

T.C.
MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

EPİLEPSİ TANISI ALAN BİREYLERDE BEYİN LOBLARI, CEREBELLUM
VE VENTRİKÜL YAPILARININ HACİMSEL OLARAK İNCELENMESİ

ANIL KAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ANATOMİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2024

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Epilepsi Tanısı Alan Bireylerde Beyin Lobları, Cerebellum ve Ventrikül Yapılarının Hacimsel Olarak İncelenmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Anıl KAYA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EPİLEPSİ TANISI ALAN BİREYLERDE BEYİN LOBLARI, CEREBELLUM VE VENTRİKÜL YAPILARININ HACİMSEL OLARAK İNCELENMESİ

Anıl KAYA

Malatya Turgut Özal Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anatomi Anabilim Dalı

32 + ix sayfa
2024

Danışman: Prof. Dr. Hıdır PEKMEZ

Bu tez kapsamında epilepsi tanısı alan 45 hastanın beyin lobları, substantia alba, substantia grisea, cerebellum ve ventriculus cerebri hacimlerinin değerlendirilmesi amaçlandı.

Çalışmamız retrospektif olarak gerçekleştirildi. Araştırmamız Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı'na başvuran, 20-82 yaş aralığında bulunan, epilepsi tanısı almış 45 hasta ile 45 sağlıklı kişi olmak üzere toplam 90 kişinin MR görüntüsünü kapsamaktadır. Hastaların t1 sekanslı MR görüntüleri VolBrain çevrimiçi web sitesine yüklendi ve yükleme tamamlandı. VolBrain programı hacimsel ölçümleri otomatik olarak gerçekleştirdi.

Çalışmamızın epilepsi grubunda, sol lobus occipitalis, ventriculus quartus ve substantia alba hacimlerinde meydana gelen değişimlerin anlamsız bulunduğu (sırasıyla; $p=0,121$, $p=121$, $p=0,981$) substantia grisea, lobus frontalis, lobus temporalis lobus parietalis, sağ lobus occipitalis, lobus limbicus ve sol lobus insularis hacimlerinde meydana gelen değişimlerin kontrol grubuna göre anlamlı olarak azaldığı ($p<0.01$), sağ lobus insularis hacminde meydana gelen değişimin ise anlamlı olarak arttığı görüldü ($p=009$).

Çalışmamızdan elde edilen veriler sonraki çalışmalar için destekleyici olacaktır. Ayrıca epilepsi'li hastalarda meydana gelen atrofilerin, hastalığın klinik sürecine de ışık tutacağını düşünmekteyiz.

ANAHTAR KELİMELER: Epilepsi, Beyin Lobları, Cerebellum, Ventrikül

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

VOLUMETRICAL EXAMINATION OF BRAIN LOBES, CEREBELLUM, AND VENTRICLE STRUCTURES IN INDIVIDUALS DIAGNOSED WITH EPILEPSY

Anıl KAYA

Malatya Turgut Ozal University
Institute of Graduate Sciences
Department of Anatomy

32 + ix pages
2024

Supervisor: Prof. Dr. Hıdır PEKMEZ

Within the scope of this thesis, it was aimed to evaluate the brain lobes, substantia alba, substantia grisea, cerebellum and ventricles volumes of 45 patients diagnosed with epilepsy.

Our study was conducted retrospectively. Our research covers the MRI images of a total of 90 people, 45 patients diagnosed with epilepsy and 45 healthy people, aged between 20-82, who applied to Malatya Training and Research Hospital, Department of Neurology. T1 sequence MRI images of the patients were uploaded to the VolBrain online website and the upload was completed. The VolBrain program performed the volumetric measurements automatically.

In the epilepsy group of our study, the changes in the volumes of the left occipital lobe, fourth ventricle and white matter were found to be insignificant ($p = 0.121$, $p = 121$, $p = 0.981$, respectively). It was observed that the changes in the volumes of grey matter, frontal lobe, temporal lobe, parietal lobe, right occipital lobe and left insular lobe decreased significantly compared to the control group ($p < 0.01$), while the change in the volume of the right insular lobe increased significantly ($p = 0.09$).

The data obtained from our study will be supportive for subsequent studies. We also think that the atrophy occurring in patients with epilepsy will shed light on the clinical process of the disease.

KEYWORDS: Epilepsy, Brain Lobes, Cerebellum, Ventricle

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanma süresince bilgi, deneyim ve becerileriyle beni yönlendiren, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve zorlandığım her konuda yardımcı olan çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Hıdır PEKMEZ'e,

Bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Gökçe BAĞCI UZUN, Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Furkan ARPACI, Dr. Öğr. Üyesi Nihal Sümeyye ULUTAŞ'a

Tez sürecimde yardımlarını esirgemeyen Biyoistatistik Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Feyza İNCEOĞLU ve Radyoloji Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Mehmet AKÇİÇEK'e,

Lisansüstü eğitimim boyunca zorlandığım her konuda bana yardımcı olan, birlikte çalışmaktan çok keyif aldığım değerli arkadaşım Arş. Gör. Merve AYDIN'a,

Lisansüstü eğitimim boyunca her konuda destek olan değerli arkadaşım Anıl ALTIPARMAK'a ve Malatya Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nın tüm değerli üyelerine,

Lisansüstü eğitimim de dahil olmak üzere tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak beni destekleyen, karşılaştığım tüm zorluklarda desteğini daima yanımda hissettiğim ailemin değerleri üyeleri babam Ayhan KAYA, annem Sayime KAYA, ablam Seda KAYA HIZARDERE ve çok sevgili yeğenim Ayşe Eylül HIZARDERE'ye,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Anıl KAYA

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Sinir Sistemi	2
2.1.1. Medulla spinalis.....	2
2.1.2. Encephalon (Beyin)	2
2.1.2.1. Rhombencephalon.....	3
2.1.2.1.1. Myelencephalon	3
2.1.2.1.2. Metencephalon	3
2.1.2.1.2.1. Pons.....	4
2.1.2.1.2.2. Cerebellum.....	4
2.1.2.2. Mesencephalon.....	4
2.1.2.3. Prosencephalon	5
2.1.2.3.1. Diencephalon.....	5
2.1.2.3.2. Telencephalon.....	5
2.1.3. Beyin’de bulunan derin oluklar	6
2.1.3.1. Sulcus centralis.....	7
2.1.3.2. Sulcus lateralis	7
2.1.3.3. Sulcus parietooccipitalis	7
2.1.3.4. Sulcus calcarinus.....	7
2.1.4. Lobi cerebri (Beynin lobları).....	7
2.1.4.1. Lobus frontalis	7
2.1.4.2. Lobus parietalis	8
2.1.4.3. Lobus temporalis.....	8
2.1.4.4. Lobus occipitalis	8
2.1.4.5. Lobus limbicus	8
2.1.4.6. Lobus insularis	9
2.1.5. Ventriculi cerebri.....	9
2.1.5.1. Ventriculus lateralis	10
2.1.5.2. Ventriculus tertius.....	10
2.1.5.3. Ventriculus quartus.....	10
2.1.6. Epilepsi	11
2.1.6.1. Tanım ve tarihçe	11
2.1.6.2. Etiyoloji.....	12
2.1.6.3. Epidemiyoloji.....	13
2.1.6.4. Tedavi	13
2.1.7. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG).....	14
2.1.8. VolBrain analiz programı	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	16
3.1. Katılımcıların Özellikleri.....	16
3.2. Dışlanma Kriterleri.....	16

3.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme Protokolü	16
3.4. Beyin MR görüntülerinin Elde Edilmesi	16
3.5. MR Görüntülerinin Analizi ve Ölçümler	17
3.6. Verilerin İstatistiksel Analizleri	18
4. BULGULAR	19
5. TARTIŞMA	24
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	27
KAYNAKLAR	28
ÖZGEÇMİŞ	32



SİMGELER DİZİNİ

BOS	: Beyin omurilik sıvısı
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
ILAE	: International League Against Epilepsy
MRG	: Manyetik rezonans görüntüleme
MSS	: Merkezi sinir sistemi
MTLE	: Medial temporal lob epilepsi'si
NIfTI	: Neuroimaging Informatics Technology Initiative
PSS	: Periferik sinir sistemi
SPSS	: Statistical Program in Social Sciences
TLE	: Temporal lob epilepsi'si

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Beyin Bölümlerinin Şematik Olarak Gösterimi.....	3
Şekil 2.2. Telencephalon, Diencephalon, Truncus Encephali ve Cerebellum'un Görünümü.....	6
Şekil 2.3. Beyin Sulcus'larının Görünümü.....	6
Şekil 2.4. Lobus insularis'in Görünümü.....	9
Şekil 2.5. Ventriculi Cerebri'nin Bölümlerinin Görünümü.....	11
Şekil 3.1. Verileri NIFTI Formatına Dönüştüren dcm2niigui Programı.....	17
Şekil 3.2. VolBrain Programından Örnek Görüntü.....	17



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Gruplar arasında substantia alba ve substantia grisea hacimlerinin karşılaştırılması.....	19
Çizelge 4.2. Gruplar Arasında Beyin Loblarının Hacimsel Karşılaştırılması.....	21
Çizelge 4.3. Gruplar arasında cerebellum hacimlerinin karşılaştırılması	23
Çizelge 4.4. Gruplar arasında ventriculi cerebri hacimlerinin karşılaştırılması.....	23



1. GİRİŞ

Sinir sistemi anatomik olarak merkezi sinir sistemi ve periferik sinir sistemi olmak üzere iki bölümde incelenmektedir. Encephalon ve medulla spinalis yapıları merkezi sinir sistemini oluştururken, geri kalan gangliyonlar ve spinal sinirler periferik sinir sistemini oluşturur [1].

İnsan beyni gelişimi, gebeliğin üçüncü haftasında nöral progenitör hücrelerin farklılaşmasıyla başlayan ve yaşam boyu devam eden uzun bir süreçtir. Embriyonik dönemin sonunda merkezi ve periferik sinir sistemlerinin ana bölümleri tamamlanır. Devamında gelen fetal dönemde kortikal ve subkortikal yapılarda hızlı bir büyüme ve gelişme meydana gelir. Beynin gelişimi doğumdan sonraki süreçte de devam eder. Birey altı yaşına geldiğinde beyin hacmi yetişkin beyninin %90'ına ulaşır. Genlerin moleküler etkileri ve çevresel uyarılar beyin gelişimine katkıda bulunan etkenlerdir. Hem genetik durum hem de çevresel uyarılar normal beyin gelişimi için gereklidir ve ikisinden birinde meydana gelebilecek bir bozulma beyin gelişimini etkileyebilmektedir [2-4].

Nörolojik hastalıklar beyin dokusunda atrofiye neden olabilmektedir. Beyin dokusunda meydana gelen hacimsel değişikliklerin anlaşılabilmesi için Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) teknikleri sıklıkla tercih edilmektedir [5].

