşık 2 cm uzunluğundadır. Pons ile arasındaki sınırı anterior'da sulcus pontocruralis, posterior'da nervus trochlearis'ler (CN IV) çizer. Diencephalon ile olan sınırı ise commissura posterior'la corpus mamillare'lerin alt kenarını birleştirecek hayali bir hat olarak gösterilebilir.

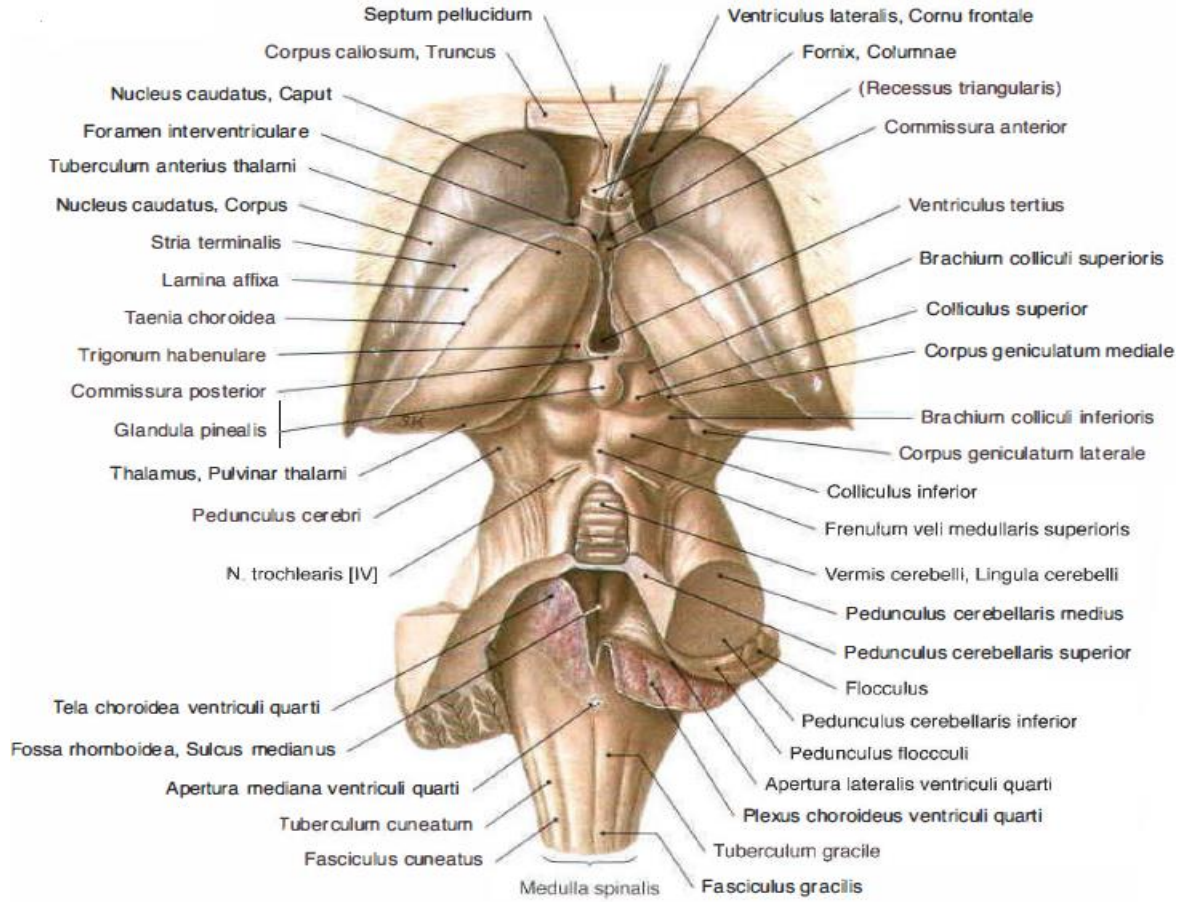
Mesencephalon'un facies posterior'unda lamina tecti adı verilen 4 adet yuvarlak çıkıntı yer alır. Colliculus superior ve inferior olarak adlandırılan bu yapılar sırasıyla görme ve işitme refleks merkezi olarak görev yapar. İki taraf colliculus superior ve inferior'lar arasında vertikal bir oluk uzanır. Bu oluğun üst ucunda corpus pineale, alt ucunda phrenulum veli medullaris superioris yer alır. brachium colliculi superioris colliculus superior'ların lateral yüzünden başlayarak corpus geniculatum laterale'ye;

brachium colliculi inferioris ise colliculus inferior'ların lateral yüzünden başlayarak corpus geniculatum mediale'ye doğru uzanmaktadır (Resim 8).

Mesencephalon'un facies anterior'unda pons'tan diencephalon'a doğru uzanım gösteren crus cerebri(pars anterior) olarak isimlendirilen kalın yapılar görülür. Bu iki crus cerebri arasındaki çukur fossa interpeduncularis olarak adlandırılır. Birçok damarın geçtiği bu delikli kısma görünümünden ötürü substantia perforata interpeduncularis denilir. Fossa interpeduncularis'in pons'a yakın kısmından ve crus cerebri'lerin medial'inden nervii oculomotorii çıkar.

Transvers alınmış kesitlere bakıldığında ise mesencephalon; pedunculus cerebri ve tectum mesencephalicum (lamina tecti, corpora quadrigemina) olarak iki bölüm halinde incelenir.

1. Pedunculus cerebri: Aqueductus mesencephali'nin anterior'unda kalan bölüme verilen addır. Pars anterior (crus cerebri) ve pars posterior(tegmentum mesencephalicum) olarak iki kısım halinde incelenir.
2. Tectum mesencephalicum: Aqueductus mesencephali'nin posterior'unda kalan bölüme verilen addır. Colliculus superior ve inferior'lar burada yer alır (28, 29).



Resim 8. Truncus encephali (Sobotta'dan, 76)

2.3. Hemisferik Lateralizasyon

Beyin ve sinir sistemi bilateral simetrik bir plana göre inşa edilmiştir. Bu büyük olasılıkla doğrusal olarak hareket eden ilk organizmalara, temelde sol-sağ yönelimi olmayan bir dünyaya adaptasyon olarak gerçekleşmiştir. Bu simetri özellikle duyu organlarında ve motor organizasyonda belirgindir. Beyin bu simetrik yapılanmanın yanı sıra, dil veya motor hareket gibi daha karmaşık işlevler için asimetri geliştirmiştir. Ancak iki taraflı simetri mekansal çevre ile etkileşimler için uyarlanabilir olmaya devam etmektedir. Bu, simetri ve asimetri arasında bir uzlaşma anlamına gelir. Bununla birlikte, hemisferik asimetri basit bir ikilik meselesi değildir. Farklı ağlar farklı ve bağımsız olarak yanallaştırılır ve asimetriler çoklu genlerden etkilenir. Serebral ve davranışsal asimetri, insan olmayan türlerde birçok vasıfta bulunur, bazılarında her bakımdan insanlardaki asimetriye aynı şekilde olmamakla birlikte benzerlikler yadsınamaz (30).

Hemisferik lateralizasyon, hayvanların ve insanların beyindeki fonksiyonel yapıların asimetrik yerleşimini ifade eder. Şimdiye kadar, insanlarda beş lateralize fonksiyon tanımlanmıştır. Bunlar el becerisi, dil yeteneği, mekansal beceriler, yüz tanıma ve duygu tanımadır. Çoğu zaman, bu özel işleme elemanlarının birçoğunun sağ hemisfere ayrıldığı, diğerlerinin ise sol hemisferde bağımsız olarak görünebileceği bulunmuştur. Örneğin, insanlar daha çok sol hemisferde dil becerilerine ve sağda mekansal yeteneklere sahip olsalar da, bu genellikle tersine çevrilebilir bir özellik olarak görülmüştür. Aynı hemisferde hem dil hem de mekansal işlevlerin kontrolünü sağlayabilen vakaların bulunduğu çalışmalar da literatürde yer almaktadır.

Beyin torku (Petelia ve Yakovlevian), insan beyninin en belirgin yapısal asimetrisidir. Tork embriyonun erken dönemlerinde ortaya çıkar ve torktaki değişiklikler şizofreni gibi psikotik bozukluklardaki bilişsel bozukluklarla ilişkilendirilmiştir (31).

Eski yıllarda ciddi epilepsi hastalarında epileptik atakların hafifletilmesi için uygulanan corpus callosum kesisi (bazen diğer commissuralar da kesiye eklenmekteydi), bilim insanlarına her bir hemisferin kendi bağımsız işlevlerini incelemekte yardımcı olmuştur. Sperry ve arkadaşlarının hemisferik laterilazyon konusundaki görüşleri; her hemisferin kendi ayrı ve özel duyuları, kendi algıları, kendi kavramları ve ilgili istemli, bilişsel ve öğrenme deneyimleriyle hareket etme yetileri varolduğu yönündedir. Ayrıca ameliyattan sonra, her hemisferin, diğerinin hatırlama süreçlerine erişilemediğinden kendi ayrı hatırlama (bilgiyi geri çağırma) zincirinin varolabileceği tespit edilmiştir (32-35). Daha sonra yapılan araştırmalarda bu sonuca varılabilmesi için bazı ileri çalışmaların gerekliliği ileri sürüldü. Bu çalışmalarda bölünmüş beyinli hastalar, hareket, oryantasyon ve uzamsal dikkat dahil olmak üzere hemisferler arasında düşük seviyeli görsel işlevlerin belli bir miktarda entegrasyonunu sağlayabilmiştir. Bu bulgular, interhemisferik entegrasyonun bir dereceye kadar bozulmadan kalan subkortikal bağlantılara bağlı olabileceğini düşündürmektedir (36). Son zamanlarda tartışmalı da olsa, bilincin kendisinin tek bir birim olarak değerlendirilmesi gerektiği öne sürülmektedir.

Yirminci yüzyılda görüşler on dokuzuncu yüzyıldan farklıdır. On dokuzuncu yüzyılda, sol hemisfer açıkça üstündü ve “baskın” veya “büyük” hemisfer olarak adlandırıldı. Sağ “baskın olmayan” veya “küçük” idi. Yirminci yüzyılda ise sağ yarımküre tercih edilme eğiliminde ve bilişsel olarak üstün kabul edilmiştir.

Beyin ve davranış asimetrisinin hayvanlarda birçok alanda olduğu ve asimetrinin yaygın bir adaptasyon olarak var olduğu öne sürülmektedir. Türler arasında bazı ortak noktalar olmasına rağmen, farklı asimetrielerin varlığı, asimetrielerin çeşitliliğini yöneten tek bir ilkenin olmadığını göstermektedir. Bu asimetrielerin görünüşte genel bir özelliği, nadiren mutlak surette bulunmalarıdır. Ghirlanda ve Vallortigara, türlerin çoğunluğunda ortaya konulan serebral ve davranışsal asimetri savını çürütme yönündeki çalışmalarında asimetrinin insan veya hayvanlarda yaklaşık %10-35 arasında değiştiğini belirtmektedir.