Epilepsi, beynin tamamına yayılabilen anormal elektriksel aktivite patlamalarıyla sonuçlanan nörolojik bir rahatsızlıktır. Bu tür anormal nöronal aktivite beyin dokusunda değişikliklere neden olabilmektedir. Yapılan çalışmalar epilepsili bireylerin cerebral ve cerebellar hacimlerinde atrofi olduğunu göstermektedir [6].

Bu çalışmada epilepsi tanısı alan hastaların beyin lobları, gri madde, beyaz madde, cerebellum ve ventrikül yapılarının hacimleri kontrol grubuyla karşılaştırıldı ve aralarında klinik bir ilişki olup olmadığı değerlendirildi.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sinir Sistemi

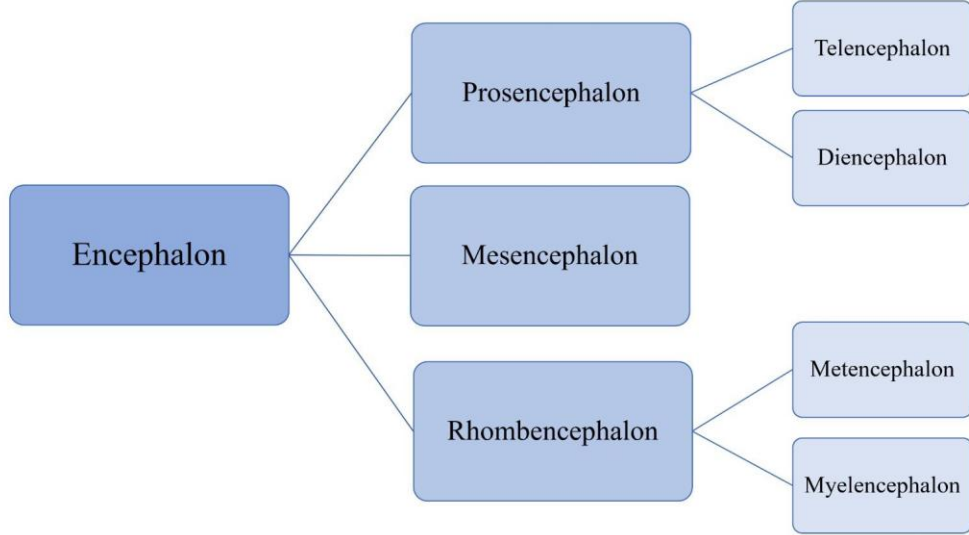
Sinir sistemi, merkezi ve periferik sinir sistemi olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Merkezi sinir sistemi (MSS) encephalon ve medulla spinalis'ten oluşur ve nöronal hücre gövdelerinin çoğunluğunu içerir. Periferik sinir sistemi (PSS) ise MSS dışındaki tüm sinir sistemi dokularını içerir [7, 8]

2.1.1. Medulla spinalis

Medulla spinalis, Foramen magnum'un alt kenarından beyin sapının rostral kısmını oluşturan medulla oblongata'nın devamı olarak başlar ve L1-L2 vertebraların arasında bulunan discus intervertebralis seviyesinde sonlanır. Medulla spinalis erişkinlerde yaklaşık 45 cm uzunluğunda, 30 gr ağırlığında ve 1,5 cm çapındadır. Vertebral kanalın üst 2/3'ünü doldurur [7, 8].

2.1.2. Encephalon (Beyin)

Beyin iki adet hemisferden oluşan ve kafatası içerisinde yer alan bir organdır. Beyin, ontojenik büyüme ilkeleri temeline göre rhombencephalon (arka beyin), mesencephalon (orta beyin) ve prosencephalon (ön beyin) olmak üzere bölümlere ayrılmıştır. Rhombencephalon medulla oblongata (myelencephalon), pons (metencephalon) ve cerebellum olmak üzere üç alt başlığa ayrılır. Prosencephalon diencephalon ve telencephalon olarak iki alt başlığa ayrılır. Diğer bir tanımlama ile encephalon; cerebrum, cerebellum ve truncus encephali'den oluşmaktadır. Cerebrum; telencephalon ve diencephalon'dan, truncus encephali; medulla oblongata, pons ve mesencephalon'dan oluşur [Şekil 2.1] [9].



Şekil 2.1. Beyin Bölümlerinin Şematik Olarak Gösterimi.

2.1.2.1. Rhombencephalon

Arka beyin olarak da bilinen rhombencephalon omurgalılarda merkezi sinir sisteminin gelişimsel bir sınıflandırmasıdır. Medulla oblongata, pons ve cerebellum'u içerir [9].

2.1.2.1.1. Myelencephalon

Truncus encephali'nin en caudal yapısını oluşturan medulla oblongata birinci cervical spinal sinir çiftinin hemen üstünden pons'un alt kenarına uzanır. Yaklaşık 3 cm uzunluğunda ve en geniş yerinde 2 cm çapındadır. Ön yüzünde bulunan fissura mediana anterior, pons'a uzanır ve foramen caecum'da sonlanır. Fissura mediana anterior'un her iki yanında bulunan şişkin yapılara pyramis adı verilir. Arka yüzün alt bölümünde sulcus medianus posterior adı verilen bir oluk bulunur. Bu oluk distalde medulla spinalis'te bulunan aynı isimli oluk ile devam eder. Arka yüzün üst bölümü ventriculus quartus'un alt kısmını oluşturur [7, 8].

2.1.2.1.2. Metencephalon

Metencephalon, rhombencephalon'un pons ve cerebellum olarak farklılaşan embriyonik kısmıdır. Ventriculus quartus, nervus trigeminus, nervus abducens, nervus facialis ve nervus vestibulocohlearis'in bir kısmını içerir[7, 8].

2.1.2.1.2.1. Pons

Truncus encephali'nin orta bölümünde yer alan pons, mesencephalon'un caudalinde, medulla oblongata'nın rostralinde, cerebellum'un ise anteriorunda yer alır. Yaklaşık olarak 2,5 cm uzunluğundadır. Cerebellum ile birlikte metencephalon yapısını oluşturur. Cerebellum'un hemisferlerini bağlayan bir köprüye benzetilmesi sebebiyle köprü anlamına gelen pons adı verilmiştir. Pedunculus cerebellaris medius yapısı ile cerebellum'a bağlanır. Ön yüzünde sulcus basilaris adı verilen oluk bulunur. Burada arteria basilaris yer alır. Arka yüzünde sulcus medianus isimli oluk bulunur. Bu oluk medulla oblongata'da devam eder [7, 8].

2.1.2.1.2.2. Cerebellum

Rhombencephalon'un en büyük bölümüdür. Yaklaşık ağırlığı 150 gram olup fossa crani posterior'da yer alır. Yetişkinlerde encephalon'un ağırlığının 1/10'unu oluşturmaktadır. Cerebellum ventriculus quartus aracılığı ile medulla oblongata ve pons'tan, dura mater'in uzantısı olan tentorium cerebelli ile de lobus occipitalis'den ayrılır. Hemispherium cerebelli adı verilen iki adet hemisfer ve bunları orta hatta birleştiren vermis cerebelli'den oluşan cerebellum, lobus cerebelli anterior, lobus cerebelli posterior ve lobus flocculonodularis olmak üzere üç loba ayrılır. Loblar arasında fonksiyonel olarak bir farklılık bulunmamaktadır. Lobus cerebelli anterior, cerebellum'un anterosuperior'unda bulunur. Lobus cerebelli posterior ile aralarında V harfine benzeyen fissura prima isimli yarık bulunur. Lobus cerebelli posterior ile lobus flocculonodularis arasında fissura posterolateralis yer alır. Orta hatta hemisferleri birleştiren vermis cerebelli, anterior'dan posterior'a doğru lingula, lobulus centralis, culmen, declive, folium, tuber, pyramis, uvula ve nodulus adı verilen bölümlerden meydana gelir. Cerebellum pedunculus cerebellaris superior ile mesencephalon'a, pedunculus cerebellaris medius ile pons'a ve pedunculus cerebellaris inferior ile medulla oblongata'ya bağlanır [10, 11].

2.1.2.2. Mesencephalon

Pons ile diencephalon arasında yer alan mesencephalon, yaklaşık olarak 2 cm uzunluğu ile beynin en küçük parçasıdır. Orta bölümünden geçen aqueductus mesencephali isimli kanal ventriculus tertis'u ventriculus quartus'a bağlar. Ön yüzünde sulcus pontocruralis isimli oluk ile pons'tan ayrılır. Arka yüzde ise nervus trochlearis pons ile mesencephalon arasındaki sınır olarak kabul edilir. Arka yüzde

lamina tecti adı verilen dört adet çıkıntılı yapı bulunur. Bu yapılardan ikisi üstte ve ikisi alttadır. Üstte bulunanlara colliculus superior altta bulunanlara colliculus inferior adı verilir. Pedunculus cerebellaris superior ile cerebelluma bağlanır [9].

2.1.2.3. Prosencephalon

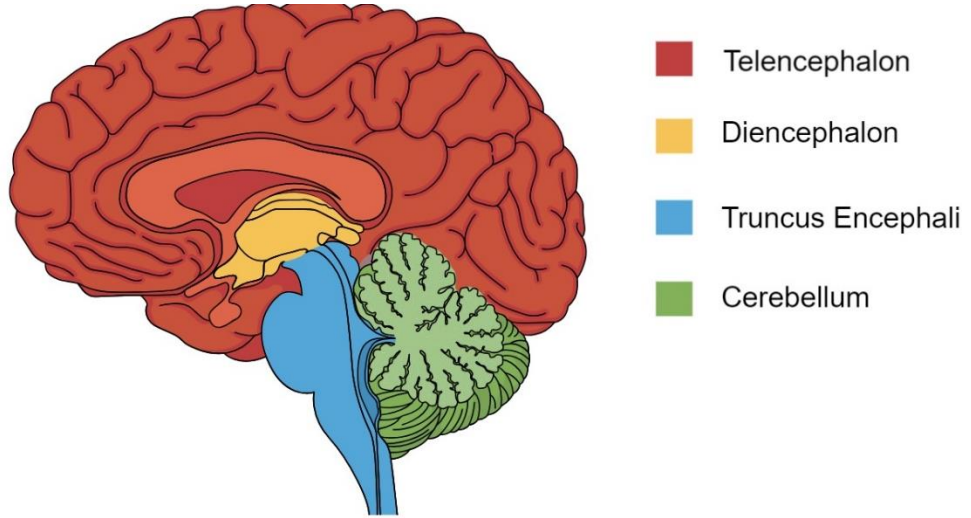
Cerebral hemisferleri içeren telencephalon ve daha derinde yer alan thalamus, hipotalamus, epithalamus ve subthalamus'u içeren diencephalon yapıları prosencephalon'u oluşturur [9].