İki serebral hemisfer arasındaki sol-sağ doku dağılım asimetrisi, voksel bazlı morfometri (VBM) tekniği kullanılarak çeşitli çalışmalarda yaygın olarak araştırılmıştır ve araştırılmaya da devam edilmektedir. Hemisferler arası asimetri; beyin görüntüleri referans Montreal Nöroloji Enstitüsü (MNI) şablon alanına göre normalize edildikten sonra, karşılık gelen voksellere göre midsagittal hat boyunca, gri madde yoğunluğu/ hacim farkı olarak hesaplanmıştır. Bu yaklaşımın iki önemli dezavantajı bulunmaktadır: Birincisi sağ-sol hemisferin karşılaştırılmasında 0 noktası olarak kavisli bir yapıya sahip olan midsagittal hattın alınmasıdır. İkincisi ise gri-beyaz cevher kıyaslamasını petelia olarak adlandırılan hemisferik kaymadan dolayı ayırt etmek zordur. Fakat güncel çalışmalar; MRG'da kesitlerin çok daha ince alınabilmesi ve bu sayede görüntülerin mevcut şablonlara minimal sapmayla uygulanabilmesi bu dezavantajları ortadan kaldırmaktadır (31).

Nörogörüntüleme yöntemlerindeki son gelişmeler, insan beyninin hem fonksiyonel hem de yapısal asimetrilerinin net bir şekilde ölçülmesine ve görselleştirilmesine olanak sağlamıştır (37).

2.4. El Tercihi

Hemispherium cerebri'ler, tıpkı iki elimiz gibi, ilk bakışta aynı gibi görünse de hem fonksiyonel hem de yapısal asimetrilere sahiptirler. Bu yapısal ve fonksiyonel asimetri motor hareketlerde de lateralizasyona neden olmaktadır. Lateralize motor davranış, günlük hayatımızın temel özelliğini temsil eder. Davranışsal açıdan motor asimetride yapılan çalışmalara bakıldığında el tercihi en önemli örneklerdendir (38).

On dokuzuncu ve yirminci yüzyılın başlarındaki bilim insanları, insanda lateralizasyonunun en göze çarpan örneğinin el tercihi olduğunu farkındaydı. Uygun bir nöral korelasyon keşfedilemese de yine de hayvanlarda karşılaştırmalı çalışmalar üzerinde

yoğunlaştılar. Yiyeceğe ulaşma ve kaşınma gibi hareketlerinin gözlemlenmesi ve ölçülmesi kolay olduğundan, çoğu çalışma bu basit davranışsal deneyleri bildirmiştir (39).

El tercihini genellikle motor kontrol için baskın olan hemispherium cerebri belirler. Ultrason teknolojisindeki gelişmeler, fetustaki motor davranışlarının gözlemlenmesini mümkün kılarak sağlığın (ve beyin asimetrisinin), intrauterin yaşamda başparmak emme için tercih edilen el temelinde doğumdan önce de söz konusu olabileceği düşünülmektedir (21).

Sol el tercihinin erkeklerde kadınlara göre daha sık görüldüğü tespit edilmiştir (40). Benzer şekilde, ikizlerde daha yüksek atipik ellilik prevalansı bildirilmiştir (41).

Motor veya premotor kortekslerde, tercih edilen / baskın el ile yapılan hareketlere genellikle kontralateral hemisferin güçlü aktivasyonları eşlik ederken, baskın olmayan elin hareketleri daha fazla bilateral aktivasyon paterni gösterir. Bu nedenle, bireyler sol el tercihi olan insanlarda daha güçlü sağ hemisferik aktivasyon ve sağ eli de baskın olarak kullanırlarsa bilateral aktivasyon paterni göstererek, atipik serebral motor lateralizasyon oluşturmaktadır (42).

El tercihi birçok çalışmada klinik durumlar ve hastalıklarla da ilişkilendirilmiştir. Örnek olarak unilateral tutulum gösteren yetişkinlik çağı baş ağrısı sendromlarından biri olan migren verilebilir. Ağrı lateralizasyonun migrende el hakimiyetinden etkilenebileceği düşünülmektedir. Bu lateralizasyon migrenin bazı klinik ve patofizyolojik özelliklerini etkilemektedir (43).

2.5. Göz Tercihi

İnsanlar günlük aktivite ve işlerini yaparken tek gözünü kullanması gereken durumlarda (örneğin atış sporlarında nişan almak), bilinçsizce bir gözünü tercih etmektedir (44). Göz tercihi veya oküler baskınlık; görsel verinin işlenmesi için bir gözü diğerine tercih etmek manasına gelmektedir. Göz tercihi için de el tercihi gibi lateralizasyondan bahsetmek mümkün olmakla birlikte; durum el tercihinde olduğundan daha karmaşıktır. Bunun sebebi ise her iki hemispherium cerebri'nin her iki gözü de kontrol etmesidir. Fakat her bir hemispherium cerebri görme alanının farklı bir yarısının, yani retina'nın farklı bir yarısının kontrolünü sağlar (45).

Toplumun yaklaşık %70'i sağ göz baskındır. Sol göz baskınlığı ise toplumun %29'unda görülmektedir. %1 lik bir kısımda ise baskın göz saptanmamıştır (46).

Baskın göz; daha iyi bir görme keskinliğine sahip olmakla ilgili değildir, tercih nedeniyle diğerinden daha iyi bir görüşe sahiptir. Baskın göz vizüel kortekse diğer göze oranla daha çok duyuşal veri gönderir ve nesnelerin yeri gibi bilgileri daha doğru şekilde aktarır.

Baskın göz araştırmaları yalnızca bilimsel merak olmanın yanında klinik öneme de sahiptir. Çalışmalar, normal binokülerliği ve eşit kırılma hataları olan hastalarda göz baskınlığı için fizyolojik, duyuşal ve motor temellerin varlığını doğrulamıştır (47). Örneğin baskın gözün tespiti, hastanın postoperatif memnuniyeti için katarakt ameliyatlarında ve aynı zamanda refraksiyon kusurlarının düzeltilmesinde klinik açıdan anlam taşımaktadır.

Göz ve el tercihinin çok zayıf bir ilişkiye sahip olduğu gösterilmiştir: sağ elini kullananların %66' sı sağ göz baskınken sol elini kullananların %60' ı sol göz tercihine sahiptir (48).

Sinirsel bir göz baskınlığı mekanizmasının kanıtı anormal binoküler görme sisteminin incelenmesinden gelir. Aşırı göz baskınlığı, genel popölasyonda %2-4' lük bir insidansla kronik normal monoküler ve binoküler fonksiyon kaybına neden olan nörogelişimsel bir bozukluk olan ambliyopi ile ilişkilidir. İki gözün duyuşal veri girişı, binoküler görmeyi sağlamak için ilk olarak primer vizüel kortekste birleştirilir. Bu nedenle, bu aşamada veri işlemenin göz tercihinde belirleyici olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, göz hakimiyeti ile beyin arasındaki ilişkiyi anlamak, cortex cerebri'nin algıya hizmet etmek için kullandığı nöronal mekanizmalarını araştırmak için bir fırsattır (49).

2.6. Beyin MR Görüntüleri ve VolBrain Hacim Analizi

Konvansiyonel MRG; non-invaziv, iyonizan radyasyon içermeyen ve beynin detaylıca değeriendirilmesi açısından son yıllarda yaygın şekilde kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yaygın şekilde kullanılan 3.0-Tesla (T) MR'lar, anatomik yapıların ayrımının net bir şekilde yapılabildiğı yüksek çözünürlük ve artmış duyarlılık özellikleriyle tanı-tedavi süreçlerine farklı ve yenilikçi bir bakış açısı getirmiştir. Radyofrekans vuruları ve gradientlerin farklı gruplamaları ile oluşturulan T1 ağırlıklı sekanslardan bir tanesi olan "Magnetization-Prepared Rapid Acquisition with Gradient Echo" MPRAGE sekansı yüksek çözünürlüklü 3 boyutlu görüntülerin elde edilmesi ve hacimsel ölçümlerin yapılmasına olanak sağlamıştır (50,51).

Segmentasyon olarak adlandırılan kantitatif değerlendirme uygulamaları, beyin yapısının analizini; nöroanatomi ve nörofizyolojinin temelini, pek çok nörolojik hastalığın etyolojisini anlamakta fayda sağlar. Halen tercih edildiği kısıtlı konular bulunmakla birlikte manuel segmentasyon, beyin dokularını doğru bir şekilde değerlendirmek için geçmiş zamanlarda sıkça kullanılmıştır. Fakat bu işlemin zaman ve verilen emek açısından yorucu ve uzun sürmesi pratikte kullanımını kısıtlandırmaktadır.

Manuel segmentasyonlar otomatik segmentasyon yöntemleri zaman, doğruluk ve tekrarlanabilme açısından karşılaştırıldığında Otomatik segmentasyonun intrakraniyal kavite, subkortikal ve kortikal yapıların ayrı ayrı hacimlerinin daha iyi bir şekilde değerlendirildiği kanıtlanmıştır.

Web tabanlı volümetrik ölçüm uygulaması olan VolBrain'in avantajları arasında daha hızlı, maliyetsiz (ücretsiz uygulama) kolay ulaşılabilir olması birçok otomatik segmentasyon modelinden öne çıkarmaktadır. Intrakranial kavite tüm WM, GM ve beyin-omurilik sıvısının (BOS) hacimleri, doku Hacimleri olarak değerlendirilen WM, GM hacimleri, cerebrum, cerebellum ve truncus encephali hacimleri ventriculus lateralis hacimleri ile subkortikal GM yapıları (putamen, nuc. caudatus, globus pallidum, thalamus, hippocampus, amigdala ve nuc. accumbens). Segmentasyon başarısızlığı oran olarak (%0.4) düşük sayılmaktadır. Dezavantajları arasında her bir kullanıcıya günlük sınırlı işlem limiti koyması (10 vaka), istatistiksel analiz yapılamaması sayılabilir (52).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Veri İstatiksel Analizi

Veri analizi için SPSS 22 programı kullanılmıştır. Öncelikle araştırmacı tarafından veri kontrolü yapılarak eksik ya da hatalı veriler düzeltilmiştir. Veri analizinde demografik değişkenlere göre betimsel istatistikler (frekans, yüzde, ortalama, standart sapma) verilmiştir. İstatiksel analizlerde ise kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki-kare analiz yöntemi, iki gruba ilişkin ölçümlerin karşılaştırılmasında bağımsız gruplar t testi parametrik yöntemi ve bu yöntem için veri sayısı az olduğunda benzer koşulda kullanılan Mann Whitney U analiz yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca tek bir gruba ilişkin iki farklı ölçüm ise bağımsız gruplar t testi analiz yöntemi ile elde edilmiş olup eğer tek grup için örneklem büyüklüğü az ($n < 20$) ise Wilcoxon Sıralı işaretler testi yöntemi kullanılmıştır. Parametrik yöntemler için sürekli olan verilerde ölçümlere ilişkin puanların normalliği Shapiro Wilk testi ile incelenmiştir. Yapılan istatiksel analizler %95 güven aralığında ve $p < 0.5$ anlamlılık düzeyinde test edilmiştir.