2.1.2.3.1. Diencephalon

Hemispherium cerebri'ler ile mesencephalon arasında yer alan merkezi sinir sistemi bölümüdür. Sınırları önde foramen interventriculare ve lamina terminalis, arkada commissura posterior ve lateralden capsula interna'dır. Diensefalon büyük ölçüde ventriculus tertius'un lateralinde gelişen yapılara karşılık gelir. Ventriculus lateralis'in tabanını diencephalon'un üst yüzü oluşturur. Alt yüzü substantia perfora posterior'dan chiasma opticum'a uzanır. Ventriculus tertius'un dış duvarını yapar. Diencephalon'un yan duvarlarını en üstte epithalamus, merkezde thalamus, altta ise subthalamus ve hipotalamus oluşturur [7, 8].

2.1.2.3.2. Telencephalon

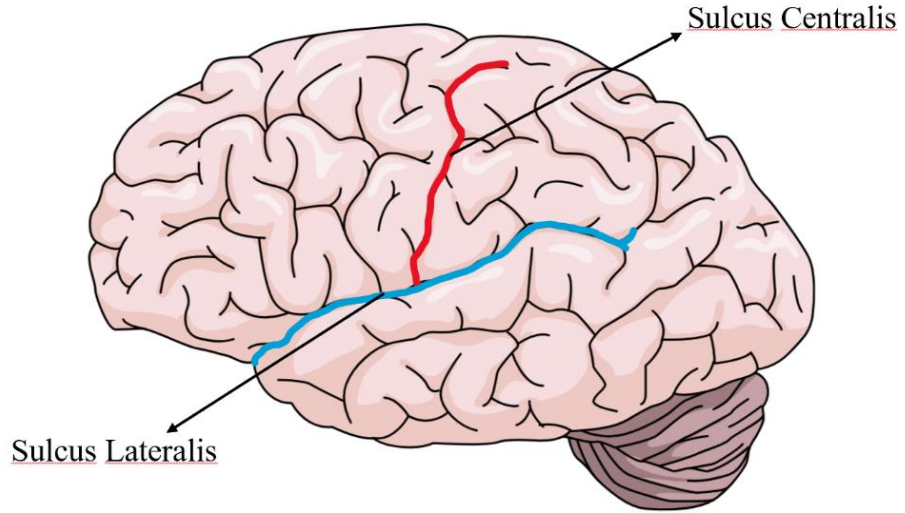
İki adet hemispherium cerebri tarafından oluşur. Cerebrum'un orta hattında bulunan fissura longitudinalis cerebri, her iki hemispherium cerebri yapısını birbirinden ayırır. Bu yarığın içerisinde dura mater'in uzantısı olan falx cerebri yer alır. Bu yarığın derininde corpus callosum denilen kalın bir lif bandıyla hemisferler birleşir. Hemisferler üzerinde gyri adı verilen kıvrımlar ile sulci adı verilen oluklar bulunur. Bu oluklar cerebrum'u; lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis, lobus occipitalis ve derinde yer alan lobus insularis olarak adlandırılan loblara ayırır [Şekil 2.2][9].



Şekil 2.2. Telencephalon, Diencephalon, Truncus Encephali ve Cerebellum'un Görünümü.

2.1.3. Beyin'de bulunan derin oluklar

Beyin hemisferlerinde bulunan oluklar fetal hayatın 5. ayında oluşmaya başlar. Oluşmaya başlayan ilk oluklar, beynin iç yüzeyinde ve üst kenarında bulunan sulcus centralis ile beyin hemisferlerinin iç yüzeyinin arkasında yer alan sulcus calcarinus'tur. [Şekil 2.3][12].



Şekil 2.3. Beyin Sulcus'larının Görünümü.

2.1.3.1. Sulcus centralis

Lobus parietalis ve lobus frontalis'i ayıran sulcus centralis beynin üst orta kısmından başlayarak öne ve aşağı doğru uzanır. Bu oluğun ön tarafında gyrus precentralis arka tarafında gyrus postcentralis adı verilen gyrus yapıları bulunur. Gyrus precentralis vücudun karşı tarafının motor emirleri ile ilgilidir. Gyrus postcentralis ise vücudun karşı tarafından gelen duyu ile ilgilidir [13].

2.1.3.2. Sulcus lateralis

Bu oluk beyin hemisferlerinin dış tarafında, önden arkaya doğru devam eder. Lobus frontalis ve lobus parietalis'i altta bulunan lobus temporalis'ten ayırır. Oluğun polus temporalis yanında yapmış olduğu çukurluğa fossa lateralis cerebri adı verilir. Cortex insularis bu oluğun derininde bulunur[14].

2.1.3.3. Sulcus parietooccipitalis

Polus occipitalis'in önünde başlayan bu oluk beynin üst kenarından hemisferin iç yüzünde öne ve aşağı doğru ilerler. Lobus occipitalis ile lobus parietalis'i birbirinden ayırır. Bu oluk ayrıca cuneus ve precuneus arasındaki sınırı belirler. Medial bölümü hemispherium cerebri'nin medial yüzünde öne ve aşağı doğru ilerleyerek sulcus calcarinus ile birleşir[15].

2.1.3.4. Sulcus calcarinus

Beyin hemisferinin iç yüzünde arkada bulunur. Yukarı doğru devam ederek polus occipitalis'e uzanır. Orta kısmı sulcus parietooccipitalis ile birleşir. Üst kısmında cuneus alt kısmında ise gyrus lingualis bulunur [16].

2.1.4. Lobi cerebri (Beynin lobları)

Beyin hemisferlerini oluşturan loblar, anatomik olarak ayırt edilebilen ve fonksiyonel olarak da bir dereceye kadar farklılık gösteren alanlardır. Lobus frontalis, lobus parietalis, lobus temporalis, lobus occipitalis, lobus limbicus ve lobus insularis beyinde bulunan loblardır [8].

2.1.4.1. Lobus frontalis

Hemisferin ön kısmında bulunan frontal lob en büyük beyin lobudur. Inferior'da sulcus lateralis posterior'da sulcus centralis ile sınırlanır. Gyrus

precentralis ile birincil motor alanını, anterior ve lateralde ise tamamlayıcı motor alanını içerir. Alt ve iç yüzünde koku ile ilgili rhinencephalon (koku beyni) adı verilen bölüm bulunur. Gyrus rectus, gyrus precentralis, gyri orbitales, gyrus frontalis superior, gyrus frontalis medius, gyrus frontalis inferior ve gyrus paraterminalis lobus frontalis'de bulunan gyruşlardır [8, 17].

2.1.4.2. Lobus parietalis

Sulcus centralis'in arkasında sulcus parietooccipitalis'in önünde ve sulcus lateralis'in üst tarafında bulunur. Arka tarafta lobus occipitalis ile komşuluğu bulunur. Gyrus postcentralis, sulcus postcentralis, sulcus marginalis ve precuneus bu lobdadır [8, 18].

2.1.4.3. Lobus temporalis

Lobus temporalis'in dış yüzeyi sulcus temporalis superior ve sulcus temporalis inferior isimli oluklar ile üç adet gyrus'a ayrılır. Bu gyruşlar'a gyrus temporalis superior, gyrus temporalis medius ve gyrus temporalis inferior isimleri verilir. Ön tarafta bulunan çıkıntılı kısım polus temporalis ismini alır. Üst yüzünü lobus frontalis kapatır. Alt yüzü lobus occipitalis'in alt yüzü ile devam eder. Gyrus temporalis superior, gyrus temporalis inferior, gyrus temporalis medius, gyrus occipitotemporalis medialis ve gyrus occipitotemporalis lateralis lobus temporalis'de bulunan gyruşlar'dır [8, 14].

2.1.4.4. Lobus occipitalis

Hemispherium cerebri'nin arka bölümünü oluşturan lobus occipitalis diğer loblara göre daha küçüktür. Arka ucundaki çıkıntıya polus occipitalis adı verilir. İç yüzünde sulcus calcarinus isimli oluk bulunur. Bu oluğun üst kısmına cuneus alt kısmına gyrus lingualis adı verilir [8, 19].

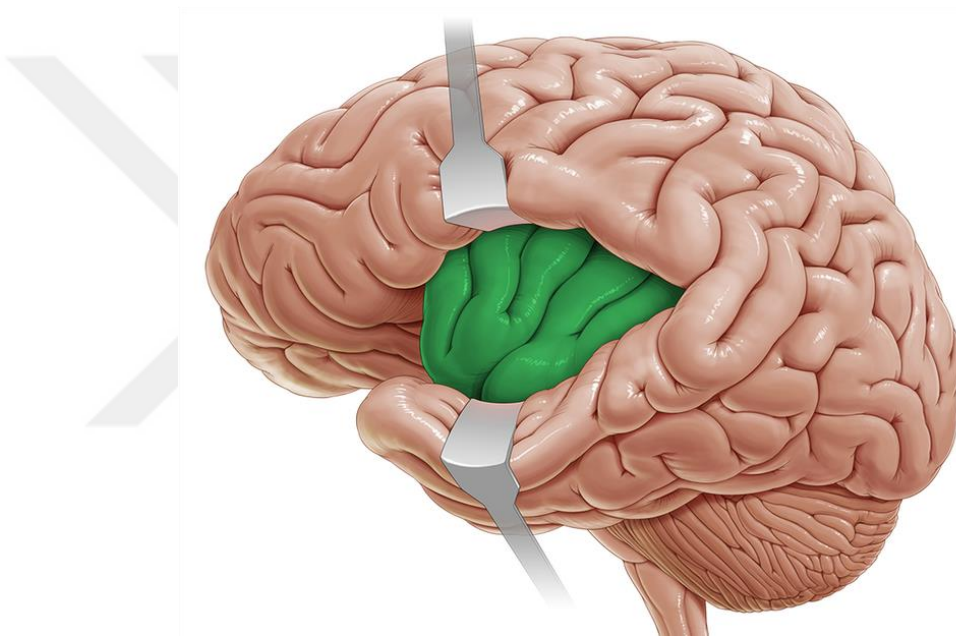
2.1.4.5. Lobus limbicus

Lobus limbicus kavramı, area septalis, gyrus cinguli, gyrus parahippocampalis ve bunları birbirine bağlayan yapıların hemispherium cerebri'lerin medial tarafında bir limbus veya sınır oluşturduğunu fark eden Broca (1878) tarafından ortaya atılmıştır [20]. Daha çok lobus temporalis bölgesinde yoğunlaşan lobus limbicus, hemispherium cerebri'nin medial kenarında bulunan kortikal yapıları içerir. Gyrus dentatus, gyrus

parahippocampalis, gyrus cinguli ve gyrus fasciolaris tarafından oluşturulur. Ruhsal davranış, bellek, öğrenme ve motivasyon ile ilişkilidir. Ayrıca lobus frontalis'in alt yüzünde yer alan rhinencephalon ile de bağlantıları bulunur [21].

2.1.4.6. Lobus insularis

Lobus frontalis, lobus parietalis ve lobus temporalis ile örtülü olarak sulcus lateralis'in derininde yer alır. Bu lobların insula'yı kaplayan kısımlarına operculum adı verilir. Çevresi yer alan sulcus circularis insulae adı verilen oluk ile sınırlandırılmıştır. Ortasında sulcus centralis insula yer alır. Visceral fonksiyonları bulunan merkezlerin burada olduğu düşünülmektedir [Şekil 2.4][22].