3.2. Edinburgh El Tercihi Anketi

Deneklerin el tercihleri Geschwind ve Behan' in düzenleyerek son haline getirdiği el tercihi anketi kullanılmıştır. Deneklere yazı yazımı, çizim, fırlatma, makas kullanımı, diş fırçalama, kaşık, bıçak (çatalsız) kullanımı, kibrit yakma, kapı kilidi açma aktivitelerini yaparken tercih ettikleri elleri sorgulandı. El tercihi puanı değerlendirmesi için sağ el (+10), her iki el kullanımı (0), sol el (-10) şeklinde puanlamalarla Geschwind Skoru (GS) hesabı yapıldı. Bu puanlama ile; 40 ile 100 puan arası sağlak, -30 ile +30 puan arası çift elleri, -40 ile -100 puan arası solak olarak tanımlandı (53).

3.3. Delik Kağıt Testi

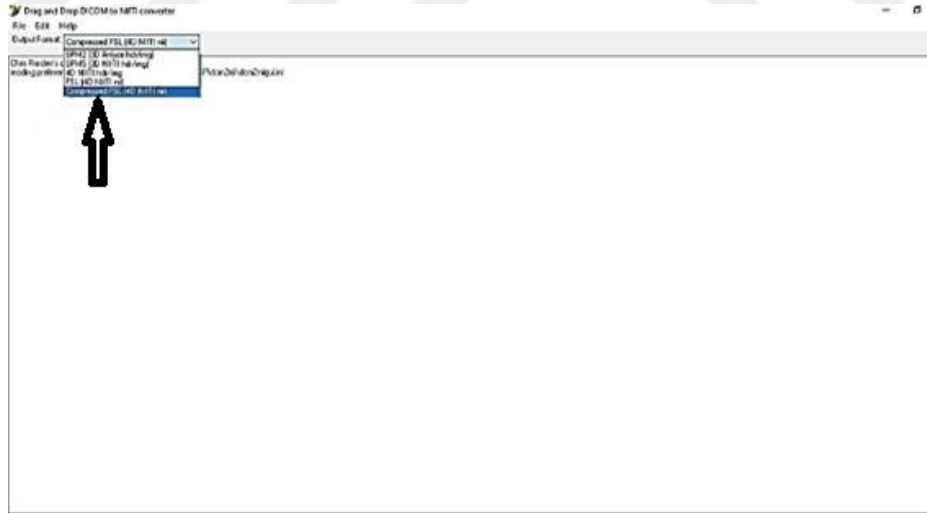
Baskın gözü belirlemek adına genel geçer bir değerlendirme olarak kullanılan delik kağıt testi uygulandı. İlk olarak deneklere, her iki elleriyle kağıdın iki yanından tutarak 3 metre uzaklıkta bulunan 8 cm çapında koyu renkli bir daire şeklinde olan hedefe kağıttaki delikten (delik çapı 3 cm) bakmaları istendi. Bu bakış sırasında kollarının yere paralel şekilde tutulması ve deliğin göz hizasına getirilmesi gerektiği anlatıldı. Önce her iki gözüyle, sonra sırasıyla sağ ve sol gözleriyle, kollarının pozisyonu değişmeden delikten hedefe bakması istendi. Tek gözle bakış esnasında delikten görülen hedef görüntüsü hangi

gözde kaymaz ise o göz dominant göz olarak belirlendi. Test her deneğe 3 kez uygulandı. Sonuçlarda herhangi bir farklılık olmadığı izlenerek kaydedildi (54).

3.4. Volbrain Metodu İşlem Basamakları

KTÜ Radyoloji ABD aracılığıyla PACS sistem (Picture Archiving and Communication System) görüntüleyicisi üzerinden alınan beyin MR T1 görüntülerinin MPRAGE sekansları kullanılmıştır (Parametreler: Sagittal Repetition time (TR)=1900ms, Echo Time (TE)=2.67ms, FOV=250mm, Matrix:256x256, Slice Thickness=1mm). Tüm MR görüntüleri volüm hesaplamaları öncesi-sonrası taranarak yapısal lezyonu olan denekler ile analiz sonucu uygunsuz olan denekler çalışmadan çıkarıldı.

Deneğe ait olan beyin MR T1 görüntüleri mricron programı aracılığıyla niftii formatına çevrildi (Resim 9). <https://volbrain.upv.es/> adlı sayfadan ücretsiz üyelik alınarak web sayfası görüntülendi. Deneğin görüntüleri dışından sisteme yalnızca yaş ve cinsiyet bilgisi girildi. User area sekmesindeki vol2brain başlığı işaretlendi. (Resim 10-13). Niftii formatına dönüştürülen dosya sisteme yüklenerek sonuç çıktıları pdf formatında indirildi (55).



Resim 9. DICOM görüntülerinin niftii formatına çevrilmesi

volBrain

HOME SUBMIT RESULTS PROFILE LOGOUT

Brain

☐ AssemblyNet **1** ☒ vol2Brain ☐ volBrain

Provides brain parcellation, cortical thickness, intracranial cavity, brain tissues (including WM lesions) using a T1w MR image.

The vol2Brain pipeline requires a 3D T1w MRI as input (see description). You have to provide an **anonymized** and **compressed** NIFTI (.nii.gz) file. If you supply gender and age, the expected bounds for each tissue/structure will be included in the report (see tutorial).

Warning: vol2Brain has been designed to deal with standard T1w images (SPGR and MPAGE at 1.5T and 3T) without any preprocessing (e.g., skull stripping, registration, ...). Pipeline failures are expected for other image types (Gd-enhanced T1w, T2w, etc) or preprocessed MRI.

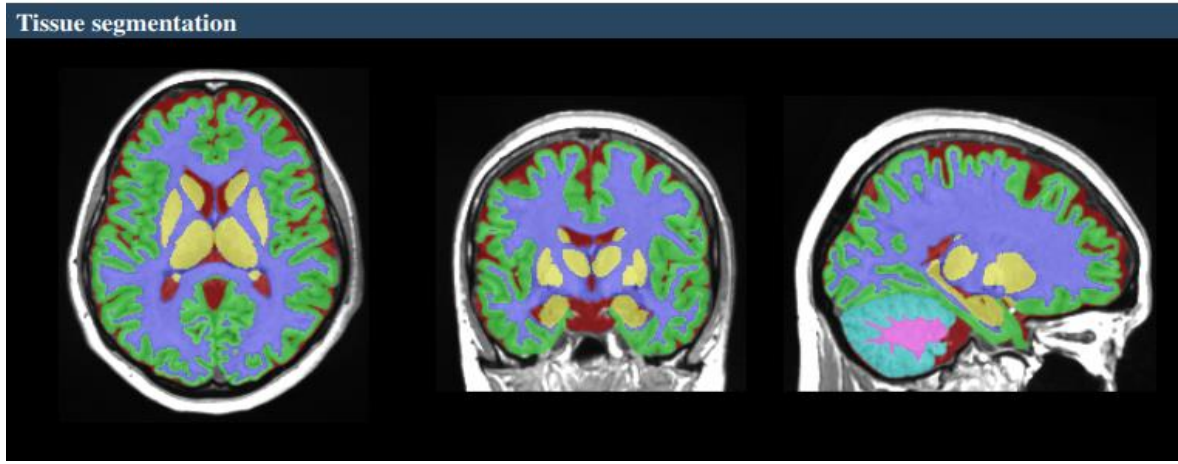
Mandatory

T1w Image **2** Browse

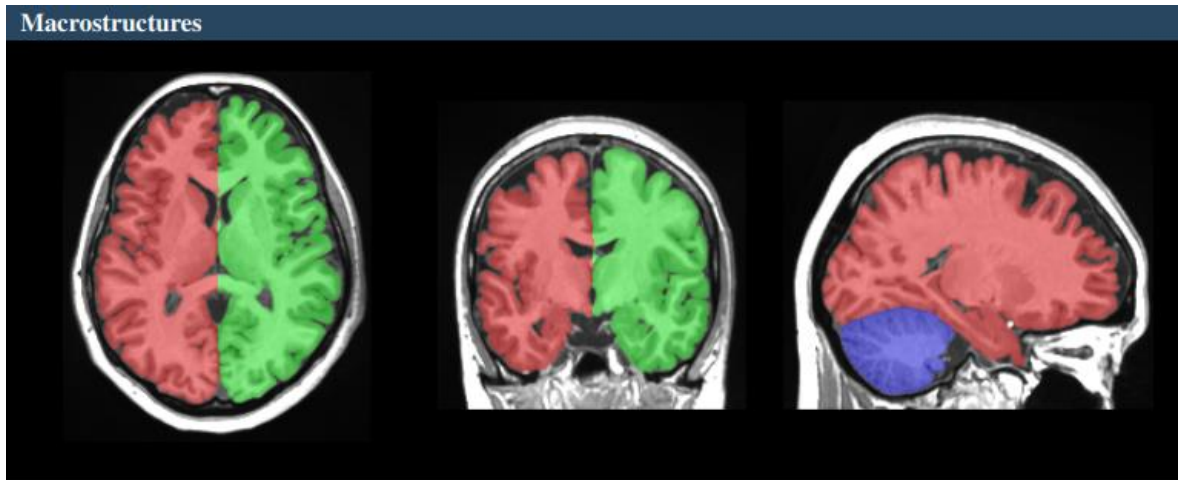
Optional

Sex **3 ve 4** Age

Resim 10. Görüntülerin VolBrain sistemine yüklenmesi

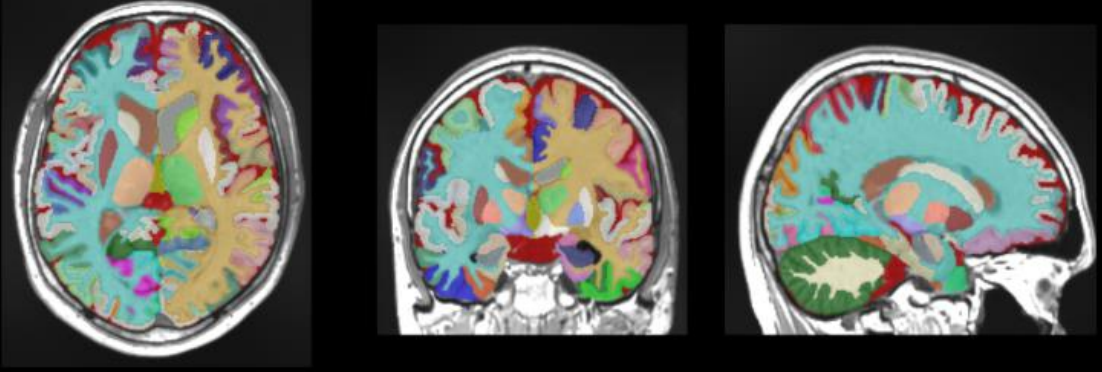


Resim 11. VolBrain MRG sonuç raporu doku segmentasyon görüntüsü



Resim 12. VolBrain MRG sonuç raporu hemisferler ve serebellum yapıları

Structure segmentation



Resim 13. VolBrain MRG sonuç raporu tüm yapıların segmentasyon görüntüsü

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırma problemlerine göre elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Araştırmaya 61 denek dahil edilmiştir. Deneklerin %55.7'si kadın ve %44.3' ü erkektir. Deneklerin %86.9' u için el tercihi sağ ve %13.1'i için sol eldir. Göz tercihi göre ise deneklerin %78.7' si sağ, %19.7' ü sol ve %1.6' sı ise her iki gözdür. Sürekli olan ölçümlere ilişkin betimsel istatistikler de verilmiştir. Deneklerin yaşları 18-65 arasında değişmekte ve yaş ortalaması ise 35'tir. Toplam serebral hacim ölçümü 602-1280,5 arasında olup ortalaması 987.2'dir. Toplam WM ölçümü 204.5-601,7 arasında olup ortalaması 423.4'tür. Toplam GM ölçümü 355.9-745.8 arasında olup ortalaması 564.5'tir. Lobus frontalis hacimleri 104-235.5 arasında olup ortalaması 170.5'dir. Son olarak lobus occipitalis hacmi 39.1-95.9 arasında olup ortalaması 71.8'dir (Tablo 1).