Şekil 2.4. Lobus insularis'in Görünümü [15].

2.1.5. Ventriculi cerebri

Ventriküler sistem, beyindeki cerebral ventrikül'ler olarak bilinen, birbirine bağlı dört boşluktan oluşan yapıdır. Ventriküler sistem, ventriculus quartus'tan itibaren omuriliğin merkezi kanalıyla devam eder ve beyin omurilik sıvısı (BOS) akışının dolaşmasına izin verir [23].

Plexus choroideus, ventriküllerin iç yüzünü döşeyen yaprak benzeri vasküler yapılardır. Temel fonksiyonu BOS üretimidir. Sistem dört ventrikülden oluşur, ventriculus lateralis'ler (sağ ve sol hemisfer için ayrı olarak bulunur) ventriculus tertius

ve ventriculus quartus. Sistem içerisinde foramen yapıları ile ventrikülleri birbirine bağlayan kanal görevi gören açıklıklar bulunmaktadır [23, 24].

2.1.5.1. Ventriculus lateralis

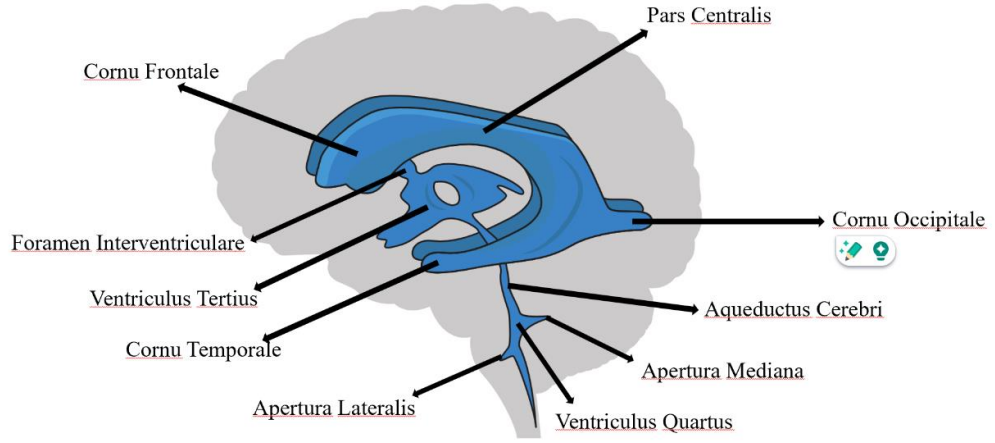
Ventriculus lateralis'ler C şeklinde çift olarak bulunan yapılardır. Temporal, frontal ve occipital loblar'a doğru olan çıkıntılara boynuz anlamına gelen Cornu adı verilir. Orta hattın her iki yanında septum pellucidum ile ayrılırlar. Ventriculus lateralis'ler birbirlerine önce ön tarafta yaklaşırlar, daha sonra thalamus ve pedunculus cerebialis etrafında arka tarafa yönelerek aşağıya doğru devam ederler. Cornu anterius corpus callosum'un genu kısmının önünde bulunur. Konkav yapıda bulunan cornu anterius'lar, medial ve superior yönde devam ederek ventriculus lateralis'in gövde kısmını oluşturur. Cornu temporalis yukarıdan aşağı doğru devam eder. Cornu occipitalis ise horizontal olarak posterior yönde ilerler. Ventriculus lateralis'ler Foramen Interventricularis (foramen monro) aracılığıyla ventriculus tertius ile bağlantı kurarlar. Her bir ventriculus lateralis'in yaklaşık hacmi 7-10 mL'dir [25, 26].

2.1.5.2. Ventriculus tertius

Ventriculus tertius dar, huni şeklinde, tek gözlü, orta hat boşluğudur. Corpus callosum'un ve ventriculus lateralis'in gövdesinin altında, sella turcica, glandula hypophysialis ile mesencephalon'un üzerinde ve hemispherium cerebri ile thalamus ve hypothalamus'un arasında yer alır. Konum itibarı ile Willis çemberi ve vena cerebri magna (Galen veni) ile yakından ilişkilidir. Ön üst bölümünde bulunan foramen interventricularis ile ventriculus lateralis'e, arka tarafta yer alan aqueductus cerebri adı verilen kanal ile de ventriculus quartus'a bağlanır [27].

2.1.5.3. Ventriculus quartus

Ventriculus quartus, cerebellum ile truncus encephali arasında yer alan geniş, çadır şeklinde bir orta hat boşluğudur. Rostral olarak aqueductus cerebri yoluyla ventriculus tertius ile, kaudalde foramen magendie yoluyla cisterna magna'ya ve lateralde foramen luschka yoluyla angulus pontocerebellaris'e bağlanır. Kranial sinirlerin çoğu tabanının yakınında ortaya çıkar. Bir çatısı, bir zemini ve iki yanall girintisi vardır. Cerebellum'un ventralinde, pons ile medullanın dorsalinde ve pedunculus cerebellaris'lerin medialinde yer alır [28].



Şekil 2.5. Ventriculi Cerebri'nin Bölümlerinin Görünümü.

2.1.6. Epilepsi

2.1.6.1. Tanım ve tarihçe

Epilepsi, kortikal nöronlarda meydana gelen anormal derecede yüksek elektriksel aktivitenin neden olduğu epileptik nöbetlerle kendini gösteren, bulaşıcı olmayan bir hastalıktır [29]. 2005 yılında International League Against Epilepsy (ILAE) tarafından epileptik nöbetler üretebilen ve bunu takip eden psikososyal etkilerle karakterize edilen bir beyin hastalığı olarak tanımlandı. ILAE'ye göre epilepsi aşağıdaki durumlardan herhangi biriyle tanımlanmaktadır:

- 1- 24 saatten fazla arayla meydana gelen en az 2 provoke edilmemiş nöbet
- 2- bir provoke edilmemiş nöbet ve sonrasındaki 10 yıl içinde meydana gelebilecek diğer nöbetlerin olasılığının en az %60 olması
- 3- Hekim tarafından konulan Epilepsi Sendromu tanısı

Epilepsi hastalarının yaşadığı nöbetler, beyindeki anormal ve aşırı nöronal aktivitenin neden olduğu geçici belirti ve semptomların aniden ortaya çıkması olarak tanımlanır. Epilepsi, nöbetlerin klinik tipine, kökenine, başlangıç yaşına, sebeplerine ve elektroensefalografi'de görülen anormal bulgulara göre sınıflandırılır. Fokal ve jeneralize epilepsi en sık görülen iki epilepsi türüdür ve tanı nöbet tipine göre konur. Bir nöbeti fokal veya jeneralize olarak sınıflandırmak için öykü ve klinik çalışmalardan elde edilen veriler yetersizse, başlangıcı bilinmeyen (idiyopatik) olarak

sınıflandırılır. Başlangıç tipi belirlendikten sonra nöbetin bilinci bozup bozmadığının ayrımının yapılması gerekmektedir. Epilepsi ve epilepsi sendromlarının uluslararası sınıflandırmasının ilk temel taslağı 1969 yılında sunuldu. Bu sınıflandırma 1985 yılında uluslararası nöbet sınıflandırmasının fokal ve genelleştirilmiş ayrımı ile idiyopatik ve semptomatik epilepsiler arasındaki klasik ayrımı birleştirecek şekilde güncellendi [30, 31].

Epilepsi, dünya çapında 70 milyondan fazla insanı etkileyen en yaygın beyin rahatsızlıklarından biridir. Bebeklerde ve ileri yaş gruplarında bulunan bireylerde yüksek oranda görülür. Prevalansı, yaşamın ilk yıllarında en yüksek seviyededir. Epilepsi tek bir soruna bağlı olarak ortaya çıkan patolojik bir durum değil, çoklu risk faktörlerinin neden olduğu ve aynı zamanda güçlü bir genetik yatkınlığı da içeren bir hastalıktır [32, 33]. Epileptik nöbetlerin organize sinir sistemi bulunan tüm canlılarda meydana gelebileceği varsayılmaktadır [34].

Hastalarda nöbet sonrasında beynin yapısında meydana gelen değişiklikler nedeniyle ortaya çıkabilen bilişsel bozulmalar görülür. Görüntüleme testleri, epileptik konvülsiyon geçiren hastaların %21-37'sinde lokalize anormallikleri tespit edebilir ve beynin mimarisi, işlevi veya biyokimyasındaki değişikliklerin değerlendirilmesine olanak tanır [35, 36].

Araştırmaların çoğu, epilepsi hastalarından alınan örneklerin daha fazla heterotopik nörona sahip olduğunu gösterdi. 1985 yılında mikrodisgenesis adı verilen beynin farklı bölgelerindeki moleküler tabaka ve subkortikal beyaz maddedeki nöronlarda bulunan artış epilepsi hastalarıyla ilişkilendirilmiştir. Ancak bu durum sağlıklı bireylerde de görülebildiği için bazı araştırmacılar bu duruma karşı çıkmıştır. Çalışmalar arasında büyük farklılıklar görüldüğünden mikrodisgenesis için niceliksel kriterler üzerinde henüz bir fikir birliği yoktur [37-39].

2.1.6.2. Etiyoloji

Epilepsi birçok nedene bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Hastaların büyük çoğunluğunda epilepsi bebeklik döneminde ortaya çıkar. Beyni etkileyen çeşitli hastalıklar epileptik nöbetlere sebep olabilmektedir. Ayrıca doğum sırasında bebeğin oksijensiz kalması, tümörler, kafa travmaları, anne karnında geçirilen enfeksiyonlar, beyin ile ilgili konjenital anomaliler epilepsiye sebep olabilmektedir [40].

2.1.6.3. Epidemiyoloji

Epilepsi dünya çapında dağılım göstererek her iki cinsiyeti ve her yaşta insanı etkilemektedir. Epilepsinin prevalansı ve insidansı erkeklerde kadınlara oranla daha yüksektir ve geriatric bireylerde zirveye ulaşma eğilimindedir. Bu durumun geriatric bireylerde görülen inme ve diğer nörodejeneratif hastalıkların daha yüksek oranda görülmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir [41].

Fokal nöbetler hem çocuklarda hem de yetişkinlerde jeneralize nöbetlerden daha yaygındır. Epilepsinin etiyojisi, etkilenen popülasyonun sosyodemografik özelliklerine ve teşhis çalışmalarının kapsamına göre değişmektedir. Epilepsi hastalarının yaklaşık %80'i düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır. Epilepsi kendi başına düşük bir ölüm riski taşır, ancak sık nöbet geçirme, ileri yaş ve ek hastalıklar mortalite oranını yükseltir [41].