Tablo 1. Değişkenlere göre betimsel istatistik tablosu

Değişkenler	Grup	n(%)
Cinsiyet	Kadın	34(55.7)
	Erkek	27(44.3)
El Tercihi	Sağ	53(86.9)
	Sol	8(13.1)
Göz Tercihi	Sağ	48(78.7)
	Sol	12(19.7)
	Her iki göz	1(1.6)
Yaş, Ort±ss (Min-Maks)		35±14.3(18-65)
Toplam serebral hacim, Ort±ss (Min-Maks)		987.2±145(602-1280.5)
Toplam WM, Ort±ss (Min-Maks)		423.4±75.5(204.5-601.7)
Toplam GM, Ort±ss (Min-Maks)		564.5±82.8(355.9-745.8)
Lobus Frontalis, Ort±ss (Min-Maks)		170.5±27.6(104-235.5)
Lobus Occipitalis, Ort±ss (Min-Maks)		71.8±10.9(39.1-95.9)

Deneklerin el tercihi ile göz tercihleri arasında ilişki olup olmadığı ki-kare analizi ile incelenmiştir. Bu yöntem en az iki kategorili iki değişkenin kategorilerinin oranlarını karşılaştırmada kullanılan ve parametrik olmayan bir yöntemdir.

Deneklerin el tercihleri ile göz tercihlerine ilişkin oranlar arasında anlamlı ilişki yoktur ($p>0.5$). Yani deneklerin el tercihlerine göre göz tercihleri farklılaşmamaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. El tercihi ile göz tercihi arasında Ki-Kare analiz tablosu

El Tercihi	Göz Tercihi		p
	Sağ	Sol	
Sağ	43(82.7)	9(17.3)	0.184
Sol	5(62.5)	3(37.5)	

Tüm deneklerin sağ ve sol tüm hacimsel ölçümler arasındaki fark bağımlı gruplar t testi ile incelenmiştir. Bu yöntem tek bir grupta iki farklı ölçümün karşılaştırılmasında kullanılan parametrik bir yöntemdir. Veri sayısı ($N>30$) yeterli olup tüm değişkenler normal dağılım özellik göstermektedir.

Tüm deneklerin sağ ve sol hemisfer, WM, GM, lobus frontalis, lobus parietalis, limbik cortex, hippocampus ve thalamus ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p>0.5$). Tüm deneklerin sağ hemisfer, WM, GM, lobus frontalis, lobus parietalis, hippocampus ve thalamus ölçüm ortalaması sol ölçümlerine göre daha yüksek iken sol limbik cortex ölçüm ortalaması sağ tarafa göre daha yüksektir. Tüm deneklerin lobus temporalis, Lobus occipitalis, insula ve amygdala ölçümleri arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.5$) (Tablo 3).

Tablo 3. Sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasında bağımlı gruplar t testi tablosu (tüm denekler)

Değişkenler	Sağ	Sol	p
Hemisfer	495.7±72.9	491.5±72.4	0.000*
WM	213.2±37.6	210.2±38	0.000*
GM	282.9±41.9	281.6±41	0.039*
Lobus frontalis	86.2±14	84.3±13.6	0.000*
Lobus temporalis	55.8±10.6	55.2±8.5	0.398
Lobus parietalis	50.9±8.6	49.3±8.2	0.000*
Lobus occipitalis	35.8±5.8	36±5.5	0.668
Limbik cortex	20.2±3	21.3±3.4	0.000*
İnsula	14.4±2.9	14.7±2.8	0.119
Amygdala	1±0.2	1±0.2	0.776
Hippocampus	4.2±0.6	4±0.6	0.012*
Thalamus	5.8±0.8	5.7±0.9	0.036*

* $p<0.5$

El tercihine göre sağ ve sol tüm hacimsel ölçümler arasındaki fark için bağımlı gruplar t testi parametrik yöntemi ile bu yöntemin parametrik olmayan yöntemi olan Wilcoxon sıralı işaretler t testi yöntemi kullanılmıştır. El tercihi sol olan denek için veri sayısı az (N=8) olduğu için bu yöntem kullanılmıştır.

Tablo 4. El tercihine göre sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasında karşılaştırma tablosu

Değişkenler	El Tercihi Sağ (N=53)		p	El Tercihi Sol (N=8)		p
	Sağ	Sol		Sağ	Sol	
Hemisfer	500.3±74.5	496.8±73.9	0.005*	465.5±55.7	456.1±51.9	0.012**
WM	217.1±36.2	214.5±36.4	0.000*	187±38.7	181.9±37.8	0.025**
GM	283.6±44.3	282.5±43.4	0.121*	278.1±21.1	275.4±19.2	0.128**
Lobus frontalis	86.6±14.7	84.6±14.3	0.000*	83.6±8.1	82.4±8.6	0.161**
Lobus temporalis	55.8±11.2	55.3±9.1	0.46*	55.4±5.1	54.7±2.8	0.889**
Lobus parietalis	51.1±9	49.5±8.6	0.000*	49.5±5.7	48.1±5.9	0.161**
Lobus occipitalis	36±6	36.1±5.7	0.707*	34.9±3.5	35.1±4.7	0.889**
Limbikcortex	20.2±3.2	21.4±3.6	0.000*	20.4±1.6	20.2±1.6	0.779**
İnsula	14.5±3.1	14.7±2.9	0.207*	13.9±1.1	14.3±1.5	0.092**
Amygdala	1±0.2	1±0.2	0.776*	1.1±0.2	1.1±0.2	0.779**
Hippocampus	4.2±0.6	4.1±0.7	0.026*	4±0.3	3.8±0.4	0.092**
Thalamus	5.8±0.9	5.7±0.9	0.069*	5.8±0.3	5.7±0.4	0.441**

*Bağımlı gruplar t testi anlamlılık (p) değeri; **Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi anlamlılık değeri

El tercihi sağ olan deneklerin hemisfer, WM, lobus frontalis, lobus parietalis, limbik cortex ve hippocampus sağ ve sol ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). El tercihi sağ olan denekler için sağ taraftaki hemisfer, WM, lobus frontalis, lobus parietalis ve hippocampus ölçüm ortalaması sol tarafa göre daha yüksek iken sol taraftaki limbik cortex ölçüm ortalaması sağ tarafa göre daha yüksektir. El tercihi sol olan denekler için ise hemisfer ve WM sağ ve sol ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). El tercihi sol el olan denekler sağ taraftaki hemisfer ve WM ölçüm ortalaması sol tarafa göre daha yüksektir (Tablo 4).

Cinsiyete göre her bir göz tercihinde sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasındaki fark için bağımsız gruplar t testi parametrik yöntemi ile bu yöntemin parametrik olmayan yöntemi olan Mann Whitney U testi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemler iki gruba ilişkin ölçümlerin karşılaştırılmasında kullanılır. Veri sayısı göz tercihi sol olan grupta cinsiyet kategorisinde yeterli büyüklükte olmadığından ($n<20$) dolayı parametrik olmayan yöntem kullanılır.

Tablo 5. Cinsiyete göre her bir göz tercihinde sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasında karşılaştırma tablosu

Göz Tercihi (N)	Değişkenler	Sağ		p	Sol		p**
		Erkek	Kadın		Erkek	Kadın	
Göz Tercihi Sağ (Erkek=28, Kadın=24)	Hemisfer	534.8±73.4	458.1±57.4	0.000*	529.4±75.7	454.5±54.5	0.000*
	WM	230.3±37.6	195.7±30.6	0.001*	226.4±38.8	192.8±30.5	0.002*
	GM	304.5±40.1	262.9±34.8	0.000*	303.3±41	262.1±32.4	0.000*
	Lobus frontalis	92.7±13.6	80±11.2	0.001*	91±13.7	78.2±10.7	0.001*
	Lobus temporalis	59.9±8.2	52±12	0.015*	59.7±9.2	51.3±6.2	0.000*
	Lobus parietalis	55.2±8.2	46.7±7.6	0.001*	53.3±8	45.4±7.1	0.001*
	Lobus occipitalis	38±4.8	33.7±6.2	0.012*	38.8±5.2	33.5±4.6	0.000*
	Limbikcortex	21.5±3.1	19.2±2.7	0.011*	23.2±3.2	19.8±2.6	0.000*
	İnsula	15.9±3.6	13.4±2.1	0.003*	16±2.9	13.6±2	0.001*
	Amygdala	1.1±0.2	1±0.2	0.109*	1.1±0.2	1±0.2	0.171*
	Hippocampus	4.3±0.6	4±0.6	0.179*	4.1±0.7	3.9±0.6	0.145*
	Thalamus	6.2±0.8	5.4±0.7	0.000*	6.1±0.8	5.4±0.7	0.002*
Göz Tercihi Sol (Erkek=6, Kadın=6)	Hemisfer	556.2±46.2	503.7±31.4	0.025**	552.6±50.6	498.3±33	0.055**
	WM	242.1±31.7	218±31.7	0.200**	239±34.3	217±32.4	0.262**
	GM	315.7±31.1	285.2±24	0.15**	313.7±32.6	281.5±23.3	0.078**
	Lobus frontalis	96.7±12.3	87.8±11.3	0.200**	94.9±11.6	84.8±9.8	0.15**
	Lobus temporalis	62±7	55.9±3.7	0.109**	60.7±8.5	55.4±3.4	0.337**
	Lobus parietalis	58.1±5.2	50.9±5.4	0.078**	56.4±4.9	49.6±4.4	0.078**
	Lobus occipitalis	39.6±4.4	35.9±2.7	0.078**	40.2±5.3	35.6±3.6	0.109**
	Limbikcortex	22±2.7	19.6±2.2	0.15**	23.2±4.3	20.9±2.9	0.423**
	İnsula	15.1±1.3	14.2±1.5	0.262**	16.5±1.8	14.6±2.2	0.150**
	Amygdala	1.2±0.2	1±0.1	0.004**	1.2±0.2	1±0.1	0.025**
	Hippocampus	4.7±0.5	4.2±0.3	0.055**	4.4±0.8	4.2±0.3	0.337**
	Thalamus	6.6±0.6	5.7±0.2	0.01**	6.7±0.6	5.7±0.3	0.004**

*Bağımsız Gruplar T testi anlamlılık değeri; ** Mann-Whitney U Testi anlamlılık değeri

Göz tercihi sağ olan deneklerde cinsiyete göre hemisfer, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbik cortex, insula ve thalamus sağ taraf ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). Anlamlı çıkan tüm bu değişkenler için göz tercihi sağ olan deneklerde erkeklerin sağ taraf ölçüm ortalaması kadınlara göre daha yüksektir. Benzer şekilde göz tercihi sağ olan deneklerde cinsiyete göre hemisfer, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbik cortex, insula ve thalamus sol taraf ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). Anlamlı çıkan tüm bu değişkenler için göz tercihi sağ olan deneklerde erkeklerin sol taraf ölçüm ortalaması kadınlara göre daha yüksektir. Göz tercihi sol olan deneklerde cinsiyete göre hemisfer, amygdala ve thalamus sağ taraf ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). Göz tercihi sol olan deneklerde erkeklerin sağ taraf hemisfer, amygdala ve thalamus ölçüm ortalaması kadınlara göre daha yüksektir. Göz tercihi sol olan deneklerde cinsiyete göre amygdala ve

thalamus sol taraf ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0,5$) ve bu denekler için erkeklerin sol taraftaki amygdala ve thalamus ölçüm ortalaması kadınlara göre daha yüksektir (Tablo 5).