Epilepsi hastalarının büyük çoğunluğu normal zekaya sahip olsa da genel olarak yaş ve eğitim açısından sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında bilişsel performansta bozulma meydana gelme olasılıkları daha yüksektir. Ayrıca epilepsinin beyinde etkilediği bölgelere göre semptomlar farklılık gösterebilir. Örneğin, temporal lob epilepsisi (TLE) hafıza bozukluğuna neden olabilir ve dilin baskın olduğu hemisferi içeren fokal epilepsi, kelime bulma ve isimlendirme güçlüklerine neden olabilir. Buna karşılık bazı epilepsi sendromları ise ciddi bilişsel veya davranışsal problemlerle ilişkilidir [42].

2.1.6.4. Tedavi

Tıp alanında meydana gelen teknolojik gelişmeler genetik tanıda büyük bir ilerlemeye yol açmıştır. Tek bir nöbetin ortaya çıkması her zaman antiepileptik ilaç tedavisinin başlatılmasını gerektirmez. Uzun süreli tedaviye başlama kararı, nöbet yönetimi konusunda uzmanlaşmış bir hekime danışılarak verilmelidir. Sebebi belli olmayan atakları beklemek yerine, tedavi seçeneklerini ve olası tekrarlamaya risklerini değerlendirmek üzere hastanın takibe gönderilmesi gerekmektedir. Bu durum özellikle yüksek riskli özellikler mevcut olduğunda veya birden fazla nöbet meydana geldiğinde geçerlidir [43]. Nöbet önleyici ilaçlar epilepsi tedavisinin temel dayanağını oluşturur. Nöbetleri yan etki olmaksızın bastırmayı hedefler, ancak nöbet üretmeye yönelik altta yatan problemi etkilemezler. Şu anda mevcut olan nöbet önleyici ilaçlar epilepsi hastalarının yaklaşık üçte ikisinde etkilidir. Fokal epilepsili bireylerde beyin cerrahisi

rezeksiyonu, ilaçsız nöbet kontrolünü sağlamak için etkili bir stratejidir. Palyatif cerrahi (örneğin, korpus kallosotomi), nöromodülasyon teknikleri (örneğin, vagus sinir stimülasyonu) ve diyet müdahaleleri gibi farmakolojik olmayan tedaviler, rezektif beyin cerrahisi için uygun olmayan ilaca dirençli epilepsili hastalar için tedavi seçeneklerini temsil etmektedir [44].

2.1.7. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntüleme, iyonlaştırıcı radyasyon kullanılmadan güçlü bir manyetik alan ve radyo dalgaları ile kesitsel görüntü alınmasına olanak sağlayan bir radyolojik inceleme yöntemidir. Hasta sabit bir manyetik alana maruz kaldığında vücutta bulunan protonlar mıknatısın vektörü yönünde paralel ve antiparalel olarak hizalanır ve dönüş hareketi (spin) yapmaya başlarlar. Daha sonra dokularda bulunan Hidrojen (H) atomları radyo dalgaları tarafından sapmaya uğratılır. Protonlar, radyo dalgaları durdurulduğunda mıknatıs yönünde başlangıç konumlarına dönerek hareket ederken almış oldukları enerjiyi geri verirler. Açığa çıkan enerji bir alıcı aracılığı ile sinyale dönüştürülür. Oluşan sapmalar dokular arasında farklılık gösterdiği için protonların geri dönme süreleri de farklı olmaktadır. Görüntüler bu farklılıklar sayesinde ortaya çıkmaktadır. Su oranı yüksek olan dokularda H atomu da fazla bulunmaktadır. H atomları su ve yağda en yaygın bulunan atomlar olduğundan, MRG özellikle beyin, kas-iskelet sistemi ve karın içi organlar gibi katı organların değerlendirilmesinde faydalıdır [45]. MRG tabanlı beyin görüntü analizleri, birçok nörolojik hastalığın tanı ve takibinde objektif olarak yardımcı olma konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Spesifik olarak, MRG beyin ile ilgili hastalıkların doğasını ve evrimini anlamak için giderek daha fazla kullanılmaktadır [46].

MRG'de sıklıkla T1 ve T2 olmak üzere iki ana sekans kullanılır. Anatomik değerlendirme, yumuşak doku kontrastı ve uzaysal çözünürlük sunan T1 ağırlıklı sekanslarla mümkün olmaktadır. Patolojik sinyal yoğunluğu değişiklikleri T2 ağırlıklı sekanslarda daha iyi anlaşılabilir [45].

MRG, epilepsi tanısı için tercih edilen yöntemlerden birisidir. MSS yapısal değişikliklerin diğer tanısal bulgularla ilişkilendirilerek saptanması, epilepsinin tedavi şansını önemli ölçüde artırır ve epileptik nöbetlerin etiyolojisinin tanımlanmasına veya aydınlatılmasına yardımcı olabilir [47].

Epilepsi hastalarında yapılan MR görüntüleme çalışmaları, çocuklarda ve yetişkinlerde hippocampus veya beyin korteksinde meydana gelen atrofinin yanı sıra cerebellar ve cerebral hacimde önemli azalma olduğunu bildirmiştir [48]. Literatüre bakıldığında, epilepsi ile ilişkili nöroanatomik ve bilişsel değişikliklerin normal yaşlanma sürecinde gözlemlenenlerden daha hızlı olduğu belirtilmiştir [49, 50].

2.1.8. VolBrain analiz programı

Uzun yıllardır beyin yapılarını doğru bir şekilde analiz etmek için manuel hesaplamalar tercih edilen yöntem olmuştur. Ancak bu durum zaman alıcı olduğundan klinik pratikte kullanımını sınırlamaktadır. VolBrain programı, beynin anatomik yapılarını farklı ölçeklerde bölümlere ayırabilen bir programdır. Hacimsel beyin analizi için yeni bir yazılım hattı olan VolBrain programı herhangi bir kurulum, konfigürasyon veya özel eğitim gerektirmeden, basit bir web tabanlı arayüzde, farklı ölçeklerde beyin hacim hesaplamalarına ilişkin bilgileri içeren raporu otomatik olarak sağlayan bir web arayüzü aracılığıyla çalışır. VolBrain programı ile, substantia alba, substantia grisea, BOS, cerebrum, cerebellum ve truncus encephali, ventriculi cerebri, subcortical gri madde yapılarının ölçümleri hesaplanabilmektedir. Sisteme erişim sağlamak için her kullanıcıdan e-posta adresi, adı, ait olduğu kurum adı gibi bazı kişisel bilgileri girerek kayıt olması istenmektedir. Sistemin kullanım koşulları, verilerin yalnızca araştırma amacıyla kullanılmasına ilişkin özel açıklamalar yapılarak web sayfasında gösterilmektedir [46].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma 2019-2022 yılları arasında Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı'na başvurarak epilepsi tanısı alan hastaların MR görüntülerinin incelenmesi ile gerçekleştirilen retrospektif bir çalışmadır. Çalışmanın etik kurulu Malatya Turgut Özal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 08.12.2023 tarih ve B.220 sayılı kararı ile alınmıştır.

3.1. Katılımcıların Özellikleri

Araştırmamız Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı'na başvuran, 20-82 yaş aralığında bulunan, epilepsi tanısı almış 45 hasta ile 45 sağlıklı kişi olmak üzere toplam 90 kişinin MR görüntüsünü kapsamaktadır.

Bu çalışmanın örnekleme power analiz yöntemi ile belirlendi. G*power 3.1 programı ile yapılan hesaplama göre; 0,75 etki büyüklüğünde, 0,05 yanılma payında, 0,95 güven düzeyinde, 0,95 evreni temsil gücüyle örneklem büyüklüğü en az 80 (her grup 40) olarak belirlendi.

3.2. Dışlanma Kriterleri

Bu çalışmaya cranial cerrahi ve kafa travması geçiren, alkol ve madde bağımlılığı bulunan ve farklı bir nörolojik hastalığı olan bireyler dahil edilmedi.

3.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme Protokolü

İncelememiz için MRI SIEMENS Amira (Enlargen, Almanya) 1.5 Tesla cihazı kullanarak axial T1 ağırlıklı ve T2 ağırlıklı, koronal FLAIR ve sagittal T2 ağırlıklı görüntüler elde edildi. MRI protokolü: 3D T1-MPRAGE; çevirme açısı: 8°; görüş alanı (FOV): 250 mm; bölüm sayısı: 192; kesit kalınlığı: 1 mm; matris: 205x320; tekrarlama süresi: 2200 ms; yankı süresi: 2,79 ms. şeklindedir.

3.4. Beyin MR görüntülerinin Elde Edilmesi

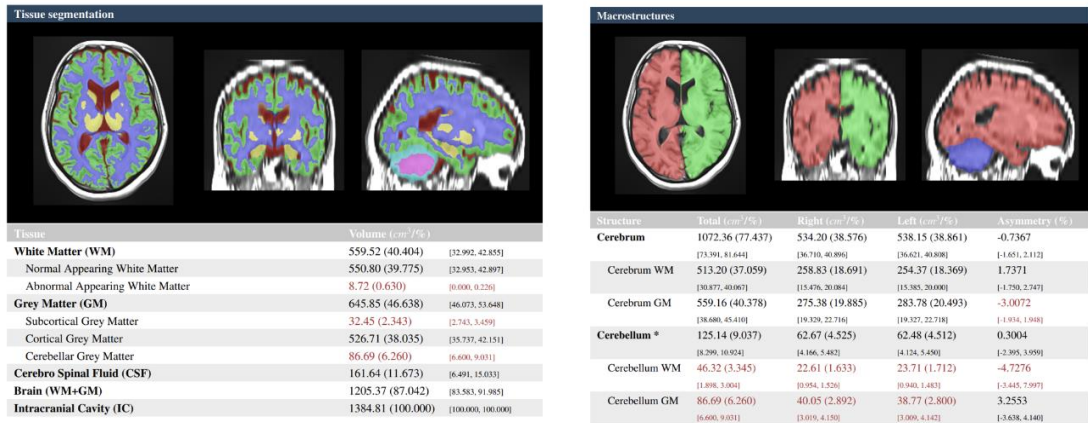
Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Başhekimliği'nden veri kullanım izni alındıktan sonra Akgün programı kullanılarak çekilen MR'lar geriye dönük olarak taranarak indirildi.

3.5. MR Görüntülerinin Analizi ve Ölçümler

Elde edilen T1 ağırlıklı görüntüler Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) veri formatında kaydedilerek yapısal analiz için bilgisayara aktarıldı. Verilerin hacimsel analizlerinin yapılabilmesi için dcm2niigui programı kullanıldı. Neuroimaging Informatics Technology Initiative (NIFTI) formatına dönüştürüldü. Lobus frontalis, lobus temporalis, lobus occipitalis, lobus parietalis, lobus limbicus, lobus insularis, substantia alba, substantia grisea, cerebellum, ventriculus lateralis, ventriculus tertius, ventriculus quartus, hacimlerini hesaplamak için NIFTI formatındaki dosyalar VolBrain çevrimiçi web sitesine yüklendi ve yükleme tamamlandı. VolBrain programı hacimsel ölçümleri otomatik olarak gerçekleştirdi.

```
dcm2nii
File Edit Help
Output Format: Compressed FSL (4D NIFTI nii)
00000001-> 20220731_140842localizerBEYINs001a1001.nii
Warning: Unknown Siemens slice order 51130001
For slice timing correction: the slice order is interleaved ascending (1,3,,2,4...)
brightest voxel was 133: data will be saved as 16-bit signed integer.
GZip...20220731_140842localizerBEYINs001a1001.nii.gz
Converting 2/3 volumes: 1
00000002-> 20220731_140842localizerBEYINs001a1001A.nii
Warning: Unknown Siemens slice order 51130001
For slice timing correction: the slice order is interleaved ascending (1,3,,2,4...)
brightest voxel was 214: data will be saved as 16-bit signed integer.
GZip...20220731_140842localizerBEYINs001a1001A.nii.gz
Converting 3/3 volumes: 1
00000003-> 20220731_140842localizerBEYINs001a1001B.nii
Warning: Unknown Siemens slice order 51130001
For slice timing correction: the slice order is interleaved ascending (1,3,,2,4...)
brightest voxel was 212: data will be saved as 16-bit signed integer.
GZip...20220731_140842localizerBEYINs001a1001B.nii.gz
Conversion completed in 46438 ms
```

Şekil 3.1. Verileri NIFTI Formatına Dönüştüren dcm2niigui Programı.



Şekil 3.2. VolBrain Programından Örnek Görüntü.

3.6. Verilerin İstatistiksel Analizleri

Araştırmaya alınan verilerin analizleri SPSS (Statistical Program in Social Sciences) 25 programı ile gerçekleştirildi. Parametrik veya non-parametrik yaklaşımlarından hangisinin kullanılacağına verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı kontrol edilerek karar verildi. Tanımlayıcı istatistikler sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, medyan ve min-max olarak hesaplandı. Karşılaştırmalar için anlamlılık düzeyi (p) 0,05 olarak belirlendi. Parametrik veriler için ortalama ve standart sapma, non-parametrik veriler için ise medyan ve ayrımlar sağlandı. Bağımsız gruplarda mann whitney U testi kullanıldı.



4. BULGULAR

Bu çalışmada epilepsi tanısı almış 45 hasta ile 45 sağlıklı bireyin MR görüntüleri değerlendirildi.

Çalışmamızda epilepsi grubu ile kontrol grubu arasında substantia alba hacminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($p = 0,981$), substantia grisea hacminde istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlemlendi ($p = 0.001$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Gruplar arasında substantia alba ve substantia grisea hacimlerinin karşılaştırılması

Değişken	Grup	Ort	ss	M	Min	Maks	Mann Whitney	p Değeri
Substantia Alba	Kontrol	515.68	76.76	502.67	378.03	664.00	1009.000	0.981
	Hasta	514.52	101.39	508.55	153.16	707.33		
Substantia Grisea	Kontrol	652.96	89.51	648.22	373.13	852.91	1492.000	0.001*
	Hasta	579.03	93.59	586.15	307.78	756.55		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, M; Medyan, Min; minimum değer, Maks; Maksimum değer, * $p < 0,05$; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Çalışmamızın epilepsi grubunda lobus frontalis total, lobus frontalis (sağ hemisfer) ve lobus frontalis (sol hemisfer) hacimlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı görüldü ($p=0.001$) (Çizelge 4.2).

Çalışmamızın epilepsi grubunda lobus temporalis total, sağ lobus temporalis ve sol lobus temporalis hacimlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı görüldü ($p=0.002$, $p=0.002$, $p=0.001$) (Çizelge 4.2).

Çalışmamızın epilepsi grubunda lobus parietalis total, sağ lobus parietalis ve sol lobus parietalis, hacimlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı tespit edildi ($p=0.001$) (Çizelge 4.2).

Çalışmamızın epilepsi grubunda, lobus occipitalis (sağ hemisfer) hacmi kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azalırken ($p=0.006$), lobus occipitalis total ve lobus occipitalis (sol hemisfer) hacimlerinde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma saptanmamıştır ($p=0.075$, $p= 0.121$) (Çizelge 4.2).

Çalışmamızın epilepsi grubunda, Lobus limbicus total, sağ lobus limbicus ve sol lobus limbicus hacimleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p=0.001$) (Çizelge 4.2).

Çalışmamızın epilepsi grubunda, lobus insularis total, sağ lobus insularis ve sol lobus insularis hacimlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı görüldü (sırasıyla $p=0.001$, $p=0.009$, $p=0.001$) (Çizelge 4.2).



Çizelge 4.2. Gruplar Arasında Beyin Loblarının Hacimsel Karşılaştırılması

Değişken	Grup	Ort	ss	M	Min	Maks	Mann Whitney	p Değeri
Lobus Frontalis Total	Kontrol	213.77	157.89	176.32	151.47	932.81	1657.000	0.001*
	Hasta	149.27	28.57	151.04	59.24	196.74		
Lobus Frontalis (Sağ Hemisfer)	Kontrol	88.43	14.09	87.27	46.17	121.21	1538.000	0.001*
	Hasta	74.99	14.49	76.61	29.50	98.71		
Lobus Frontalis (Sol Hemisfer)	Kontrol	86.01	17.93	87.29	10.73	120.75	1520.000	0.001*
	Hasta	73.89	14.88	76.26	29.74	100.69		
Lobus Temporalis Total	Kontrol	106.88	21.29	108.38	14.79	146.95	1403.000	0.002*
	Hasta	95.94	16.85	99.04	53.96	132.92		
Sağ Lobus Temporalis	Kontrol	54.21	8.37	53.94	33.24	72.19	1406.000	0.002*
	Hasta	47.83	9.15	49.12	20.91	69.73		
Sol Lobus Temporalis	Kontrol	55.63	8.74	55.41	31.69	75.75	1493.000	0.001*
	Hasta	47.99	7.89	49.87	32.55	62.89		
Lobus Parietalis Total	Kontrol	108.07	16.61	107.24	56.57	148.79	1563.000	0.001*
	Hasta	90.55	20.62	93.00	10.05	120.39		
Sağ Lobus Parietalis	Kontrol	53.76	8.40	53.34	29.79	76.01	1519.000	0.001*
	Hasta	46.28	8.42	48.41	20.56	61.40		
Sol Lobus Parietalis	Kontrol	54.34	8.32	54.51	26.97	72.78	1560.000	0.001*
	Hasta	46.34	8.67	46.62	22.14	61.92		
Lobus Occipitalis Total	Kontrol	65.43	14.13	66.24	1.00	91.42	1234.000	0.075
	Hasta	61.76	11.32	63.60	38.35	82.30		
Lobus Occipitalis (Sağ Hemisfer)	Kontrol	33.84	5.59	33.82	22.92	51.64	1353.000	0.006*
	Hasta	30.25	5.67	30.74	18.85	42.23		
Lobus Occipitalis (Sol Hemisfer)	Kontrol	33.79	5.97	32.65	21.35	48.79	1205.000	0.121
	Hasta	31.53	6.12	31.76	18.24	43.57		
Lobus Limbicus Total	Kontrol	46.32	8.62	46.64	21.23	63.67	1565.000	0.001*
	Hasta	38.27	7.82	39.62	16.28	54.22		
Sağ Lobus Limbicus	Kontrol	22.37	3.97	22.91	10.61	30.05	1538.000	0.001*
	Hasta	18.85	3.92	19.26	7.54	27.05		
Sol Lobus Limbicus	Kontrol	22.48	4.08	22.53	10.62	33.01	1435.000	0.001*
	Hasta	19.41	4.03	19.93	8.73	27.18		
Lobus Insularis Total	Kontrol	31.26	5.55	30.62	16.42	40.65	1547.000	0.001*

Çizelge 4.2. (devam)

Değişken	Grup	Ort	ss	M	Min	Maks	Mann Whitney	p Değeri
Sağ Lobus Insularis	Hasta	26.03	5.06	26.46	14.54	35.11	1335.000	0.009*
	Kontrol	15.34	2.70	15.46	8.31	19.82		
Sol Lobus Insularis	Hasta	22.79	25.16	13.50	6.64	92.84	1493.000	0.001*
	Kontrol	15.94	2.90	15.84	8.11	20.90		
	Hasta	13.54	2.78	14.05	6.33	18.97		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, M; Medyan, Min; minimum değer, Maks; Maksimum değer, *p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Araştırmamızda cerebellum total, cerebellum sağ hemisfer ve cerebellum sol hemisfer hacimlerinin epilepsi grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı tespit edildi (p=0.001) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Gruplar arasında cerebellum hacimlerinin karşılaştırılması

Değişken	Grup	Ort	ss	M	Min	Maks	Mann Whitney	p Değeri
Cerebellum Total	Kontrol	125.01	17.31	127.65	77.00	161.13	1507.000	0.001*
	Hasta	112.99	12.69	116.25	86.03	136.71		
Cerebellum Sağ Hemisfer	Kontrol	63.23	8.46	64.73	40.31	82.52	1510.000	0.001*
	Hasta	57.02	6.57	58.16	43.39	69.78		
Cerebellum Sol Hemisfer	Kontrol	62.03	8.49	62.87	36.69	78.82	1510.000	0.001*
	Hasta	55.97	6.24	57.04	42.35	68.74		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, M; Medyan, Min; minimum değer, Maks; Maksimum değer, *p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Araştırmamızın epilepsi grubunda ventriculus lateralis total, sağ ventriculus lateralis ve sol ventriculus lateralis hacimlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı görüldü (p=0.001) (Çizelge 4.4).

Çalışmamızın epilepsi grubunda ventriculus tertius hacminde anlamlı azalma görülürken (p=0.011), ventriculus quartus hacminde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim olmadığı tespit edildi (p=0.121) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Gruplar arasında ventriculi cerebri hacimlerinin karşılaştırılması

Değişken	Grup	Ort	ss	M	Min	Maks	Mann Whitney	p Değeri
Ventriculus Lateralis Total	Kontrol	15.92	8.03	14.48	2.61	44.75	430.000	0.001*
	Hasta	31.65	24.36	24.34	10.73	131.44		
Sağ Ventriculus Lateralis	Kontrol	7.55	4.06	6.71	1.54	22.52	442.000	0.001*
	Hasta	15.17	12.92	12.33	0.13	66.56		
Sol Ventriculus Lateralis	Kontrol	8.14	3.53	8.26	1.82	15.60	389.000	0.001*
	Hasta	17.67	13.49	14.09	3.89	64.89		
Ventriculus Tertius	Kontrol	1.69	1.78	1.35	0.67	12.76	697.000	0.011*
	Hasta	1.88	0.80	1.67	0.33	4.22		
Ventriculus Quartus	Kontrol	1.60	0.35	1.54	0.89	2.35	820.000	0.121
	Hasta	1.93	0.83	1.79	0.89	4.20		

Ort; ortalama, ss; standart sapma, M; Medyan, Min; minimum değer, Maks; Maksimum değer, *p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

5. TARTIŞMA

Epileptik nöbetlerin genetik, metabolik ve immün sistemi uyaran karmaşık bir etiyolojisi vardır. Epilepsi'nin pek çok türünde yapısal hasardan kaynaklanan nöbetler de rapor edilmektedir. Vakalarının yaklaşık %5'i, genellikle yaşamın erken dönemlerinde başlayan merkezi sinir sistemindeki anormalliklerden kaynaklanır [51]. Beyin atrofisinin altında yatan mekanizmalar çeşitli ve karmaşıktır. Miyelin ve aksonal dansitenin kaybı nedeniyle, substantia alba lezyonlarındaki fokal doku kaybının beyin küçülmesinde birincil faktör olduğu düşünülmektedir [52].