Cinsiyete göre her bir el tercihinde sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasındaki fark için bağımsız gruplar t testi parametrik yöntemi ile bu yöntemin parametrik olmayan yöntemi olan Mann Whitney U testi yöntemi kullanılmıştır. Veri sayısı el tercihi sol olan grupta cinsiyet kategorisinde yeterli büyüklükte ($N>20$) olmadığından dolayı parametrik olmayan yöntem kullanılır.

Tablo 6. Cinsiyete göre her bir el tercihinde sağ ve sol hacimsel ölçümleri arasında karşılaştırma tablosu

El Tercihi (N)	Değişkenler	Sağ		p	Sol		p
		Erkek	Kadın		Erkek	Kadın	
El Tercihi Sağ (Erkek=29, Kadın=24)	Hemisfer	537.8±77	469.2±56.9	0.000*	533.9±78.6	466.1±54	0.001*
	Wm	233.2±38.3	203.8±28.7	0.002*	230.1±39.4	201.5±28.4	0.004*
	Gm	305±44.4	265.9±36.1	0.001*	303.8±44.9	264.9±33.7	0.001*
	Lobus frontalis	93.3±14.8	81.1±12.3	0.002*	91.3±14.7	79.1±11.4	0.001*
	Lobus temporalis	59.8±9.2	52.6±11.8	0.018*	59.8±10	51.5±6.2	0.001*
	Lobus parietalis	55.6±8.4	47.4±7.7	0.001*	53.4±8.6	46.3±7.2	0.002*
	Lobus occipitalis	38.1±5.3	34.2±6.1	0.020*	38.6±5.9	34±4.6	0.002*
	Limbik cortex	21.5±3.2	19.1±2.7	0.006*	23.3±3.6	19.9±2.8	0.000*
	İnsula	15.7±3.7	13.4±2.1	0.008*	16±3.2	13.6±2.2	0.002*
	Amygdala	1.1±0.2	1±0.2	0.005*	1.1±0.2	1±0.1	0.021*
El Tercihi Sol (Erkek=5, Kadın=3)	Hippocampus	4.3±0.7	4.1±0.6	0.158*	4.2±0.7	3.9±0.6	0.069*
	Thalamus	6.3±0.9	5.4±0.6	0.000*	6.2±1	5.4±0.7	0.001*
	Hemisfer	493.8±55,5	448.6±54.1	0.297**	483.7±48.7	439.6±51.1	0.456**
	Wm	206.1±34	175.5±40	0.297**	199.3±30.1	171.4±41.1	0.297**
	Gm	287.7±25,8	272.4±18.3	0.297**	286.3±22.1	268.8±16.1	0.297**
	Lobus frontalis	84.2±14,1	83.2±4	0.655**	84.8±13.4	80.9±5.7	0.655**
	Lobus temporalis	58.5±2,5	53.6±5.6	0.297**	54.3±2.5	55±3.3	0.655**
	Lobus parietalis	52.7±4,6	47.5±5.7	0.099**	52±6.2	45.7±4.7	0.101**
	Lobus occipitalis	37.6±1,3	33.3±3.5	0.025**	39.1±3.4	32.7±3.7	0.025**
	Limbik cortex	20.6±2,1	20.3±1.5	0.881**	20.3±1.6	20.2±1.7	0.881**
	İnsula	13.5±1,3	14.1±1.1	0.297**	13.9±1.9	14.5±1.4	0.297**
	Amygdala	1±0,2	1.1±0.2	0.655**	1±0.2	1.1±0.2	0.655**
	Hippocampus	4.1±0,4	4±0.3	0.456**	3.5±0.5	4±0.4	0.456**
	Thalamus	5.9±0,3	5.8±0.3	0.655**	5.6±0.4	5.8±0.4	0.655**

*Bağımsız Gruplar T testi anlamlılık değeri; ** Mann-Whitney U Testi anlamlılık değeri

El tercihi sağ olan deneklerde cinsiyete göre hemisfer, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbik cortex, insula, amygdala ve thalamus sağ taraf ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). Anlamlı çıkan tüm bu değişkenler

için el tercihi sağ olan deneklerde erkeklerin sağ taraf ölçümleri kadınlara göre daha yüksektir. Benzer şekilde el tercihi sol olan deneklerde cinsiyete göre hemisfer, WM, lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, limbik cortex, insula, amygdala ve thalamus sol taraf ölçümleri arasında anlamlı fark vardır ($p<0.5$). Anlamlı çıkan tüm bu değişkenler için el tercihi sağ olan deneklerde erkeklerin sol taraf ölçümleri kadınlara göre daha yüksektir. El tercihi sağ taraf olan deneklerin hem sağ hem de sol hippocampus ölçümleri arasında cinsiyete göre anlamlı fark yoktur ($p>0.5$). El tercihi sol olan denekler için sadece lobus occipitalis sağ ve sol ölçümleri cinsiyete göre anlamlı olarak elde edilmiştir ($p<0.5$). El tercihi sol olan deneklerde erkeklerin sağ ve sol lobus occipitalis ölçüm ortalaması kadınlara göre daha yüksektir (Tablo 6).

5. TARTIŞMA

Hemisferik lateralizasyon, insanlarda fonksiyonel kortikal organizasyonun merkezi özellikleri arasındadır. Hemisferler arasındaki fonksiyonel farklılıkların tanınması genellikle morfolojik farklılıklarına olan ilgiyi tetikler ve bunun tersi de geçerlidir. Gerçekten de hemisferler arasındaki kaba morfolojik farklılıklar, fonksiyonel farklılıklarla ilişkili olabildiğinden ötürü ilgi çekicidir. Beyin biyolojisi ve işlevi arasındaki ilişki brüt morfoloji (sitoarşitektetik, biyokimyasal vb.) dışındaki birçok düzeyde ifade edilebileceğinden, bu tür ilişkilerin ne derece çizilebileceği belirsizliğini korumaktadır. Bu nedenle, bölgesel beyin işlevini bölgesel beyin morfolojisinden çıkarmaya yönelik çalışmalar, ne kadar cazip olursa olsun, büyük bir dikkat gerektirmekte ve “daha büyük daha iyidir” yapı–işlev ilişkisine dair herhangi bir iddia bu uyarıyla hafifletilmelidir. Bu tür endişelere rağmen, işlevsel yeterlilik ile altta yatan alanın bölgesel hacim veya yüzey alanı boyutu gibi brüt morfometrik kortikal özellikleri arasında genellikle makul ölçüde doğrudan bir “daha büyük daha iyidir” ilişkisinin bulunduğu kanıtlar artmaktadır (56).

Bir organizmanın veya bir organizmanın bir kısmının mükemmel simetriden sapmaları uygun bir şekilde üç kategoriye ayrılabilir.

Yön asimetrisi: Normalde düzlemin bir tarafında veya simetri düzlemlerinde diğerinden daha büyük bir karakter gelişimi olduğunda ortaya çıkar. Varlığı, iki taraf arasında sistematik olarak farklılık gösteren bir karakterin ortalama değerleri ile tespit edilebilir. Memeli kalbi buna iyi bir örnektir.

Antisimetri: Asimetrisinin normalde mevcut olduğu, ancak hangi tarafın daha fazla geliştiğinin değişken olduğu, görünüşte daha az yaygın olan durumu ifade eder. Basit bir örnek; sağ ve sol elini kullanan, ancak çok az iki elleri kullanan bir insan nüfusu olabilir.

Dalgalanan asimetri: Her yerde bulunabilen, organizmaların kesin olarak belirlenmiş yollarda gelişmemesinden kaynaklanan asimetridir. Taraflar ve eşdeğeri arasındaki farklılıkların normal (veya iki terimli) bir dağılımına neden olması beklenebilir ve aslında genellikle bu şekilde sonuçlanabilmektedir.

Bu asimetri türlerinden herhangi ikisi veya üçü aynı karakterde birlikte ortaya çıkabilir. Bu, özellikle yön ve dalgalanan asimetri kombinasyonu olmak üzere oldukça yaygındır.

15 Haziran 1865 Perşembe günü, genç doktor Pierre Paul Broca (1824-1880), konuşma ve dil hakkındaki makalesini Paris'teki Société d'anthropologie'ye teslim etmiştir. Sunumu, deneklerin konuşma eksikliklerini önce analiz ettiği ve ardından beyinlerinin hasarlı kısımlarını titizlikle yeniden yapılandığı son beş yıldaki çalışmalarını özetlemekteydi. Makalesi ünlü “Nous parlons avec l'hémisphère gauche” ifadesiyle sona erdi (“Sol hemisferle konuşuyoruz”). O gün konuşulan bu makale, 19. yüzyılın iki merkezi bilimsel dogmasını sonsuza dek yıktı, Broca'yı ölümsüz kıldı ve serebral asimetri araştırmalarının başlangıcını işaret etti. Ancak Fransa'da bu dönemde ortaya çıkan bilimsel olaylar sadece geçmişin bir kanıtı olmakla kalmamakta, aynı zamanda serebral asimetrisinin karşılaştırmalı bakış açısının yüzyıllarca ihmal edilmesinden, bu alandaki sınırlı sayıda hayvan modelinden ve bunun sonucunda ortaya çıkan beynin nörobiyolojik temelleri ile serebral sol-sağ farklılıkları hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmamamızdan sorumlu tutulmaktadır (39).