Literatürde epilepsili bireylerin substantia alba hacimlerinin değişmediğini gösteren çalışmalar mevcutken, kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük olan çalışmalar da mevcuttur [53, 54]. Çalışmamızda substantia alba hacminin gruplar arasında anlamlı düzeyde değişmediği görüldü.

Jber ve ark. [55], Medial temporal lob epilepsi'si (MTLE) tanısı almış 33 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada substantia grisea hacminin sağlıklı bireylere kıyasla anlamlı derecede düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Yapılan araştırmalarda epilepsi tanısı alan bireylerde substantia grisea hacminin kontrol grubuna göre anlamlı olarak azaldığı görülmektedir [56]. Benzer şekilde çalışmamızda substantia grisea hacminin kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu tespit edildi.

Sağlıklı bireylerde cerebral ve cerebellar hacimler arasında önemli bir korelasyon bulunurken epilepsi hastalarında bu ilişki önemli ölçüde azalmaktadır. Literatüre bakıldığında, epilepsili bireylerin cerebellum hacimlerinin kontrol grubuna göre azaldığı görülmektedir [48, 57]. Yapmış olduğumuz çalışmada, total cerebellum hacminin kontrol grubuna kıyasla epilepsili bireylerde anlamlı olarak düşük çıkması literatürdeki bilgileri desteklemektedir.

Bostan ve ark. [58], yapmış oldukları vaka çalışmasında occipital lob epilepsi tanısı alan 50 yaşındaki erkek hastanın sağ occipital lob'unda atrofi meydana geldiğini bildirmişlerdir. Galovic ve ark. [59], 146 epilepsi tanısı almış birey üzerinde yaptıkları çalışmada bilateral lobus occipitalis hacminde azalma olduğunu bulmuşlardır. Yapmış olduğumuz çalışmada sağ lobus occipitalis'de anlamlı azalma olduğu, sol lobus occipitalis'de ise anlamlı bir değişiklik olmadığı görüldü.

Tae ve ark., juvenil myoclonic epilepsi tanısı almış 19 adölesan üzerinde yapmış oldukları retrospektif çalışmada, sağ lobus frontalis hacminin kontrol grubuna

göre anlamlı olarak değişmediğini ancak sol lobus frontalis'in kontrol grubuna kıyasla daha büyük olduğunu bulmuştur [60]. Riederer ve ark. [61], 39 epilepsi hastasında yapmış oldukları çalışmalarında lobus frontalis hacminin kontrol grubuna kıyasla azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda lobus frontalis hacminin epilepsili bireylerde anlamlı olarak daha düşük çıktığı tespit edildi.

Seidenberg ve ark. [62] unilateral TLE tanısı almış 34 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada hippocampus'un yanı sıra lobus parietalis hacminde de atrofi meydana geldiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda bilateral parietal lob hacmi, epilepsi hastalarında kontrol grubuna kıyasla daha düşük bulunmuştur. Ayrıca literatüre bakıldığında parietal lob hacim değişikliği ile ilgili çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durumun fokal lobus parietalis epilepsi'sinin düşük insidansından kaynaklandığı kanaatindeyiz [63].

Bonilha ve ark. [64], 23 unilateral MTLE'li hastalar ile yaptıkları çalışmada ipsilateral temporal lobdaki gri madde hacminde anlamlı bir azalma gördüklerini bildirdiler. Benzer şekilde biz de çalışmamızda, bilateral temporal lob hacminin kontrol grubuna kıyasla anlamlı olarak düşük olduğunu gözlemledik.

Düzel ve ark. [65] TLE tanısı almış 16 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada hastaların 6'sında sol taraf, 10'unda ise sağ taraf hippocampus'te skleroz bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu hastaların 11 tanesinde hippocampus hacmi kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Allen ve ark., epilepsi'ye bağlı ani ölümlerde beyin volümlerinin değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, sol posterior ve medial thalamus, sol hippocampus ve bilateral cortex cingularis posterior'da hacim kaybı, bilateral amigdala, entorhinal cortex ve gyrus parahippocampalis'te ise hacim artışı olduğunu bildirmişlerdir [66]. Çalışmamızda ise lobus limbicus hacminin epilepsi'li bireylerde bilateral olarak daha düşük olduğu sonucuna ulaştık.

Bonilha ve ark. [64], yapmış oldukları çalışmada 23 unilateral MTLE tanısı almış hastaların kontralateral insula hacimlerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bernhardt ve ark. [67] TLE tanısı alan 105 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada 58 hastanın hippocampus hacminde azalma meydana geldiğini ve bu hastalarda ayrıca bilateral insula hacminde de azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda epilepsi grubunda sağ insula hacminde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak

anlamli artiş gözlenirken, sol insula hacminde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamli azalma gözlendi. Bu durumun epilepsi hastalarında görülen heterotopik nöron sayısının artması sebebiyle meydana gelmiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Betting ve ark. [68] idiopatik jeneralize epilepsi tanısı alan 105 epilepsi hastası üzerinde yaptıkları çalışmada ventriculus lateralis hacimlerinin 5 hastada bilateral arttığını, 1 hastada ise yalnızca sol tarafta arttığını bildirmişlerdir. Wozniak ve ark. [51] retrospektif olarak yapmış oldukları çalışmada, epilepsi tanısı alan 57 hastanın ventriculus lateralis hacimlerinin kontrol grubuna kıyasla anlamli olarak daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda da bilateral ventriculus lateralis hacimlerini kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu görüldü.

Beyinde bulunan ventriküllerin anormal genişlemesi birçok nörolojik ve psikiyatrik bozuklukta gözlenmiştir. Jackson ve ark. [69] yaptıkları çalışmada, idiopatik jeneralize epilepsi tanısı alan hastaların ventriculus lateralis ve ventriculus tertius hacimlerinin kontrol grubuna kıyasla anlamli olarak yüksek bulunduğunu, ventriculus quartus hacminin ise değişmediğini bildirmişlerdir. Dabbs ve ark. [49] kronik TLE tanısı almış hastalar üzerinde yapmış oldukları çalışmada ventriculus lateralis, ventriculus tertius ve ventriculus quartus hacimlerinin hiçbirinde kontrol grubuna kıyasla anlamli değişiklik bulunmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise bilateral ventriculus lateralis ve ventriculus tertius hacminde anlamli artiş görülürken ventriculus quartus hacminde kontrol grubuna göre anlamli bir değişiklik görülmemiştir. Ventriculus lateralis ve ventriculus tertius hacminde meydana gelen artiş literatürdeki diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Epilepsi'li bireylerde meydana gelebilen beyin dokusu kaybının sebepleri nöbetler, nöbet önleyici ilaçlar, epileptojenik süreç veya diğer komorbiditeler olabilir [59, 61]. Ayrıca, herhangi bir semptom göstermeyen TLE hastalarının akrabalarında temporo-limbik morfometriadaki anormallikleri bildiren çalışmalar da bulunmaktadır [36]. Bu durumdan yola çıkarak kalıtsal değişkenlerin potansiyel olarak atrofide rol oynayabileceğini düşündürmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Epilepsi hastalarında, nöronal bağlantıların kesilmesi ve tekrarlayan nöbetlerin karmaşık sonuçları potansiyel olarak ilerleyici atrofiye neden olabilir.

Yapmış olduğumuz çalışmada epilepsi tanısı alan 45 hastanın beyin volümleri VolBrain programı kullanılarak ölçüldü ve sağlıklı bireyler ile karşılaştırıldı.

Yapılan ölçümlerde sol lobus occipitalis, ventriculus quartus ve substantia alba hacimlerinde meydana gelen değişimlerin anlamsız bulunduğu, substantia grisea, lobus frontalis, lobus temporalis lobus parietalis, sağ lobus occipitalis, lobus limbicus ve sol lobus insularis hacimlerinde meydana gelen değişimlerin kontrol grubuna göre anlamlı olarak azaldığı, sağ lobus insularis hacminde meydana gelen değişimin ise anlamlı olarak arttığı görüldü.

Epilepsi, alt türlerin var olması ve etkilenen beyin bölümlerine göre nöbetlerin hastalar arasında farklı derecelerde görülmesi nedeniyle heterojen bir hastalık olarak düşünülebilir. Beyinde oluşan hacimsel farklılıklar hastalığın alt tiplerine, nöbetlerin sayısına ve hastalığın süresine göre farklılık gösterebilmektedir. Çalışmamızın örneklemini oluşturan bireylerin yaşları arasında bulunan farklar, epilepsi'nin alt türleri ile ilgili verilerin eksikliği çalışmamızın limitasyonları arasında sayılabilir.

Epilepsi'de beyin lobları ile ilgili hacim ölçümlerinin yapılacağı çalışmalarda; daha homojen ve daha büyük örneklem grupları ile çalışılması, hastaların belirli zaman aralıklarıyla takibinin yapılmasıyla daha iyi verilere ulaşılabileceği ve daha iyi değerlendirmelerin yapılacağını düşünmekteyiz.