İnsanların çoğunluğu sağ elini kullananlar olarak sınıflandırılırken, %10.6'sı çoğu tek eli ve bimanual görev için sol elini kullanmayı tercih. Aslında, tarih boyunca ve kültürler arasında nüfus düzeyinde bir solak azınlığı tutarlı bir şekilde gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, el becerisinin karmaşıklığı genellikle takdir edilmez ve bu özelliğin çeşitli yönleri yanlış anlaşılabilir. El tercihi genellikle yön (sol veya sağ) açısından düşünülse de dereceye veya kuvvete göre de ölçülebilir. Örneğin, belirli bir 'sağ elini kullanan', sağ elini belirli bir görev için kullanma konusunda çok güçlü bir tercihe sahip olabilir veya alternatif olarak bu tercih nispeten zayıf olabilir. Ek olarak, bireyin el tercihini basitçe değerlendirmek yerine, iki el arasındaki beceri farkını ölçmek için davranışsal önlemler kullanılabilir (yani göreceli el becerisi). El tercihinde olduğu gibi, göreceli el becerisi hem yön (sağ> sol veya sol> sağ) hem de güç (güçlü veya zayıf yanal) açısından düşünülebilir (57, 58).

Son çalışmalar, el tercihi ile ilişkili genetik varyantlar ile şizofreni gibi nöropsikiyatrik hastalıklar arasında ilişkiler bulmuştur. Dahası, el becerisindeki genetik faktörler, muhtemelen geç yaşamda nörodejeneratif hastalıklara karşı seçici savunmasızlıkla ilgili olarak beyin gelişimi ve morfolojisi ile de ilişkilidir (59).

Rosenbach (1903), izole haldeki iki gözünün her biri eşit görme sağlayabilse de çoğu insanın baskın bir göze sahip olduğunu keşfetti. Basit bir nişan testi uygulayarak her iki gözü açıkken, katılımcılarda işaret parmaklarından biriyle uzak bir hedefe nişan almalarını istedi. Parmak panum bölgesinin dışında görüntülendiğinde, iki katına çıkmış gibi görüldüğünü ve böylece çoğu insanın bir gözün görüntüsünü diğerinin görüntüsüne tercih ettiğini ortaya koydu. Baskın göz, alternatif oklüzyonla tanımlanabilmektedir. Baskın gözle bakıldığında işaret parmağı hedefle hizalanırken, diğer gözle bakıldığında işaret parmağı bir tarafa kaydırılmış gibi görünür (60).

Klinik uygulamada yaygın olarak kullanılan bir kavram olan oküler baskınlık (OD), optometri ve refraktif cerrahide önemli bir rol oynar (61). Oküler baskınlık, görme yolları boyunca, özellikle primer vizuel kortekste nöronların karşı tarafa nazaran göreceli olarak tercihi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca diplopiyi önlemek için baskın olmayan gözden gelen girdinin bastırılmasını içermekte olup, ambliyopi gibi göz hastalıklarının neden olduğu uzun süreli baskılama ile ilişkilidir (62).

Hillemanns (1927) Rosenbach'ın bulgularını doğrulayacak çalışmalarda bulundu. Ambliyopi olmayan 400 denek üzerinde yaptığı çalışmada, yaklaşık %40' ı sağ gözde yaklaşık %20' si sol gözde baskınlık gösterdi. Yaklaşık %40' ı işaret parmağının çift görüntülerinden hangisinin hedefle aynı hizada olması gerektiğinden emin değildi ve seçim yapmak zorunda kaldıklarında tekrarlanan testlerde farklılık gösterdiler (63). Diğer bazı nişan testlerinde de benzer sonuçlar elde edildiği sonraki çalışmalarda izlendi.

Önceki çalışmalarda görüldüğü kadarıyla insanların genellikle sağ tarafının baskın olduğunu ortaya koyarak toplumda sağ el tercihinin %88-90 oranında olduğu tespit edilmiş. Bizim çalışmamızda da deneklerin %86.9' unun sağ el baskın olduğu izlendi. Yine önceki çalışmalarda katılımcıların %64' ü sağ göz, %36' sı sol göz baskın bulunmuştur. Bizim çalışmamızda önceki çalışmalarla benzer olarak %78.7 oranında sağ göz baskın olarak tespit edilmiştir (64, 65). Oranlardaki bu yüksek farktan anlaşılabileceği üzere aynı hemisferin farklı kortikal alanları tarafından işlenen motor veriler olmasına rağmen, sağ el ve sağ göz tercihinin sola göre daha güçlü olduğu görülmektedir.

Yapılan başka bir çalışmada baskın gözle baskın olmayan göz arasındaki olası farklılıkları araştırırken; davranışsal sonuçların, artan dikkat zorluğunu araştırmak için uyaran boyutu arttıkça reaksiyon zamanında bir gecikme ve doğruluk oranlarında bir azalma gösterilmiştir. Baskın gözlerin reaksiyon zamanlarının daha hızlı olma eğiliminde

olduğu ve doğruluk oranları baskın olmayan gözlere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Uygulama sırasında devamlı çekilen EEG’de düşük alfa salınımlı baskın gözün, hedef işleme sırasında kaynağın tespiti gibi genel bilişsel taleplere daha duyarlı olduğu, görsel dikkatin sıralı işleme mekanizmasını yansıttığı izlenmiştir. Buna karşılık, yüksek alfa salınımına sahip baskın olmayan göz, hedef tespitinden önce beklenen dikkat etkisiyle daha yakından bağlantılı bulunmuştur. Bununla birlikte, baskın göz bilateral olarak aktive edilirken, baskın olmayan göz sadece sağ hemisferde hemen hemen tüm uyaran büyüklüğü koşulları altında aktive edildiği izlenmiştir. Çalışmanın en güçlü yanlarından biri ise göz baskınlığını üç ana başlıkta inceleyerek değerlendirme yapmasıydı; keskinlik, duysal ve görme alanı. Bizim çalışmamızda ise bir kısıtlılık olarak ele alınabilecek şekilde baskın göz yalnızca görme alanı değerlendirmesi olarak belirlendi (66).

Baskın gözün ilişkili olduğu hemispherium cerebri konusu ile ilgili birçok yayında zıt fikirler ortaya konmuştur. Yapılan bir çalışmada; fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) ile, görsel uyarıların her iki lobus occipitalis’te de aktiviteye sebep olduğu fakat sağ göz baskınlığı tespit edilen bireylerde sağ lobus occipitalis’te daha yüksek aktivite izlendiği görülmüştür (67). Bunun aksine yine MRG ile yapılan bir çalışmadan sağ hemispherium cerebri’nin vizüel korteksinin sola oranla büyük olduğu ortaya konmuştur (68).

Yine göz tercihinin MSS’te ipsilateral kontrol edildiği ile alakalı çalışmalarda desteklenmiştir (69). Buna zıt olarak görsel uyarılmış potansiyellerle yapılan çalışmada baskın gözün kontralateral hemispherium tarafından temsil edildiği savunulmuştur (70).

Görme ve el tercihinin, hemisferik lateralizasyon açısından aynı öneme sahip olmadığı sonucuna varan başka bir çalışmada yaş arttıkça el ve göz tercihi arasında uyumun arttığını göstermiştir. Bu durumun yaşam boyunca serebral baskınlığın gelişimi ve nörobiyolojik olarak gerçekleşmesini varsayabileceklerini fakat; yeni çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini savunmuştur (71). Bizim çalışmamızda ise el ve göz tercihleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmayarak literatür ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Hemisferik ve fasiyal asimetrisinin cinsiyet ile ilişkisinin değerlendirildiği bir çalışmada kadınların sağ yüz yarımının erkeklerin ise sol yüz yarımının daha baskın olduğu izlenmiş. Bu çalışmanın sonrasında yapılan daha ileri çalışmalarda ise bu durumun

kadın ve erkek beyninin sırasıyla dil becerisi ve uzaysal işlemler konusunda daha başarılı olduğu değerlendirilmesiyle korele bulunmuş (72, 73).

Bizim çalışmamızda sağ göz baskınlığı olan bireylerde yine sağ taraf serebral hacimlerin lobus occipitalis hariç daha yüksek değerlerde olduğu izlendi. Amygdala ve hippocampus ölçümleri hariç diğer tüm ölçümlerde, her iki cinsiyet için de sağ baskın kişilerde anlamlı fark izlendi. Hacim ve göz tercihi arasında kontralateral baskınlık olması mevcut genel geçer nöroanatomi bilgileriyle uyumlu bulundu. Son zamanlarda 1,5 T MRG ile sağlıklı erişkinlerde yapılmış başka bir çalışmada ise hippocampus ve alt bölümlerinde sağ taraf hacimlerinin sola göre anlamlı olarak yüksek olduğu ölçülmüş. Elli yaş altı kadınlarda hacimsel değerlerin aynı yaş grubundaki erkeklere göre anlamlı düşük bulunmuş. Elli yaş üstünde ise cinsiyetler arası anlamlı hacimsel farklılık görülmemiş. Fakat bu çalışmada volümetrik değerlendirme dışında el, göz tercihi, hemisferik lateralizasyon incelenmemiş (74).

Otizm spektrumunda aynı yaş grubundaki otizm spektrumu bulunmayan çocuklar ile yapılan bir çalışmada ise her iki hemisfer arasındaki asimetrisinin (sağda bütünleştirici işlemler, solda özelleşmiş işlevler) azaldığı görülmüş. Bu da sosyal yaşamda zorlanmaları ile ilişkilendirilmiş. Bizim çalışmamızda gri ve beyaz cevherin ayrı ayrı hacimsel değerlendirmelerinde sağ el ve göz baskın olanlarda anlamlı olarak sağ taraf hacimleri daha yüksek bulundu. Sol baskın bireylerde ise anlamlı fark izlenmedi. Çalışmanın bu konudaki kısıtlılıklarından biri de, bu sonuçları da etkilediği düşünülen kişi sayısının az olması şeklinde değerlendirildi (75).

Sağlıklı bireylerde, motor fonksiyonlarda tercih ettiğimiz tarafların MSS'te ilgili ya da belirli bölgelerin hacimlerinde değişiklik yaratıp yaratmadığı; ya da ilgili bölgelerin fonksiyonun taraf seçiminde oynadığı rol yapılan çokça çalışmaya rağmen hala belirsizliğini korumaktadır. Yine hastalık gruplarında bakılacak olan asimetri ve hacimsel ölçümlerin hastalıkların doğası, mevcut ya da gelecekte sebep olabileceği semptom ve bulguların değerlendirilmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir. Geniş katılımlı, MSS yolaklarının da karşılaştırmalı izlenebileceği traktografi gibi ileri teknik görüntülemelerin kullanılarak yapılacak çok yönlü çalışmalar fonksiyon ve merkez arasındaki ilişkinin ortaya konulması için attığımız bu adımı daha ileriye taşıyacaktır.