Epilepsi'de beyin loblarının hacimsel değişimlerine ilişkin yapılan çalışmalarda, daha geniş ve homojen örneklem grupları ile çalışılarak daha iyi veriler elde edilebileceğini ve daha iyi araştırmaların yapılacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- [1] Thau, L., V. Reddy, and P. Singh, *Anatomy, Central Nervous System*. 2019.
- [2] Stiles, J. and T.L. Jernigan, *The basics of brain development*. Neuropsychology review, 2010. **20**(4): p. 327-348.
- [3] Kostović, I. and N. Jovanov-Milošević. *The development of cerebral connections during the first 20–45 weeks' gestation*. in *seminars in fetal and neonatal medicine*. 2006. Elsevier.
- [4] Reiss, A.L., et al., *Brain development, gender and IQ in children: a volumetric imaging study*. Brain, 1996. **119**(5): p. 1763-1774.
- [5] De Stefano, N., M. Battaglini, and S.M. Smith, *Measuring brain atrophy in multiple sclerosis*. Journal of Neuroimaging, 2007. **17**: p. 10S-15S.
- [6] Hermann, B.P., et al., *Cerebellar atrophy in temporal lobe epilepsy*. Epilepsy & Behavior, 2005. **7**(2): p. 279-287.
- [7] Standring, S., *Gray's anatomy e-book: the anatomical basis of clinical practice*. 2021: Elsevier Health Sciences.
- [8] Ozan, H., *Premium Ozan Anatomi*. Klinisyen Tıp Kitabevleri, 2005. **2**.
- [9] Arıncı, K. and A. Elhan, *Güneş Kitabevi*. Ankara, Merkezi Sinir Sistemi, 1995: p. 314-315.
- [10] Voogd, J. and M. Glickstein, *The anatomy of the cerebellum*. Trends in cognitive sciences, 1998. **2**(9): p. 307-313.
- [11] Miall, R.C., *Cerebellum: Anatomy and function*, in *Neuroscience in the 21st Century: From Basic to Clinical*. 2013, Springer. p. 1149-1167.
- [12] Campero, A., et al., *Brain sulci and gyri: a practical anatomical review*. Journal of Clinical Neuroscience, 2014. **21**(12): p. 2219-2225.
- [13] White, L., et al., *Structure of the human sensorimotor system. I: Morphology and cytoarchitecture of the central sulcus*. Cerebral cortex (New York, NY: 1991), 1997. **7**(1): p. 18-30.
- [14] Kiernan, J., *Anatomy of the temporal lobe*. Epilepsy research and treatment, 2012. **2012**.
- [15] Mandal, L., et al., *Variation of the major sulci of the occipital lobe-A morphological study*. Al Ameen J Med Sci, 2014. **7**(2): p. 141-145.
- [16] El Mohamad, A.R., et al., *Main anatomical features of the calcarine sulcus: a 3D magnetic resonance imaging at 3T study*. Surgical and Radiologic Anatomy, 2019. **41**: p. 181-186.
- [17] Catani, M., *The anatomy of the human frontal lobe*. Handbook of clinical neurology, 2019. **163**: p. 95-122.
- [18] Ebeling, U. and H. Steinmetz, *Anatomy of the parietal lobe: mapping the individual pattern*. Acta neurochirurgica, 1995. **136**: p. 8-11.
- [19] Flores, L.P., *Occipital lobe morphological anatomy: anatomical and surgical aspects*. Arquivos de neuro-psiquiatria, 2002. **60**: p. 566-571.

- [20] Heimer, L. and G.W. Van Hoesen, *The limbic lobe and its output channels: implications for emotional functions and adaptive behavior*. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2006. **30**(2): p. 126-147.
- [21] Pessoa, L. and P.R. Hof, *From Paul Broca's great limbic lobe to the limbic system*. Journal of Comparative Neurology, 2015. **523**(17): p. 2495-2500.
- [22] Shura, R.D., R.A. Hurley, and K.H. Taber, *Insular cortex: structural and functional neuroanatomy*. The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences, 2014. **26**(4): p. iv-282.
- [23] Stratchko, L., et al. *The ventricular system of the brain: anatomy and normal variations*. in *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 2016. Elsevier.
- [24] Redzic, Z.B. and M.B. Segal, *The structure of the choroid plexus and the physiology of the choroid plexus epithelium*. Advanced drug delivery reviews, 2004. **56**(12): p. 1695-1716.
- [25] Salamon, G. and Y.P. Huang, *Radiologic anatomy of the brain*. 2012: Springer Science & Business Media.
- [26] Scelsi, C., et al., *The lateral ventricles: a detailed review of anatomy, development, and anatomic variations*. American Journal of Neuroradiology, 2020. **41**(4): p. 566-572.
- [27] Rhoton Jr, A.L., *The lateral and third ventricles*. Neurosurgery, 2002. **51**(4): p. S1-207.
- [28] Rhoton Jr, A.L., *Cerebellum and fourth ventricle*. Neurosurgery, 2000. **47**(3): p. S7-S27.
- [29] AKDAĞ, G., D. ALGIN, and O. ERDİNÇ, *Epilepsi/epilepsy*. Osmangazi Tıp Dergisi, 2016. **38**(1).
- [30] Fisher, R.S., et al., *Epileptic seizures and epilepsy: definitions proposed by the International League Against Epilepsy (ILAE) and the International Bureau for Epilepsy (IBE)*. Epilepsia, 2005. **46**(4): p. 470-472.
- [31] Falco-Walter, J. *Epilepsy—definition, classification, pathophysiology, and epidemiology*. in *Seminars in neurology*. 2020. Thieme Medical Publishers, Inc. 333 Seventh Avenue, 18th Floor, New York, NY
- [32] Engel, J. and T.A. Pedley, *Introduction: what is epilepsy*. Epilepsy: a comprehensive textbook, 2nd edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008: p. 1-13.
- [33] Dichter, M.A., *Basic mechanisms of epilepsy: targets for therapeutic intervention*. Epilepsia, 1997. **38**: p. S2-S6.
- [34] Eadie, M., *The understanding of epilepsy across three millennia*. Clinical and experimental neurology, 1994. **31**: p. 1-12.
- [35] Holmes, G.L., *Effects of seizures on brain development: lessons from the laboratory*. Pediatric neurology, 2005. **33**(1): p. 1-11.
- [36] Caciagli, L., et al., *A meta-analysis on progressive atrophy in intractable temporal lobe epilepsy: Time is brain?* Neurology, 2017. **89**(5): p. 506-516.

- [37] Gilsoul, M., et al., *Subtle brain developmental abnormalities in the pathogenesis of juvenile myoclonic epilepsy*. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 2019. **13**: p. 433.
- [38] Eriksson, S., K. Malmgren, and C. Nordborg, *Microdysgenesis in epilepsy*. *Acta neurologica scandinavica*, 2005. **111**(5): p. 279-290.
- [39] Meencke, H.J., *Neuron density in the molecular layer of the frontal cortex in primary generalized epilepsy*. *Epilepsia*, 1985. **26**(5): p. 450-454.
- [40] Shorvon, S., et al., *The causes of epilepsy: diagnosis and investigation*. 2019: Cambridge University Press.
- [41] Beghi, E., *The epidemiology of epilepsy*. *Neuroepidemiology*, 2020. **54**(2): p. 185-191.
- [42] Motamedi, G. and K. Meador, *Epilepsy and cognition*. *Epilepsy & Behavior*, 2003. **4**: p. 25-38.
- [43] Liu, G., N. Slater, and A. Perkins, *Epilepsy: treatment options*. *American family physician*, 2017. **96**(2): p. 87-96.
- [44] Asadi-Pooya, A.A., et al., *Adult epilepsy*. *The Lancet*, 2023. **402**(10399): p. 412-424.
- [45] Herek, D. and N. Karabulut, *Manyetik rezonans görüntüleme*. *TTD Toraks Cerrahisi Bülteni*, 2010. **1**(3): p. 214-222.
- [46] Manjón, J.V. and P. Coupé, *volBrain: an online MRI brain volumetry system*. *Frontiers in neuroinformatics*, 2016. **10**: p. 30.
- [47] Duncan, J.S., *Imaging and epilepsy*. *Brain: a journal of neurology*, 1997. **120**(2): p. 339-377.
- [48] Lawson, J.A., et al., *Cerebral and cerebellar volume reduction in children with intractable epilepsy*. *Epilepsia*, 2000. **41**(11): p. 1456-1462.
- [49] Dabbs, K., et al., *Brain structure and aging in chronic temporal lobe epilepsy*. *Epilepsia*, 2012. **53**(6): p. 1033-1043.
- [50] Sen, A., V. Capelli, and M. Husain, *Cognition and dementia in older patients with epilepsy*. *Brain*, 2018. **141**(6): p. 1592-1608.
- [51] Woźniak, M.M., et al., *Epilepsy in Pediatric Patients—Evaluation of Brain Structures' Volume Using VolBrain Software*. *Journal of Clinical Medicine*, 2022. **11**(16): p. 4657.
- [52] Bermel, R.A. and R. Bakshi, *The measurement and clinical relevance of brain atrophy in multiple sclerosis*. *The Lancet Neurology*, 2006. **5**(2): p. 158-170.
- [53] Vaessen, M.J., et al., *White matter network abnormalities are associated with cognitive decline in chronic epilepsy*. *Cerebral cortex*, 2012. **22**(9): p. 2139-2147.
- [54] Bernasconi, N., et al., *Whole-brain voxel-based statistical analysis of gray matter and white matter in temporal lobe epilepsy*. *Neuroimage*, 2004. **23**(2): p. 717-723.

- [55] Jber, M., et al., *Temporal and extratemporal atrophic manifestation of temporal lobe epilepsy using voxel-based morphometry and corticometry: clinical application in lateralization of epileptogenic zone*. Neurological Sciences, 2021. **42**: p. 3305-3325.
- [56] !!! INVALID CITATION !!! [55-57].
- [57] Bohnen, N.I., et al., *Cerebellar changes in partial seizures: clinical correlations of quantitative SPECT and MRI analysis*. Epilepsia, 1998. **39**(6): p. 640-650.
- [58] Bostan, A., et al., *Occipital Epilepsy With Subcortical Atrophy in Celiac Disease: A Case Report*. Neurology: Clinical Practice, 2021. **11**(5): p. e744-e746.
- [59] Galovic, M., et al., *Seizures and epilepsy after stroke: epidemiology, biomarkers and management*. Drugs & aging, 2021. **38**: p. 285-299.
- [60] Tae, W.S., et al., *Structural brain abnormalities in juvenile myoclonic epilepsy patients: volumetry and voxel-based morphometry*. Korean Journal of Radiology, 2006. **7**(3): p. 162-172.
- [61] Riederer, F., et al., *Network atrophy in temporal lobe epilepsy: a voxel-based morphometry study*. Neurology, 2008. **71**(6): p. 419-425.
- [62] Seidenberg, M., et al., *Ipsilateral and contralateral MRI volumetric abnormalities in chronic unilateral temporal lobe epilepsy and their clinical correlates*. Epilepsia, 2005. **46**(3): p. 420-430.
- [63] Kim, C.H., et al., *Parietal lobe epilepsy: surgical treatment and outcome*. Stereotactic and functional neurosurgery, 2004. **82**(4): p. 175-185.
- [64] Bonilha, L., et al., *How common is brain atrophy in patients with medial temporal lobe epilepsy?* Epilepsia, 2010. **51**(9): p. 1774-1779.
- [65] Düzel, E., et al., *Hippocampal atrophy in temporal lobe epilepsy is correlated with limbic systems atrophy*. Journal of neurology, 2006. **253**: p. 294-300.
- [66] Allen, L.A., et al., *Cerebellar, limbic, and midbrain volume alterations in sudden unexpected death in epilepsy*. Epilepsia, 2019. **60**(4): p. 718-729.
- [67] Bernhardt, B.C., et al., *Cortical thickness analysis in temporal lobe epilepsy: reproducibility and relation to outcome*. Neurology, 2010. **74**(22): p. 1776-1784.
- [68] Betting, L., et al., *MRI reveals structural abnormalities in patients with idiopathic generalized epilepsy*. Neurology, 2006. **67**(5): p. 848-852.
- [69] Jackson, D.C., et al., *Ventricular enlargement in new-onset pediatric epilepsies*. Epilepsia, 2011. **52**(12): p. 2225-2232.