6. KAYNAKLAR

1. Good CD, Johnsrude I, Ashburner J, Henson RNA, Friston KJ, Frackowiak RSJ (2001). Cerebral asymmetry and the effects of sex and handedness on brain structure: A voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult human brains. *Neuroimage* 700: 685-700.
2. Toga AW, Thompson PM (2003). Mapping brain asymmetry. *Nature Reviews Neuroscience* 4: 37-48.
3. Annett M (2006). The right shift theory of handedness and brain asymmetry in evolution. *Cognition Brain* 10: 235–250.
4. Nicolini C, Harasym D, Turco CV, Nelson AJ (2019). Human motor cortical organization is influenced by handedness. *Cortex* 115: 172-183.
5. Démuthová S, Démuth A (2018). Handedness and the preference of the visual field in face perception. *European Scientific Journal* 14(6): 94-104.
6. Balzeau A, Holloway RL, Grimaud-Hervé D (2012). Variations and asymmetries in regional brain surface in the genus *Homo*. *Journal of Human Evolution* 62: 696-706.
7. LeMay M (1976). Morphological cerebral asymmetries of modern man, fossil man, and nonhuman primate. *Annals of the New York Academy of Sciences* 280: 349-366.
8. Galaburda AM, LeMay M, Kemper TL, Geschwind N (1978). Right-left asymmetries in the brain. *Science* 199: 852-856.
9. Kertesz A, Black SE, Polk M, Howell J (1986). Cerebral asymmetries on magnetic resonance imaging. *Cortex* 22: 117-127.
10. Shenton ME, Kikinis R, McCarley RW, Metcalf D, Tieman J, Jolesz FA (1991). Application of automated MRI volumetric measurement techniques to the ventricular system in schizophrenics and normal controls. *Schizophrenia Research* 5: 103-113.
11. Thompson PM, Mega MS, Woods RP, Zoumalan CI, Chris J (2001). Cortical change in Alzheimer's disease detected with a disease-specific population-based brain atlas. *Cerebral Cortex* 11: 1-16.
12. Fagard J, Chapelain A, Bonnet P (2015). How should "ambidexterity" be estimated? *Laterality* 20: 543- 570.
13. Chaumillon R, Alahyane N, Senot P, Vergne J, Lemoine-Lardennois C, Blouin J, Doré-Mazars K, Guillaume A, Vergilino-Perez D (2017). Asymmetry in visual information processing depends on the strength of eye dominance. *Neuropsychologia* 96: 129-136.

14. Seyal M, Sato S, White BG, Porter RJ (1981). Visual evoked potentials and eye dominance. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 3: 424-428.
15. Rombouts SA, Barkhof F, Sprenger M, Valk J, Scheltens P (1996). The functional basis of ocular dominance: functional MRI (fMRI) findings. *Neuroscience Letters* 221: 1-4.
16. Dane A, Dane S (2004). Correlations among handedness, eyedness, monocular shifts from binocular focal point, and nonverbal intelligence in university mathematics students. *Perceptual and Motor Skills* 99: 519-524.
17. Carne RP, Vogrin S, Litewka L, Cook MJ (2006). Cerebral cortex: An MRI-based study of volume and variance with age and sex. *Journal of Clinical Neuroscience* 13: 60-72.
18. Bourisly AK, El-Beltagi A, Cherian J, Gejo G, Al-Jazzaf A, Ismail M (2015). A voxel-based morphometric magnetic resonance imaging study of the brain detects age-related gray matter volume changes in healthy subjects of 21-45 years old. *Neuroradiology Journal* 28: 450-459.
19. Gartner LP, Hiatt JL (2006). *Color Textbook of Histology*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia; Page: 142-155.
20. Erzurumlu R, Şengül G, Ulupınar E (2018). *Nöroanatomî. Birinci baskı. Güneş Tıp Kitabevi, Ankara; Sayfa: 13-21.*
21. Mtui E, Gruener G, Dockery P (2016). *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy and Neuroscience. 3rd edition. Elsevier, Philadelphia; Page:1-5.*
22. Johnson F (1981). The Embryogenesis of the human skull. An anatomic and radiographic atlas. *Journal of Anatomy* 133(1): 103-104.
23. Ronan OR, Muller F (1994). Neurulation in the normal human embryo. *Ciba Foundation Symposium* 181: 70-82.
24. Arıncı K, Elhan A (2014). *Anatomî 2. cilt. Beşinci baskı. Güneş Tıp Kitabevi, Ankara; Sayfa: 288-290.*
25. Standring S, Ellis H, Healy J, Johnson D, Williams A, Collins P, Wigley C (2005). *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice. American Journal of Neuroradiology* 26(10): 2703.
26. Patestas MA, Gartner LP (2016). *A textbook of neuroanatomy. 2nd edition. John Wiley & Sons.*
27. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K (2009). *Prometheus*

- LernKarten der Anatomie. Cilt: 3. Baş ve Nöranatomi. Çevirmen: Yıldırım M, Marur T, Palme Yayınevi, İstanbul, Sayfa: 246-251.
28. Taner D, Atasever A, Durgun B (2002). Fonksiyonel Nöroanatomi. Üçüncü baskı. Güneş Kitabevi, Ankara; Sayfa: 194-198.
29. Manto M, Manto MU, Pandolfo M (2002). The cerebellum and its disorders. *European Journal of Pediatric Neurology* 7: 148.
30. Corballis MC (2019). Evolution of cerebral asymmetry. *Progress in Brain Research* 250: 153-178. doi: 10.1016/bs.pbr.2019.04.041.
31. Xiang L, Crow T, Roberts N (2019). Automatic analysis of cross-sectional cerebral asymmetry on 3D in vivo MRI scans of human and chimpanzee. *Journal of Neuroscience Research* 97(6): 673-682. doi: 10.1002/jnr.24391.
32. Sperry RW (1974). Mental unity following surgical section of the cerebral hemispheres. Vanderkloot W, Walcott C, Dane B (Eds.), *Readings in Behavior*. Holt, Rinehart and Winston, New York, Pages: 439-442.
33. Sperry RW (1968). Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness. 1st edition. American Psychology Association, Washington; Pages: 723-733.
34. Sperry RW (1982). Some effects of disconnecting the cerebral hemisphere. *Science* 217: 1223-1227.
35. Sperry RW, Zaidel E, Zaidel D (1979). Self recognition and social awareness in the disconnected right hemisphere. *Neuropsychologia* 17: 153-166.
36. Corballis MC, Corballis PM, Berlucchi G, Marzi CA (2018). Perceptual unity in the split brain: the role of subcortical connections. *Brain* 141(6): e46. doi: 10.1093/brain/awy085.
37. Rockland KS. 2020. What we can learn from the complex architecture of single axons. *Brain Struct Funct* 225(4): 1327-47.
38. Budisavljevic S, Castiello U, Begliomini C (2021). Handedness and white matter networks. *Neuroscientist* 27(1): 88-103. doi: 10.1177/1073858420937657.
39. Güntürkün O, Ströckens F, Ocklenburg S (2020). Brain lateralization: A comparative perspective. *Physiological Reviews* 100(3): 1019-1063. doi: 10.1152/physrev.00006.2019.
40. Papadatou Pastou M, Martin M, Munafò MR, Jones GV (2008). Sex differences in left handedness: a meta analysis of 144 studies. *Psychological Bulletin* 134:677-99.
41. Sicotte NL, Woods RP, Mazziotta JC (1999). Handedness in twins: a meta analysis. *Laterality* 4: 265-86

42. Packheiser J, Schmitz J, Stein CC, Pfeifer LS, Berretz G, Papadatou-Pastou M, Peterburs J, Ocklenburg S (2021). Handedness and depression: A meta-analysis across 87 studies. *Journal of Affective Disorders* 294: 200-209. doi: 10.1016/j.jad.2021.07.052.
43. La Pegna GB, Quatrosi G, Vetri L, Reina F, Galati C, Manzo ML, Nocera GM, Brighina F, Raieli V (2021). Migraine and handedness. *Neurological Sciences* 42(7): 2965-2968. doi: 10.1007/s10072-021-05111-7.
44. Gündoğan ÜN (2005). El tercihi ve dominant göz. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences* 25(2).
45. Chaurasia BD, Mathur BB (1996). Eyedness. *Acta Anatomica* 2: 301-5. doi: 10.1159/000144681.
46. Khan AZ, Crawford JD (2001). Ocular dominance reverses as a function of horizontal gaze angle. *Vision Research* 41(14): 1743-8. doi: 10.1016/s0042-6989(01)00079-7.
47. Foutch BK, Bassi CJ (2020). The dominant eye: Dominant for Parvo- but not for magno-biased stimuli? *Vision (basel)* 4(1): 19. doi: 10.3390/vision4010019.
48. Schintu S, Chaumillon R, Guillaume A, Salemme R, Reilly KT, Pisella L, Farnè A (2020). Eye dominance modulates visuospatial attention. *Neuropsychologia* 141: 107314. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2019.107314.
49. Ip IB, Emir UE, Lunghi C, Parker AJ, Bridge H (2021). GABAergic inhibition in the human visual cortex relates to eye dominance. *Scientific Reports* 11(1): 17022. doi: 10.1038/s41598-021-95685-1.
50. Heim B, Krismer F, De Marzi R, Seppi K (2017). Magnetic resonance imaging for the diagnosis of Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission (Vienna)* 124(8): 915–64.
51. Hotter A, Esterhammer R, Schocke MFH, Seppi K (2009). Potential of advanced MR imaging techniques in the differential diagnosis of parkinsonism. *Movement Disorders* 24(Suppl 2): 711-20.
52. Louis ED (2001). Etiology of essential tremor: Should we be searching for environmental causes? *Movement Disorders* 16: 822–9.
53. Tan U (1988). The distribution of hand preference in normal men and women. *International Journal of Neuroscience* 41: 35-65.
54. Kwon JW, Bae JM, Kim JS, Jee D, Choi JA (2019). Asymmetry of the macular structure is associated with ocular dominance. *Canadian Journal of Ophthalmology* 54(2): 237-241. doi: 10.1016/j.jcjo.2018.04.020.

55. Manjón JV, Romero JE, Vivo-Hernando R, Rubio G, Aparici F, de la Iglesia-Vaya M, Coupe P (2022). vol2Brain: A new online Pipeline for whole Brain MRI analysis. *Frontiers in Neuroinformatics* 16: 862805.
56. Goldberg E, Roediger D, Kucukboyaci NE, Carlson C, Devinsky O, Kuzniecky R, Halgren E, Thesen T (2013). Hemispheric asymmetries of cortical volume in the human brain. *Cortex* 49(1): 200-10. doi: 10.1016/j.cortex.2011.11.002.
57. Van Valen L (1962). A study of fluctuating asymmetry. *Evolution* 16(2): 125-142.
58. Richards G, Segal NL (2023). Handedness in twins reared apart: A review of the literature and new data. *Neuropsychologia* 184: 108523. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2023.108523.
59. Saari TT, Vuoksimaa E (2023). The role of hand preference in cognition and neuropsychiatric symptoms in neurodegenerative diseases. *Brain Communications* 5(3): fcad137. doi: 10.1093/braincomms/fcad137.
60. Kommerell G, Schmitt C, Kromeier M, Bach M (2003). Ocular prevalence versus ocular dominance. *Vision Research* 43(12): 1397-403. doi: 10.1016/s0042-6989(03)00121-4.
61. Song T, Duan X (2023). Ocular dominance in cataract surgery: research status and progress. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* 260: 30. doi: 10.1007/s00417-023-06216-9.
62. Choi JA, Kim JS, Jeong HJ, Lee JA, Park CK (2016). Ocular dominance is associated with the ganglion cell-inner plexiform layer thickness profile in the macula. *PLoS One* 11(2): e0150035. doi: 10.1371/journal.pone.0150035.
63. Hillemanns M (1927). Die funktionelle Asymmetrie der Augen, die Vorherrschaft eines derselben und die binokulare Richtungslokalisation. *Klinische Monatsblätter Für Augenheilkunde* 78: 737–761.
64. Bourassa D (1996). Handedness and eye-dominance: a meta-analysis of their relationship. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 1(1): 5-34.
65. Peters M, Reimers S, Manning JT (2006). Hand preference for writing and associations with selected demographic and behavioral variables in 255,100 subjects: The BBC internet study. *Brain and Cognition* 62(2): 177-189.
66. Liu S, Zhao B, Shi C, Ma X, Sabel BA, Chen X, Tao L (2021). Ocular dominance and functional asymmetry in visual attention networks. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 62(4): 9. doi: 10.1167/iovs.62.4.9.

67. Rombouts SA, Barkhof F, Sprenger M, Valk J, Scheltens P (1996). The functional basis of ocular dominance: Functional MRI (fMRI) findings. *Neuroscience Letters* 221(1): 1-4.
68. Goldberg E, Roediger D, Kucukboyaci NE, Carlson C, Devinsky O, Kuzniecky R, Halgren E, Thesen T (2013). Hemispheric asymmetries of cortical volume in the human brain. *Cortex* 49(1): 200-210.
69. Erdogan AR, Özdikici M, Aydin MD, Aktas Ö, Dane S (2002). Right and left visual cortex areas in healthy subjects with right-and left-eye dominance. *International Journal of Neuroscience* 112(5): 517-523.
70. Klemm W, Gibbons W, Allen R, Richey E (1980). Hemispheric lateralization and handedness correlation of human evoked “steady-state” responses to patterned visual stimuli. *Physiological Psychology* 8(3): 409-416.
71. Dargent-Paré C, De Agostini M, Mesbah M, Dellatolas G (1992). Foot and eye preferences in adults: relationship with handedness, sex and age. *Cortex* 28(3): 343- 351.
72. Smith WM (2000). Hemispheric and fascial asymmetry: gender differences. *Laterality* 5(3): 251-258.
73. Loring DW, Meador K, Allison JD, Wright J (2000). Relationship between motor and language activation using fMRI. *Neurology* 54(4): 981-983.
74. Gurlek Celik N, Tiryaki S (2023). Changes in the volumes and asymmetry of subcortical structures in healthy individuals according to gender. *Anat Sci Int* 98(4): 506-519.
75. Carper RA, Treiber JM, DeJesus SY, Müller RA (2016). Reduced hemispheric asymmetry of white matter microstructure in autism spectrum disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 55(12): 1073-1080. doi: 10.1016/j.jaac.2016.09.491.
76. Paulsen F, Waschke J (2006). *Sobotta Atlas of Human Anatomy Volume 1 Head, Neck, Upper Limb*. 14th edition. Elsevier, Munich; Page: 358-410.



EKLER

EK 2. Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

	KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	
---	---	---

Araştırmanın Adı: El-Göz Tercihi Belirlenmiş Bireylerin Hemispherium Cerebri Hacim ve Gri-Beyaz Cevher Oranlarının MR T1 Görüntüleri Üzerinden Karşılaştırılması

Sorumlu Araştırmacının Adı: Arş. Gör. Dr. Merve CELEP

Diğer Araştırmacıların Adı: Arş. Gör. Dr. Cemal AYDOĞAN

“El-Göz Tercihi Belirlenmiş Bireylerin Hemispherium Cerebri Hacim ve Gri-Beyaz Cevher Oranlarının MR T1 Görüntüleri Üzerinden Karşılaştırılması” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmaya davet edilmenizin nedeni rutin tetkik ve tedavi sürecinizde beyin MR görüntülerinizin çekilecek olmasıdır. Bu çalışma, tıbbi araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılımınız gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma, Anatomi ve Radyoloji Ana Bilim Dalı’nda, yukarıda isimleri yazılı olan araştırmacıların sorumluluğundadır.

Çalışmanın amacı nedir; benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

Bu çalışmada, insan beyninde normal olarak görülebilen yapısal asimetrielerin motor ve duysal sistemlerimizle ilişkisini tespit etmek amaçlanmaktadır. Çalışmanın, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi’nde yaklaşık yirmi aylık bir sürede tamamlanacaktır. Tek merkezli olan bu çalışmaya yaklaşık yüz kişinin katılması planlanmaktadır.

Bu çalışmaya katılmalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı yine aynı şekilde uygulanacaktır.

Bu çalışmaya katılırsam beni ne bekliyor?

Sağlık durumunuz sebebiyle yapılacak olan beyin MR görüntüleri üzerinden beyin bölgelerinizin hacimleri hesaplanacak ve baskın el-göz tercihinizle olan ilişkisi araştırılacaktır. Baskın el tercihinizin belirlenebilmesi için ekteki on soruluk anket kullanılacaktır. Baskın göz tercihinizin belirlenmesi için ise delik kağıt testi olarak adlandırılan; belli bir mesafeden karşınızda bulunan panodaki işaretlere, delik bir kağıttan sağ, sol ve her iki gözünüzle bakmanız istenecek, gördüğünüz şekiller sözel olarak sorulacaktır. Bu çalışma ile ilgili size başka herhangi bir işlem uygulanmayacak, sizden başka herhangi bir şey talep edilmeyecektir. Katılımınız halinde sizden herhangi bir ücret istenmeyecek; size bir ödeme de yapılmayacaktır. Çalışmanın klinik durumunuza olumlu ya da olumsuz herhangi bir etkisi olmayacaktır.

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları var mıdır?

Araştırmadan dolayı herhangi bir rahatsızlık ya da zarar görme ihtimaliniz bulunmamaktadır.

Çalışmada yer almamanın yararları nelerdir?

Bu çalışma ile çocukluk çağı öğrenme bozuklukları, bazı nörolojik hastalıkların tedavisi, insan davranış farklılıkları gibi durumların sebeplerini açıklamak adına gerekli kanıtları toplamaya yardımcı olabilecek verilerin elde edileceği düşünülmektedir.

Çalışmada elde edilen veriler nasıl kullanılacak?

Çalışmaya dahil edilen MR görüntüleri üzerinden Matlab adı verilen sayısal hesaplama yazılımı ile web tabanlı uygulamalar olan MRICloud ve VolBrain sistemleri kullanılarak hacimsel hesaplamalar yapılacaktır. Bu hesaplanan veriler, el ve göz tercihlerinizle karşılaştırılacaktır. Göz tercihinizi etkileyebilecek göz tembelliği, şaşılık gibi durumlarla, beyin hacim hesaplamalarını değiştirebilecek kist, kanama, kitle vb. klinik durumlara sahip olan gönüllüler çalışma dışı bırakılacaktır.

Çalışmada kullanılacak olan tıbbi kayıtlara Etik Kurul, Kurum ve diğer ilgili araştırmacılar erişebilecektir. Ancak bu bilgiler gizli tutulacak, yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu imzaladığınızda söz konusu erişime izin vermiş sayılacaksınız. İlgili mevzuat gereğince kimliğiniz ve diğer kayıtlar gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanmayacak; araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimliğiniz gizli kalacaktır.

Araştırma hakkında merak ettiğiniz herhangi bir durum varlığında, bilgi edinebilmek için aşağıda adı ve numarası verilen sorumlu araştırmacıyla iletişime geçebilirsiniz.

Dr. Merve Celep

- ☐ Sadece yukarıda bahsi geçen araştırmada kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ İleride yapılması planlanan tüm araştırmalarda kullanılmasına izin veriyorum.

Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Araştırmacının Adı-Soyadı

Gönüllünün Adı-Soyadı

İmza

İmza

Tarih

Tarih

EK 3. El Tercihi Anketi

EDINBURGH EL TERCİHİ ANKETİ

Sayın Gönüllü,

Aşağıdaki aktivitelerde sağ veya sol, hangi elinizi kullanıyorsanız onun bulunduğu kutuyu işaretleyiniz. Eğer sadece bir elinizi o aktivite için kullanıyor, diğer elinizi aynı aktivitede hiç kullanmıyorsanız kullandığınız elin sütunundaki 2 kutuya birden işaret koyunuz. Eğer o aktivite için her iki elinizi de kullanıyorsanız hem sağ hem sol sütuna birer işaret koyunuz. Aşağıdaki bazı aktiviteleri iki elinizle yapılan aktivitelerdir. Bu durumda, işlemin gerçekleştirilen kısmı parantez içinde belirtilmiştir. Bu aktiviteyi hangi elinizi kullanarak yapıyorsunuz onu işaretleyiniz.

Lütfen bütün soruları cevaplayınız ve sadece o işlevi daha önce hiç denemediyseniz boş bırakınız.

	Sol	Sağ
1. Yazı yazarken kalem hangi elinizle tutarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
2. Resim çizerken fırça ya da kalem hangi elinizle tutarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
3. Taş atarken/fırlatırken hangi elinizle atarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
4. Kumaş vb maddeleri keserken makası hangi elinizle kullanırsınız?	☐ ☐	☐ ☐
5. Diş fırçalarken fırçanızı hangi elinizle tutarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
6. Ekmek keserken bıçağı hangi elinizle tutarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
7. Çorba içerken kaşığı hangi elinizle tutarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
8. Kapı kilidi açarken anahtarı hangi elinizle tutarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
9. Kibrit yakarken, kibrit çöpünü hangi elinizle tutarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
10. Saçınızı tararken fırçayı/tarağı hangi elinizle tutarsınız?	☐ ☐	☐ ☐
Toplam (her iki sütündaki işaretleri sayınız)		

Birinci derece akrabalarınızda sol elini tercih eden kimse var mı?

☐ Evet ☐ Hayır

Çocukken bu aktiviteler için sol elinizi tercih ettiğinizde aileniz/çevreniz tarafından sağ el kullanımına zorlandınız mı? ☐ Evet ☐ Hayır

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Merve Celep
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi :
Telefon (İş) :
E-Posta :
Yazışma Adresi (İş) :

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık	Hacettepe Üniversitesi Acil Tıp ABD	-
Lisans	KTÜ Tıp Fakültesi	2015
Lise	Trabzon Yomra Fen Lisesi	2007

AKADEMİK/MESLEKİ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl -Yıl)
1. Tabip	Trabzon Fatih Devlet Hastanesi	2015-2018
2. Araş. Gör. Dr.	KTÜ SABE Anatomi ABD	2018-2020
3. Tabip	Trabzon Fatih Devlet Hastanesi	2020-2022
4. Araş. Gör. Dr.	Hacettepe Üni. Hst. Acil Tıp ABD	2022-

YABANCI DİL

İngilizce

UZMANLIK ALANI

Anatomi, Acil Tıp, Afet Tıbbı

YAYINLAR

1. Kondak M, Celep M, Uluutku MH, Examination of the cross-sectional area of the carpal tunnel on fetal cadavers. European Journal of Anatomy. Volume 27 ISSN 2340 311X (Online) doi.org/10.52083/BZOK4444.